

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Материалы
всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(Благовещенск, 27 февраля 2019 г.)

Благовещенск
Издательство
Дальневосточного государственного аграрного университета
2019

УДК 631.371:620.9
ББК 31+40.7
А43

Печатается по решению
оргкомитета конференции
(Протокол №8 от 04.02.2019 г.)

Редакционная коллегия:

Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент (отв. редактор)

Дубкова Е.С., канд. с-х. наук, доцент

А43 Актуальные вопросы энергетики в АПК : матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Благовещенск, 27 фев. 2019 г.). – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2019. – 154[1] с.

ISBN 978-5-9642-0445-9

Рассмотрены вопросы повышения эффективности использования средств автоматизации, средств механизации технологических процессов, использования нетрадиционных источников энергии, повышения продуктивности сельскохозяйственных животных.

Предназначен для преподавателей, студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по инженерным специальностям.

УДК 631.371:620.9

ББК 31+40.7

ISBN 978-5-9642-0445-9

© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2019

© Издательство Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Определение путей повышения эффективности функционирования распределительных сетей при проведении анализа схемно-режимной ситуации <i>Шульгина А.А.</i>	6
Обеспечение пожаробезопасности светотехнической аппаратуры жилых и общественных помещений <i>Чернышов В.А., Гладков О.Б.</i>	9
Современные энергоресурсы. состояние и тенденции развития на современном этапе <i>Щербакова О.А., Щербаков А.В., Савватеев Д.В., Хуснудинова Е.А.</i>	12
Проблемы внедрения водоугольного топлива <i>Хондошко Ю.В.</i>	15
Использование автоматизированных систем контроля и учета качества электрической энергии при решении споров между хозяйствующими субъектами <i>Темукеев Б.Б., Дышюков Т.Р.</i>	18
Энергетические инновации для создания «Умных городов» <i>Сметанникова Е.С., Кубарьков Ю.П.</i>	20
Эффективность применения двухтарифного счетчика электрической энергии <i>Светличный С.В.</i>	23
Моделирование процесса заряда ионистора с нулевым начальным условием <i>Русинов В.Л., Макаров Н.А.</i>	26
Энергоэффективность использования распылительных сушильных установок в молочной промышленности <i>Рацкий Г.Е., Леонович И.С.</i>	29
Оценка влияния микротоков на развитие растений <i>Пустовая О.А., Мармус Т.Н., Журко В.С.</i>	31
Электротехнология водоподготовки в энергетическом балансе фермы <i>Прищепов М.А., Григорьев Р.Д.</i>	35
Методика оценки коррозионных воздействий на элементы воздушных линий в условиях эксплуатации <i>Николаева М.Н., Мясоедов Ю.В.</i>	38
Оценка уровня освещенности в коровнике на 490 голов ООО «Приамурье» <i>Пустовая О.А., Кутько Д.А.</i>	41
Оптоволоконные трансформаторы тока и напряжения: будущее энергетики <i>Дубкова Е.С., Клименко А.Е.</i>	45
Переход от аналоговых измерительных приборов к цифровым <i>Сафонов С.Л.</i>	49
Определение зон эффективности функционирования электрических сетей <i>Савина Н.В., Мясоедов Ю.В., Мясоедова Л.А.</i>	56
Оценка эффективности энергосберегающих мероприятий при производстве бумаги <i>Мясоедова Л.А., Ерохина С.</i>	59
Анализ компенсирующих устройств и определение области их применения <i>Мясоедов Ю.В., Музыченко Г.Е.</i>	61

Применение возобновляемых источников энергии для электроснабжения удалённых потребителей с малой потребляемой мощностью <i>Мясоедов Ю.В., Музыченко Г.Е., Намаконова Н.А.</i>	64
Актуальные проблемы энергетики <i>Моисеенко К.А.</i>	67
Об утилизации отходов производства животноводства в Кабардино-Балкарской республике <i>Мирзаханова А.А.</i>	69
Оценка энергетических затрат при транспортировке сельскохозяйственных грузов <i>Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Кузнецов Е.Е., Двойнова Н.Ф.</i>	71
АСУ ТП в распределительных сетях 6-10 кВ с использованием кабельной продукции с изоляцией из сшитого полиэтилена с интегрированными оптоволоконными элементами <i>Кутлуметова О.И.</i>	74
Анализ и разработка устройств мокрого осаждения молочной пыли <i>Леонovich И.С., Раицкий Г.Е.</i>	78
Энергосбережение как способ повышения эффективности охлаждения молока на фермах <i>Коришунов А.Б., Коришунов Б.П.</i>	81
Управление стадом на молочно-товарном комплексе <i>Король К.В., Журко В.С., Клепикова Е.А.</i>	84
Воспаление вымени коров и влияние мастита на продуктивность животных <i>Зубкова А.С., Гуреева Е.И.</i>	87
Выбор мощности и анализ технико-экономических характеристик ветроэнергетических установок <i>Липужин И.А., Звонова Н.С.</i>	90
Оценка хозяйственно-биологических параметров коров <i>Григорьев Д.А., Король К.В., Журко В.С.</i>	93
Энергетическая эффективность холодильной обработки продукции животноводства <i>Григорьев Д.А., Потребва В.В.</i>	96
Направления совершенствования системы налогообложения сельхозтоваропроизводителей <i>Горелова И.В.</i>	99
Анализ формы входного тока трехфазных выпрямителей с активно-емкостной нагрузкой <i>Воронин В.А.</i>	101
Обоснование применения средств секционирования и резервирования сельских электрических сетей 0,4 кВ, совмещённых в одном устройстве <i>Виноградова А.В.</i>	105
Концепция построения интеллектуальных электрических сетей на базе применения мультиконтактных коммутационных систем <i>Виноградов А.В.</i>	108
Модернизация иглы дизельного распылителя <i>Болотоков, А. Л., Сабанчиева Ф. Р.</i>	115

Практические аспекты внедрения автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии <i>Бодруг Н.С., Скрипко О.В.</i>	120
Площадная энергетика <i>Богданович П. Ф., Журко В. С., Федичкина В.А.</i>	123
Анализ методов и средств повышения качества электроснабжения в интеллектуальных электрических сетях низкого и среднего напряжения <i>Бедретдинов Р.Ш., Фитасов А. Н., Ворошилов А.А.</i>	126
Сокращение сроков выполнения технологических присоединений к электрическим сетям посредством совершенствования структуры электросетевых компаний <i>Виноградов А.В., Баскаева А.К.</i>	129
Оценка остаточного ресурса изоляции асинхронных электродвигателей на нефтехимических предприятиях <i>Астахов В.А.</i>	132
Исследование применения частотно-регулируемых приводов с целью повышения надежности теплоснабжения <i>Артюшевская Е.Ю.</i>	136
Ключевые проблемы перевода дизельных электростанций на альтернативные виды топлива <i>Абдулина Е.Р.</i>	138
Ферментные комплексы в кормлении свиней <i>Давыдова М.Н.</i>	140
Анализ действий средств автоматизации в кольцевой сети при коротких замыканиях <i>Фомина М.А., Беликов Р.П.</i>	143
Способ контроля отключения секционирующего выключателя при отказе отключения выключателя пункта АВР в кольцевой сети <i>Фомин И.Н.</i>	146
Полноценное кормление – залог здорового состояния и высоких продуктивных качеств животных <i>Скребнева К.С.</i>	149
Практические аспекты диагностики высоковольтной изоляции <i>Газизов А.Х., Комбарова Е.А., Чернов К.В.</i>	151

УДК 621.31
ГРНТИ 44.29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНАЛИЗА СХЕМНО-РЕЖИМНОЙ СИТУАЦИИ

Шульгина А.А., студент,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено определение путей повышения эффективности функционирования распределительных сетей и предлагается оптимизация сети, что позволит повысить эффективность функционирования распределительных сетей.

Ключевые слова: оптимизация, эффективность, распределительная сеть, анализ, износ, энергетическое оборудование.

Повышение эффективности функционирования распределительных сетей должно быть направлено на обеспечение надежности и экономичности электроснабжения потребителей. С учетом того, что на современном этапе развития электрические сети работают недостаточно надежно и эффективно, необходимо выявить причины снижения их эффективности функционирования, а также предложить оптимальные пути их решения. Это возможно путем анализа схемно-режимной ситуации. Режимную ситуацию электрических сетей, в данном случае распределительных сетей, определяет её структура и электрическая схема. Для проведения анализа схемно-режимной ситуации необходимо выполнить структурный анализ, чтобы, исходя из описания элементов распределительной сети и непосредственных связей между ними, получить заключение о структурных свойствах в целом.

Целью работы является обнаружение возможных путей повышения эффективности функционирования распределительных сетей. По результату анализа схемно-режимной ситуации определяются узлы и ветви, работающие не эффективно, уточняются причины неэффективной работы и разрабатываются мероприятия по их устранению. Для примера рассмотрим Мазановский РЭС.

Мазановский РЭС, изображенный на рисунке 1, находится на территории Зейско - Селемджинской физико-географической области. Уровни напряжения в данном РЭС относятся к классу напряжения $U_{ном}=35$ кВ. Состоит из 8 ПС различного типа, а именно трех тупиковых и пяти проходных.

Структурный анализ Мазановского РЭС представлен на примере одной из его подстанций, а именно ПС «Красноярово».

Анализ характеристик силовых трансформаторов. На ПС «Красноярово» установлено два идентичных трансформатора Т-1(2.5) - ТМН - 2500/35 и Т-2 (2.5) - ТМ - 2500/35, расшифровывающихся следующим образом: Т – трансформатор трехфазный, М – охлаждение масляное с естественной циркуляцией воздуха и масла, Н – регулированием напряжения под нагрузкой (РПН), 25 – номинальная мощность, кВА, 35 – класс напряжения обмотки ВН, кВ, 1969 года выпуска данных трансформаторов.

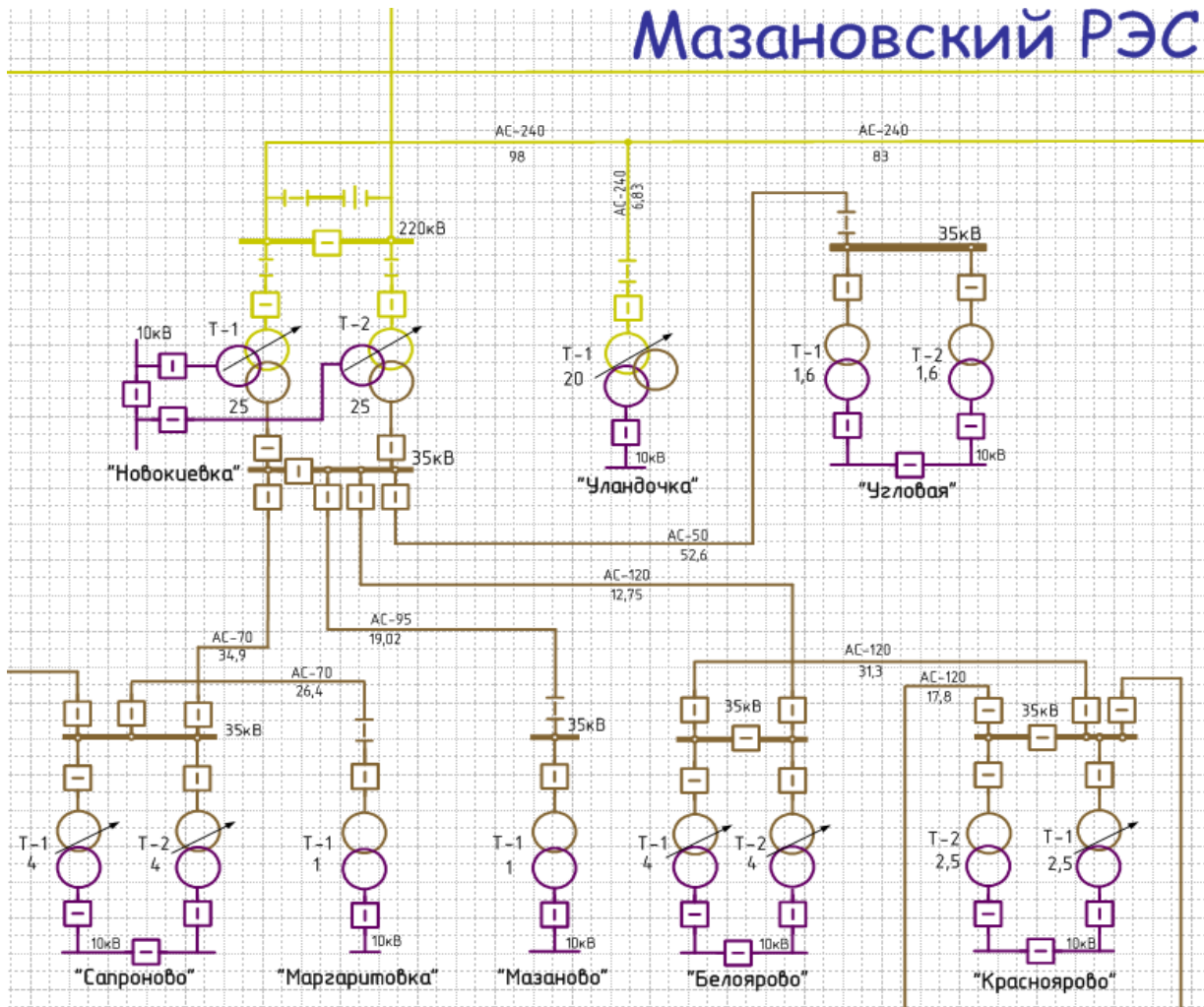


Рис. 1. Мазановский РЭС

Анализ РУ. Тип схемы - Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов с номером 5АН. Проходные двух трансформаторные ПС с двусторонним питанием при необходимости сохранения транзита при КЗ в трансформаторе, при необходимости отключения одного из трансформаторов в течение суток.

На ПС «Краснорубо» установлены такие выключатели, как четыре трансформаторных, два секционных, три линейных; общее количество выключателей равно девяти. Так же для Мазановского РЭС был произведен расчет условий, определяющих причины проблем и путь к их решению.

Задачей расчета нормального режима электрической сети являлось определение параметров режима данной сети (напряжений в узлах, потоков мощности в ветвях схемы, потерь активной и реактивной мощностей). При расчете послеаварийного режима был отключен один из трансформаторов на ПС «Краснорубо».

Исходя, из расчетов нормального и послеаварийного режимов можно сделать следующие выводы: в нормальном режиме требовалось повышение U на низкой стороне большинства ПС; в послеаварийных режимах требовалось повышение U на ПС «Улановка». Для корректировки нормального режима из-за низкого напряжения требовалось установить анцапфы на большинстве трансформаторов различных ПС Мазановского РЭС. В послеаварийном режиме были установлены БСК на ПС

«Уландочка», так как наблюдалось значительная посадка напряжения на данной подстанции. Параметры режимов и результаты корректировки представлены в таблице 1.

Анализ схемно-режимной ситуации помогает выявлять слабые места, снижающие надежность и устойчивость электроснабжения. Найденные проблемы связаны с устаревшим оборудованием, с низким напряжением на ПС.

Таблица 1

Параметры режимов и результаты их корректировки

Тип	№	Название	Uном	Vном	Delta	Vавар	Delta	Vкор	Delta
Нагр	10	Новокиевка - Уландочка	220	221,3	-0,1	221,2	-0,1	221,9	-0,15
База	1	ВН Новокиевка	220	220		220		220	
Нагр	11	Нейтраль Т1Новокиевка	220	218,49	-0,43	214,5	-0,32	214,5	-0,32
Нагр	111	СН Т1Новокиевка	10	9,83	-0,43	9,65	-0,32	9,65	-0,32
Нагр	112	НН Т1Новокиевка	35	34,85	-0,68	34,22	-0,5	34,22	-0,5
Нагр	12	Нейтраль Т2Новокиевка	220	221,53	-1,53	217	-1,56	217	-1,56
Нагр	121	СН Т2Новокиевка	10	9,97	-1,53	9,77	-1,56	9,77	-1,56
Нагр	122	НН Т2Новокиевка	35	35,6	-2,36	34,87	-2,43	34,87	-2,43
Нагр	2	ВН Уландочка	220	221,29	-0,1	221,2	-0,1	221,9	-0,15
Нагр	21	Нейтраль ТУландочка	220	220,71	-0,18	216,6	-0,19	221,5	-0,26
Нагр	211	СН Т Уландочка	35	35,31	-0,18	34,66	-0,19	35,44	-0,26
Нагр	212	НН Т Уландочка	10	9,93	-0,23	9,74	-0,24	10,07	-0,34
Нагр	3	ВН Угловая	35	35,37	-4,14	34,61	-4,22	34,61	-4,22
Нагр	31	НН Т1 Угловая	10	10,03	-5,22	9,97	-5,35	9,97	-5,35
Нагр	32	НН Т2 Угловая	10	10,03	-5,22	9,97	-5,35	9,97	
Нагр	4	ВН Краснояроро	35	33,72	-5,18	32,93	-5,38	32,93	-5,38
Нагр	41	НН Т1 Краснояроро	10	9,51	-7,21	10,09	-7,53	10,09	-7,53
Нагр	42	НН Т2 Краснояроро	10	9,51	-7,21	10,09	-7,53	10,09	-7,53

Решением станет преобразование распределительной сети, посредством ее оптимизации. Таким образом, низкую эффективность распределительной сети обуславливает износ энергетического оборудования и низкое напряжение на подстанциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б.Н. Неклепаев. – 5-е изд., доп. – М.: Энергоатомиздат, 2013. – 608 с.
2. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения. ОАО «ФСК ЕЭС», 2007. – 132 с.
3. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / под ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 964 с.

УДК 628.94:614.84
ГРНТИ 45.51; 81.92

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Чернышов В.А., канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения;
Гладков О.Б., магистрант,
Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия

Аннотация. Предлагается эффективное техническое решение проблемы пожароопасности светотехнической аппаратуры, которое может быть весьма востребовано ее изготовителями и потребителями.

Ключевые слова: пожаробезопасность, светотехническая аппаратура, короткое замыкание, иммерсионное охлаждение.

Анализ возгораний, а также причинно-следственных связей их возникновения, дает возможность разработать новые высокоэффективные способы борьбы с огнем и снижения рисков возгораний, связанных с неисправной светотехнической аппаратурой.

В мировом масштабе ежегодно возникает более 3 миллионов пожаров, в которых погибнет более 20 000 человек. Половина пожаров происходит в жилых и общественных зданиях, на них же приходится львиная доля смертельных случаев – более 90% [1].

Анализ статистических данных показывает, что ежегодно в России от электротехнических изделий происходит около 50 000 пожаров; это составляет 20–25% к общему числу пожаров в стране. Такое же соотношение характерно и для многих промышленно развитых стран Европы. В подавляющем большинстве случаев причинами и обстоятельствами возникновения пожаров от электротехнических изделий являются: недостатки конструкций и изготовления; несоответствие применяемых материалов и комплектующих; несовершенство противопожарных требований; низкий уровень эксплуатации [2].

Углубленные исследования статистики пожаров указывает на то, что возгорание часто напрямую связано с коротким замыканием, в том числе, и в светотехнической аппаратуре, причем одной из основных причин возникновения возгорания является перегрев пластиковых и пластмассовых деталей [3].

Перегрев данных материалов, широко используемых в светотехнической аппаратуре возможен вследствие появления больших переходных сопротивлений в результате: ослабления контактного соединения источников света в цоколе лампы, патроне; ослабления контактного соединения проводов; окисления контактируемых поверхностей в местах подключения питающих проводов, источника света в цоколе, патроне [4].

Также возможен перегрев из-за завышения мощности источника света и ухудшения условий теплоотвода, что может произойти в результате: применения источников света завышенной мощности, приводящей к чрезмерному повышению температуры перегреву патрона и рассеивающей арматуры; ухудшения условий естественного охлаждения конструктивных элементов из-за чрезмерного запыления; образования цепей утечки тока из-за деградации электроизоляционных и конструктивных материалов, загрязнения поверхностей и агрессивных воздействий [5].

На сегодняшний день светодиодные источники света стали активно применяться в промышленности и использоваться в быту, несмотря на то, что они имеют более низкий рабочий диапазон температуры и потребляемую мощность, чем лампы накаливания, тем не менее они также требуют к себе особого внимания.

По мнению авторов данной публикации, эффективным решением проблемы пожароопасности светотехнической аппаратуры, может быть введение в герметичный корпус светильника специального огнетушащего модуля (рис.1) [6], использующего в качестве огнетушащего вещества синтетическую органическую жидкость – фторкетон, известную также как «сухая вода» [7].

Фторкетон – класс новых химических веществ, который разработала компания 3М и активно применяет их в международной практике. Фторкетон – прежде всего синтетическое органическое вещество. Молекула вместо атомов водорода заменена на атомы фтора, которые прочно связаны внутри с углеродным скелетом. Такое изменение делает вещество очень инертным при взаимодействии с другими молекулами. Неоднократно проводимые ведущими международными компаниями тестовые испытания показывают, что фторкетоны являются эффективным огнетушащим веществом и демонстрируют высокий уровень воздействия при пожаре и при этом имеют низкий уровень воздействия с точки зрения экологии и токсичности [8].

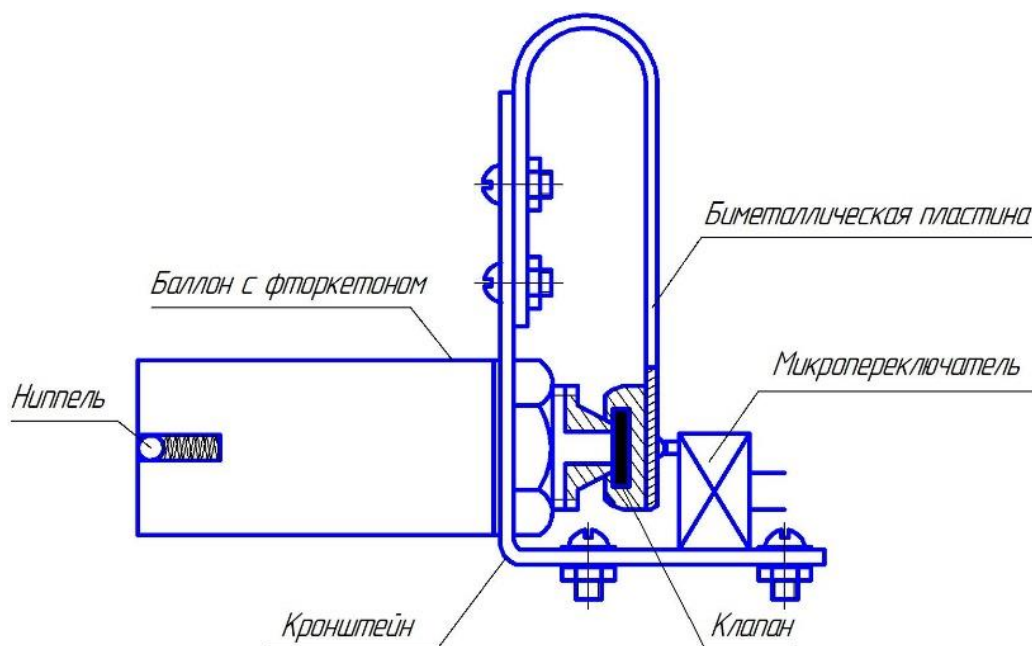


Рис. 1. Конструкция огнетушащего модуля для установки внутри корпуса светотехнического прибора

Конструкция огнетушащего модуля включает в себя следующие элементы: кронштейн, биметаллическая пластина, баллон с фторкетаном, ниппель, клапан, микропереключатель. Огнетушащий модуль функционирует следующим образом, при достижении внутри корпуса светильника критической температуры или воспламенения элементов его конструкции, биметаллическая пластина изгибается и воздействует на клапан подачи фторкетона, при этом она также нажимает на контакт микропереключателя, размыкающего цепь питания светильника. Стоит отметить, что баллон с фторкетаном находится под давлением, для создания давления воздуха в корпусе баллона имеется штуцер с ниппельным клапаном. При выходе фторкетона из

баллона, в его парах происходит активное гашение очага возгорания, а также происходит отключение светильника от сети питающего напряжения.

Предлагаемая конструкция огнетушащего модуля позволит в значительной степени повысить пожаробезопасность светотехнического прибора и не потребует больших капитальных вложений на свою реализацию, монтаж и последующую эксплуатацию [9].

Таким образом, в данной публикации предложено простое, но вместе с тем эффективное инженерно-техническое решение, которое может быть востребовано производителями современной светотехнической аппаратуры и позволит им выпускать высокотехнологичную, энергоэффективную и безопасную светотехническую продукцию [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика пожаров в России и мире: основные показатели [Электронный ресурс] <https://vawilon.ru/statistika-pozharov-v-rossii-i-mire/> (дата обращения 28.02.2019).
2. Смелков, Г.И. Проблемы обеспечения пожарной безопасности кабельных потоков [Электронный ресурс] http://www.kp-info.ru/images/File/2005_2_08-14.pdf (дата обращения 28.02.2019).
3. Чернышов, В.А. Предпосылки создания, особенности и перспективы применения нового моторного подогревателя МП-20 [Текст] / В.А. Чернышов, А.С. Омелянович // Вестник аграрной науки. – 2018. – №3(71). – С.101-106.
4. Чернышов, В.А. Обоснование комплексной целесообразности применения дежурного освещения и световой стробоскопической сигнализации на потенциально опасных участках ЛЭП 10 кВ [Текст] / В.А. Чернышов // Вестник аграрной науки. – 2018. – №2(71). – С.62-68.
5. Костарев, Н.П. Методы оценки пожарной опасности электроустановок: учеб. пособие [Текст] / Н.П. Костарев, В.Н. Черкасов. – М.: Академия ГПС МВД России, 2001. – 105 с.
6. Чернышов, В.А. Обоснование целесообразности применения иммерсионной системы охлаждения в светодиодных светильниках агропромышленного назначения [Текст] / В.А. Чернышов, М.В. Новиков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – №3(54). – С.88-93.
7. Сухая вода Noves® 1230 для защиты серверных и не только: [Электронный ресурс] <https://habrahabr.ru/company/3mrussia/blog/200840/> (дата обращения 28.02.2019).
8. Газовое пожаротушение http://pb-russia.ru/doc/pb_info/Gas_fire_fighting/ (дата обращения 28.02.2019).
9. Мешков Б.Н. Закон энергоэффективности, продиктованный природой [Текст] / Б.Н. Мешков, В.А. Чернышов // Главный энергетик. – 2013. – № 8. – С. 32-35.
10. Повышение пожарной безопасности осветительного оборудования производственных и гражданских зданий [Текст] / О.Б. Гладков, В.А. Чернышов // Физика и современные технологии в АПК: Материалы X Международной молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников. – 2019. – С. 125-128.

УДК 620.92
ГРНТИ 44.09

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

**Щербакова О.А., магистрант;
Щербаков А.В., канд. эконом. наук;
Савватеев Д.В., магистрант;
Хуснудинова Е.А., преподаватель колледжа АТиАТ,
Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского,
г. Иркутск, Россия**

Аннотация. Мировые энергоресурсы, их виды, производство и потребление. Изменение в структуре энергобаланса, использование возобновляемых и традиционных источников энергии.

Ключевые слова: нефть, природный газ, уголь, атомная энергетика, гидроэнергетика, альтернативные источники электроэнергии, солнечная инсоляция.

Развитие энергоемких производств, рост и обеспечение потребности населения разных стран мира в электропотребляющей технологической продукции определили основные тенденции развития производства и потребления энергоресурсов. Сравнительный анализ совокупного первичного производства энергии за период с 1990 по 2017 годы (табл. 1) свидетельствует, что лидерами производства энергоресурсов являются Соединенные Штаты, Россия, Китай. Для всех стран характерно значительное увеличение производства энергии, при этом более чем в два раза выросло производство энергоресурсов в Китае, Индии, Индонезии, Иране, Австралии.

Китай был и остается основным лидером производства энергии. До 1993 года Китай обеспечивал энергией Японию и Южную Корею, после 1993 года и по настоящее время Китай не только производит, но и покупает «недостающие» энергоресурсы.

Таблица 1

Страны-лидеры производства энергии, МТОЕ/год

Страна	Годы					
	1990	2004	2014	2015	2016	2017
Китай	881	1534	2496	2498	2415	2499
Соединенные Штаты	1647	1646	2019	2025	1939	2018
Россия	1296	1172	1319	1334	1362	1418
Саудовская Аравия	368	543	622	649	669	652
Индия	280	391	543	554	575	596
Канада	276	400	469	470	481	502
Индонезия	169	265	448	426	405	429
Иран	188	293	316	324	368	401
Австралия	157	253	366	381	388	386

Экономический рост стран мира, их промышленное развитие, обеспечили устойчивый спрос и высокие темпы роста потребления энергоресурсов (табл.2).

Увеличение совокупного потребления энергии характерно для всех представленных стран. Значительный рост потребления наблюдается в Китае, Индии, Бразилии, Южной Корее.

Таблица 2

Страны-лидеры потребления энергии, МТОЕ/год

Страна	Годы					
	1990	2004	2014	2015	2016	2017
Китай	871	1615	2955	2976	3017	3105
Соединенные Штаты	1910	2308	2233	2194	2195	2201
Индия	306	497	826	851	894	934
Россия	882	647	724	709	711	744
Япония	438	521	439	430	424	429
Германия	355	339	306	308	311	314
Южная Корея	-	212	277	283	289	296
Бразилия	141	210	304	299	289	291
Канада	211	270	279	271	278	287

Источник: рассчитано по данным Статистический ежегодник мировой энергетики 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html>

В зависимости от условий, возможностей производства и спроса на различные виды энергоресурсов, определяется структура энергобаланса стран мирового сообщества (табл. 3).

Таблица 3

Структура потребления первичных энергоносителей в мировом хозяйстве, в Китае, Соединенных Штатах, ЕС, России в 2017 г. (удельный вес, по странам, в процентах)

Показатели	Мировая экономика	Китай	США	Россия	ЕС
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Нефть	34,2	19,4	41,0	21,9	38,2
Природный газ	23,4	6,6	28,4	52,3	23,7
Уголь	27,6	60,4	14,9	13,2	13,9
Ядерная энергия	4,4	1,8	8,5	6,6	11,2
ГЭС	6,8	8,4	3,0	6,0	4,0
ВИЭ	3,6	3,4	4,2	-	9,0

Источник: рассчитано по данным «BP Statistical Review of World Energy», June 2018, p.9.

Основную долю в производстве энергоносителей в мире занимают топливные ресурсы: нефть, природный газ и уголь. В 2017 году лидерами по добыче нефти являлись Соединенные Штаты, Саудовская Аравия и Россия; по добыче природного газа: Соединенные Штаты, Россия и Иран; по добыче каменного угля и лигнита: Китай, Индия, Соединенные Штаты. Следует отметить, что экологичные источники энергии, в том числе гидроэлектростанции, возобновляемые источники энергии (ветровая, солнечная) составляют в структуре энергобаланса незначительный удельный вес от 6 до 13%.

Наличие и доступность энергетических ресурсов, обеспечение их эффективного использования и бесперебойных поставок в современном мире становятся главными факторами мирового прогресса, является необходимым условием устойчивого социально-экономического развития каждого государства. Это определяет

необходимость формирования энергетического сектора стран мирового сообщества, составление долгосрочных программ по его развитию.

Энергетический сектор США изменяется с середины 2000-х годов, эти изменения заключаются в снижении потребления угля, развитии ВИЭ (возобновляемых источников энергии) и газовой генерации. Национальная лаборатория возобновляемой энергетики при Министерстве энергетики США опубликовала Прогноз развития электроэнергетического сектора. Четыре темы в Докладе являются ключевыми: снижение стоимости технологий ВИЭ и соответствующий рост генерации на их основе, изобилие дешевого природного газа и связанное с этим развитие газовой электроэнергетики, быстрый рост распределительной солнечной (фотоэлектрической) генерации, декарбонизация энергетического сектора. В соответствии с Прогнозом, доля ВИЭ в производстве электроэнергии к 2050 году составит (в зависимости от сценария) 3359%, атомная генерация, согласно сценария, сокращается к 2050 практически до нуля. Ядерная энергетика в США становится более затратной, чем солнечная. Дешевле построить и запустить солнечную ферму, чем поддерживать работоспособность атомных электростанций.

Из стран Европейского союза необходимо выделить Германию и Францию. В Германии действует семь атомных электростанций. Федеральное правительство Германии в 2011 году приняло решение полностью отказаться от производства ядерной энергии и закрыть АЭС к 2022 году. Вместе с тем программой развития энергетики предусмотрено постепенно увеличивать производство энергии из возобновляемых источников. В первом полугодии 2018 года ВИЭ выработали 41,5% электроэнергии. На энергию ветра и солнца пришлось 28,4% объема произведенного электричества. Согласно прогноза, к 2050 году солнце, ветер и другие возобновляемые источники должны давать до 80% потребляемой в Германии энергии. В качестве базовой нагрузки рассматривается уголь.

В структуре Франции исторически доминирует атомная энергетика, которая производит примерно три четверти электроэнергии. Новая программа развития энергетического сектора Франции предусматривает закрытие всех угольных электростанций к 2022 году. Отключение 14 атомных реакторов к 2035 году. Планируется развивать энергетику на базе ВИЭ - строительство ветряных, солнечных и гидроэлектростанций. На эти цели государство планирует выделить 7-8 млрд. евро. К 2030 году долю ВИЭ в выработке электроэнергии планируется довести до 40%.

Энергетическая стратегия Китая находится в переходном периоде. Согласно системе планирования, до 2050 года Китай будет активно развивать добычу и потребление природного газа, оптимизировать угольную промышленность, строить ГЭС, развивать солнечную, ветровую и атомную энергетику. Доля атомной энергетики должна составить более 15% всех энергетических потребностей Китая. Доля экологически чистой энергетики в структуре потребления энергии должна достигнуть 50% к 2030 году. Во многих районах Китая солнечная энергетика конкурентоспособна с угольной и дешевле газовой энергии. В течение ближайших двадцати лет Китай будет решать основную задачу по ликвидации технологических препятствий.

Россия богата природными ресурсами, достаточно развита атомная и гидроэнергетика. Энергетика, основанная на использовании ВИЭ, является новым инновационным направлением и пока недостаточно развита, составляет менее 0,1% от общего показателя. В изолированных энергорайонах электростанции на основе ВИЭ и гибридные электростанции уже заменяют традиционные источники энергии. Специфика альтернативной энергетики находится в сильной зависимости от условий окружающей среды. Для регионов с высокой степенью инсоляции приоритетным

является развитие солнечной энергетики, ветроэнергетика используется преимущественно в сельской местности с малой плотностью населения.

По прогнозу в мировом энергобалансе доля возобновляемых источников энергии к 2035 году увеличится с 3 до 9%. Изменения в энергобалансе позволят снизить темпы роста выбросов углекислого газа в два раза.

Солнечную энергетику развивают во многих странах мира. Получение электрической энергии из возобновляемых источников в условиях ограниченности ресурсов является перспективным направлением. По мнению многих ученых и исследователей, признанными мировыми лидерами по энергоемкости солнечной инфраструктуры являются: Германия, Китай, Япония, Италия, США, Франция, Испания, Австрия, Бельгия, Южная Корея.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, А.С. Международная торговля энергоресурсами на рубеже 2018 года [Текст] / А.С. Иванов, И.Е. Матвеев // Российский внешнеэкономический вестник, 2018. – №1. – С.17-26.
2. Коржубаев, А.Г. Мировая энергетика и нефтегазовый комплекс России [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/mirovaya-energetika-i-neftegazovyy-kompleks-rossii>
3. Отраслевые новости [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.abercade.ru/research/industrynews/4641.html>

УДК 662.6/.9
ГРНТИ 44.09.29

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

Хондошко Ю.В., ст. преподаватель кафедры энергетики,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье выявлены и обоснованы основные преимущества сжигания водоугольного топлива. Выполнены расчеты параметров процесса сжигания водоугольного топлива и угля с последующим их сравнением.

Ключевые слова: водоугольное топливо, слоевое сжигание, вредные выбросы.

Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2020 года», основную часть электроэнергии получают за счет выработки ее на тепловых электростанциях. Их удельный вес посуммарной установленной мощности отрасли практически останется на уровне 2000 г. и равен 68-69%.

Стоит отметить, что доля природного газа в общем потреблении первичных энергоресурсов за последние годы существенно возросла и в первую очередь за счет использования его на тепловых электростанциях. Популяризация использования газа в отечественной энергетике привела к нарушению ранее установившегося топливно-энергетического баланса, а следовательно к существенному снижению развития технологий эффективного использования и потребления угля, торфа, биомассы и т.п. Основные проблемы в сдерживании использования угля сложились из-за политики формирования цен на топливные ресурсы, удержания высоких железнодорожных

тарифов на его перевозку и повышенных затрат на приготовление и экологическую безопасность угля как топлива.

В настоящее время перед топливно-энергетическим комплексом России встал ряд глобальных задач, одной из которых является создание и внедрение новых топлив, которые будут служить альтернативой традиционным видам и позволят более эффективно использовать сырье и удешевить вырабатываемую тепловую энергию. Это позволит решить проблемы, вызванные постоянным ростом цен на традиционные энергоресурсы, в том числе на мазут и природный газ, а также низкой эффективностью использования угля.

Одним из альтернативных видов топлив является водоугольное топливо (ВУТ) – это топливо, которое получают при смешивании тонкоизмельченного угля (размеры частиц составляют <200 мкм) или иного углеродсодержащего сырья с водой или водной эмульсией. Доля угля в составе топлива может быть от 52 до 65%, а доля жидкой составляющей – от 35 до 48%.

Самым распространенным сырьем для изготовления ВУТ служат: угли большинства марок – бурые, газовые, длиннопламенные, тощие, антрациты; углеродсодержащее сырье такое как пирокарбон и нефтяной кокс; отходы угольного производства (отсевы с фракциями до 1 – 6 мм, обычно утилизируемые как отход).

При анализе научно-исследовательских работах по данной теме, выявлено особенности, что применение ВУТ по сравнению с другими видами топлив имеет ряд технологических, экономических и экологических преимуществ, большинство из которых объясняется тем, что размеры частиц угля в составе водоугольного топлива обычно не превышают 100 - 120 мкм и выгорание частиц такого размера намного более полное.

Из наиболее значительных экономических преимуществ применения ВУТ можно отметить следующие: снижение затрат на доставку топлива за счёт возможности применения ВУТ как основного, так как для его изготовления можно использовать большинство местных углей; в качестве сырья возможно использование угольных отсеков с фракциями до 1 – 6 мм, обычно утилизируемых как отход; достигается более полное (не менее 97%) сжигание угля в форме ВУТ по сравнению со слоевым сжиганием, что ведёт к отсутствию затрат на утилизацию несгоревшего угля. Всё это позволит уменьшить стоимость топливной составляющей 1 Гкал по сравнению с традиционными видами топлива.

Из наиболее значимых экологических преимуществ стоит отметить, что зола от сжигания такого топлива содержит не более 3% несожжённого углерода, поэтому не требует утилизации и может применяться как наполнитель для бетонов; в качестве сырья для ВУТ можно использовать канализационные стоки и отходы с содержанием органики; возможна утилизация автомобильных покрышек путём получения из них пирокарбона, служащего сырьем для ВУТ; отсутствуют выбросы шлака в атмосферу, т.к. механический недожог угля в составе ВУТ составляет не более 1%; достигается значительное уменьшение выбросов оксидов азота, оксидов углерода и оксидов серы по сравнению со слоевым сжиганием угля.

Для количественной оценки экономического и экологического эффекта применения ВУТ был проведен расчет и сравнение расхода топлива и количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами при сжигании каменного угля и ВУТ.

Сравнение проводилось при следующих условиях: сжигание каменного угля происходит в котле КВр – 0,4 номинальной теплопроизводительностью 0,4 Гкал/ч с КПД

81% (принято по его техническим характеристикам). Сжигание водоугольного топлива производится в котле, имеющем аналогичную теплопроизводительность и КПД 85% (принято усредненным по опубликованным результатам ранее проведенных исследований).

На основании выполненных расчетов, стоит отметить, что потребность в топливе при использовании ВУТ увеличивается на 21% по сравнению с углем ввиду разницы теплоты сгорания, выбросы твердых частиц возрастают на 33%, выбросы оксидов серы снижаются на 15%, выбросы оксидов углерода при применении ВУТ отсутствуют, выбросы оксидов азота снижаются на 41%.

Несмотря на то, что теплота сгорания ВУТ ниже каменного угля, за счет более полного сгорания частиц угля в форме водо-угольной суспензии общий расход топлива будет меньше примерно на 10%.

Стоит так же отметить еще один параметр, по которому проводилось сравнение процесса сжигания ВУТ и каменного угля – это калориметрическая температура горения топлива. Сравнение проводилось на основе следующих условий: температура обоих топлив, подаваемых в котел, равняется температуре помещения и принята в размере 20°C. Температура вторичного воздуха для слоевого сжигания каменного угля также равняется температуре в помещении и принята в размере 20°C, а для сжигания ВУТ данная температура зависит от режима работы котла и находится в диапазоне от 50 до 180°C.

Проанализировав полученные результаты отмечено, что калориметрическая температура горения каменного угля при его слоевом сжигании на 24 – 28 % выше, чем температура горения водоугольного топлива, т.к. последнее содержит воду.

Подводя итог стоит отметить положительные и отрицательные стороны использования ВУТ. В качестве положительных сторон было отмечено что, применение ВУТ является альтернативой каменному углю, общий расход топлива на котел снижается до 10% за счет более полного сгорания частиц угля в форме ВУТ, наблюдается существенное снижение выбросов оксидов и оксидов азота, отсутствуют выбросы оксидов углерода в атмосферу.

Наряду с явными положительными качествами нельзя забывать и о минусах применения рассмотренного вида топлива: увеличение выбросов твердых частиц в атмосферу и калориметрическая температура горения ВУТ ниже, чем у каменного угля.

В заключении можно сказать, что использование ВУТ несомненно имеет положительный эффект как с технической, так и с экономической точки зрения. Что касается повышенного процента выброса твердых частиц, так этот вопрос вполне решаем с помощью применения нескольких ступеней очистки дымовых газов. Теплоту уходящих газов с повышенной температурой можно так же использовать как вторичный энергоресурс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шундулиди, А.И. Об экономической целесообразности использования водоугольного топлива / А.И. Шундулиди, В.И. Мурко, И.В. Хямяляйнен // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2003. – №6. – С. 161-162.
2. Сеницын, А.А. Теория и практика теплообмена: учебное наглядное пособие / А.А. Сеницын, Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов. – Вологда, 2013. – 71 с.
3. Баранова, М.П. Исследование водоугольного топлива из бурых углей / М.П. Баранова, В.А. Кулагин, С.В. Лебедев // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 7. – С. 25-28.
4. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 20 Гкал в час: утв. Госкомитетом по охране окружающей среды 09.07.1999. – Введ. 01.01.2000. – Москва, 1999. – 76 с.

УДК 681.5+621.31
ГРНТИ 50.09.45;44.29

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РЕШЕНИИ СПОРОВ МЕЖДУ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМИ СУБЪЕКТАМИ

Темукуев Б.Б., канд. техн. наук, доцент,
Дышочков Т.Р., бакалавр,
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет,
г. Нальчик, Россия

Аннотация. Рассматриваются результаты исследования качества электрической энергии с использованием автоматизированной системы с радиоканалами обмена данными. Зафиксированные прибором учета параметры качества электрической энергии, предполагается использовать при составлении искового заявления для снижения платы за поставку некачественной электроэнергии.

Ключевые слова: электрическая энергия, качество электрической энергии, отклонение напряжения, отклонение частоты.

В России придается большее значение внедрению автоматизированных информационных систем контроля и учета электрической энергии, в том числе приборов контролирующих качество электрической энергии с последующим комплексным информационно-аналитическим и сервисным обслуживанием, а также проведению мероприятий, направленных на повышение уровня энергоэффективности и энергосбережения.

Нами проведены аналитические исследования параметров качества электрической энергии, используемых для представления заключения при оказании юридических услуг по взысканию стоимости электрической энергии ненадлежащего качества.

Данные многофункциональных приборов учета трансформаторного включения, с функцией учёта активной, реактивной энергии и мощности в трёхфазных сетях переменного тока с широким диапазоном номинальных напряжений в режиме многотарифности, хранения и передачи измеренных данных в энергонезависимой памяти, а также передачи их по цифровым и импульсным каналам связи, установленных на объектах ООО «ЕвроСибОйл», используемых при обеспечении коммерческих расчетов между потребителем и гарантирующим поставщиком. Энергоснабжение ООО «ЕвроСибОйл» осуществляется на основании заключенного Договора энергоснабжения с АО «Калмэнергосбыт» от 28.02.2014 г. № 3610450.

В соответствии с требованиями статьи 38 Федерального закона от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» определены гарантии надежного обеспечения потребителей электрической энергией [1]. Статьей 40 постановления Правительства РФ от 04.05.2012 г. № 442 «требования к качеству поставляемой электрической энергии, которые должны соответствовать требованиям законодательства Российской Федерации» [2].

Надежность, как одно из требований к системам энергоснабжения промышленных потребителей, определяется числом независимых источников питания и схемой электроснабжения. По надежности электроснабжения в соответствии с требованиями [3] объекты ООО «ЕвроСибОйл», исходя из фактической схемы электроснабжения потребителя, соответствует третьей категории надёжности электроснабжения.

Энергоснабжающая организация несет установленную законодательством Российской Федерации административную, уголовную или гражданско-правовую ответственность за: нарушение качества предоставления потребителю услуг; вред, причиненный жизни, здоровью и имуществу потребителя вследствие нарушения качества предоставления электроснабжения, вследствие не предоставления потребителю полной и достоверной информации о предоставляемых услугах; убытки, причиненные потребителю в результате нарушения исполнителем прав потребителей, в том числе в результате договора, содержащего условия, ущемляющие права потребителя; моральный вред (физические или нравственные страдания), причиненный потребителю вследствие нарушения исполнителем прав потребителей, предусмотренных гражданским кодексом.

Показателями качества электроэнергии, оговоренными п. 4.2 ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», при продолжительном изменении характеристик напряжения электропитания являются: отклонение частоты; медленные изменения напряжения; колебания напряжения и фликер; несинусоидальность напряжения; несимметрия напряжений в трехфазных системах [4].

На территории Республики Калмыкия установлено три прибора учета типа А1802RALQ-P4GB-DW-GS-4 по адресам (диспетчерское наименование): ПС 110/35/10 кВ «Комсомольская» ВЛ-10 кВ «Надеждинка» п. Комсомольский; ПС 110/35/10 кВ «Комсомольская» ВЛ-10 кВ «Нефть» п. Комсомольский; ПС 35/10 кВ «Прикумская» ВЛ-10 кВ «ЧНГДУ» п. Прикумский.

Функциональность приборов учета: измерение активной и реактивной мощности с классом точности 0.2S в многотарифном режиме (6 величин); измерение параметров электросети с нормированными погрешностями; фиксация максимальной мощности нагрузки с заданным усреднением (от 1 до 60 мин); фиксация даты и времени максимальной активной и реактивной мощности для каждой тарифной зоны; запись и хранение данных графика нагрузки и параметров сети в памяти счётчика; передача результатов измерений по цифровым и импульсным каналам связи; автоматический контроль нагрузки и сигнализация о выходе параметров сети за установленные пределы; учёт потерь в силовом трансформаторе и линии электропередач.

Ввод в эксплуатацию установленных приборов учета был осуществлен представителями Филиала ПАО «МРСК Юга» – «Калмэнерго», о чем имеются соответствующие акты, что документально подтверждает соответствие требований к организации учета электрической энергии, в соответствии с требованиями Правил организации учета электрической энергии на розничных рынках [2].

В течение 365 суток (01.01.2017 г. – 31.12.2017 г.) совокупное время отклонения напряжения электрического тока от требований ГОСТ 32144-2013 [4] составило по точкам учета:

- А1802RALQ-P4GB-DW-GS-4 № 01295332 (ПС 110/35/10 кВ «Комсомольская» ВЛ-10 кВ «Надеждинка», п. Комсомольский) – 3 638 минут или 151,55 часа;
- А1802RALQ-P4GB-DW-GS-4 № 01295330 (ПС 110/35/10 кВ «Комсомольская» ВЛ-10 кВ «Нефть», п. Комсомольский) – 9 882 минуты или 164,70 часа;
- А1802RALQ-P4GB-DW-GS-4 № 01295331 (ПС 35/10 кВ «Прикумская» ВЛ-10 кВ «ЧНГДУ», п. Прикумский) – 47456 минут или 790,93 часов.

В соответствии с ГОСТ 32144-2013 системой электроснабжения общего назначения является совокупность электроустановок и электрических устройств, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей электрических сетей, а точкой общего присоединения – электрически ближайшая к конкретной нагрузке пользователя сети точка, к которой присоединены нагрузки других

пользователей сети; при этом потребителем электрической энергии является юридическое или физическое лицо, осуществляющее пользование электрической энергией (мощностью) на основании заключенного договора.

Пунктом 2 статьи 542 ГК РФ определено, что в случае нарушения энергоснабжающей организацией требований, предъявляемых к качеству энергии, абонент вправе отказаться от оплаты такой энергии. При этом энергоснабжающая организация вправе требовать возмещения абонентом стоимости того, что абонент неосновательно сберег вследствие использования этой энергии. Снижение платы за нарушение бесперебойности круглосуточного электроснабжения сверх допустимой продолжительности перерыва за исследуемый период не имелось.

Тарифы, использованные в расчетах, применялись исходя из цен, опубликованных на сайте АО «Калмэнергосбыт» и согласно подписанным между поставщиком и потребителем отчетами о потреблении электроэнергии, актами приёма-передачи по отпуску электроэнергии и счетами-фактурами за январь-декабрь 2017 года.

Таким образом, совокупное снижение платы за некачественную электрическую энергию по всем трём точкам поставки за период с 01.01.2017 г. по 31.12.2017 г. должно составить 3,73% или 2 121 992,35 рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».
2. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 г. № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» оговорены существенные условия договора купли-продажи (поставки) электрической энергии (мощности), среди которых имеется «требования к качеству поставляемой электрической энергии, которые должны соответствовать требованиям законодательства Российской Федерации».
3. «Правила устройства электроустановок», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204.
4. ГОСТ 32144-2013. «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения».

УДК 621.311
ГРНТИ 49.29.29

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ «УМНЫХ ГОРОДОВ»

**Сметанникова Е.С., студент,
Кубарьков Ю. П., д-р. техн. наук,
профессор кафедры электрических станций,
Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Россия**

Аннотация. Главное направление, в котором движется инновационная деятельность с целью создания «умного» города – это экологическая политика. Новые технологии помогут улучшить жизнь населения и пересмотреть свои системы распределения энергии.

Ключевые слова: «умные» города, электрические устройства, микросеть, энергосистема.

Во всем мире урбанизация будет только увеличиваться. Если сейчас города занимает половина населения мира, то 2050 население займет три четверти.

По мере того, как города продолжают расти, становится все более важным найти лучшие способы управления этими группами населения и услугами, которые им требуются.

Чтобы справиться с быстрым ростом городов, следует изучить и внедрить новые способы управления городами. Многие фирмы, корпорации, организации предлагают множество вариантов решения данной проблемы, например, конвергенция между цифровой технологией и миром энергии или Energy 3.0 откроет путь для новой экосистемы услуг, которая позволит улучшить качество жизни и сократить потребление энергии.

Продвижение интернета для создания «умных городов»

В современное время качество воздуха и воды, движение людей и объектов, изменения погоды, дорожного движения, производства и потребления энергии, могут измеряться датчиками, отслеживаться и взаимосвязано передаваться по информационным сетям в режиме «онлайн». Именно через соединения информационно-коммуникационными средствами зданий, заводов, автомобилей, электростанций, освещения, города будут «умными».

Необходима разработка открытых стандартов по структуризации получаемых наборов данных для их передачи каналам связи. Нужна работа над квалификацией, обучением: электриков, инженеров-тепловиков, строительных компаний, менеджеров объектов, после этого они смогут совместно подключить и обслуживать соответствующее оборудование. Будучи специалистами в области энергетики, они будут занимать ключевое место в информировании, обучении персонала в электрической инфраструктуре, а также в интеграции электрических устройств и создании простых в установке комплексных электрических решений. В настоящее время мы находимся в мире, в котором специалисты могут автоматизировать производство энергии, ее потребление и эта тенденция быстро набирает обороты.

Права и обязанности людей в «умных городах»

Энергетическое развитие, также, как и IT-революция вызвано и определяется потребностей людей. Так же как социальные сети научили людей настраивать свой профиль и создавать информацию, новые технологии научат людей обеспечивать производство, передачу и потребление энергии.

Города дадут возможность использовать данные, которые будут созданы новыми технологиями, например, предупреждения об авариях. Ответственные предприятия будут следить за обеспечением сбора и доступностью этих данных для общества.

Предприятия смогут предлагать индивидуальные предложения для людей, например, показания счетчиков, которые помогут коммунальным службам разрабатывать новые тарифы.

Многочисленные города являются самыми активными потребителями электроэнергии из-за чего происходит выброс огромного количества углерода в окружающую среду. Из этого следует следующая проблема: экологическая. Возникает вопрос: как нужно потреблять электроэнергию, чтобы наносить минимальный вред окружающей среде?

Влияние микрогрид на развитие электроснабжения

Микрогрид или по-другому микросеть – это централизованная энергосистема, предлагающая создание своих энергосетевых структур, которые смогут работать автономно на определенной территории.

Микрогрид имеет собственные источники генерации энергии и выполняет задачу обеспечения спроса потребителей при максимальных (пиковых) нагрузках.

Современные микрогрид используют возможности новых возобновляемых источников электроэнергии.

Главной задачей в городской «умной» энергосистеме, является децентрализация производства и распределения электроэнергии, сделать ее более доступной для потребителя.

Безусловно, эта новая система и привыкнуть к ней будет непросто, но проекты с микрогрид дают представление о том, как локальная распределенная энергетическая инфраструктура может повысить устойчивость системы.

Современные микрогриды очень надежны, если ориентироваться на статистику о перебоях в подаче электроэнергии в Америке, которые возникают из-за штормов, лесных пожаров и т.д., можно утверждать, что микрогриды могут обеспечить бесперебойным электроснабжением потребителей и сохранить устойчивость критической инфраструктуры сети при крупных отключениях.

Эффективность технологий

Современные энергетические технологии вносят огромный вклад в надежную работу электрических систем.

Энергетический скачок представляет значительные проблемы для тех, кто работает над сокращением спроса на электроэнергию в городах. Рост электромобилей является важной частью усилий по повышению качества воздуха, особенно в городах, но обеспечение дополнительного спроса, вызванного десятками тысяч энергоемких EV гибридных модулей, станет одной из ключевых задач для управления энергопотреблением в умном городе.

В этом контексте важен любой резерв экономии от эффективных схем энергоснабжения и стимулов баланса спроса и предложения, в то время как новые возникающие инновации, начиная от транспортных средств до роста нагрузки потребителей в электрических сетях, подтверждают, что электроснабжение потребителей от крупных электростанций остается в силе. Это периоды пикового спроса, иногда с резким увеличением генерации, при условии преодоления технических и нормативных препятствий.

Финансирование новых концепций современного города

Конечно, если бы эти умные концепции современного города были простыми или дешевыми, все бы ими пользовались. Дело в том, что модернизация электрической сети – это техническая задача, которую коммунальные системы, часто занимающиеся инфраструктурой, изо всех сил пытались воплотить в течение десятилетий. Проекты с интеллектуальной сетью могут предлагать долгосрочные решения для городских энергетических проблем, но во многих городах нет финансов для больших инвестиций в это интересное решение.

Коммунальные предприятия по-прежнему играют важную роль в подготовке текущих сетей для более совершенных интеллектуальных городских технологий. Альтернативные механизмы финансирования, такие как, партнерские отношения между государственным и частным секторами, могут предлагать новые способы финансирования необходимых улучшений, договоров на выполнение контрактов и других концессионных соглашений, обеспечивающих способы возмещения инвестиций без чрезмерного напряжения для тарифных плательщиков. Таким образом, для

коммунальных служб есть новые возможности для использования новых технологий в умных городах будущего, но для достижения этих целей потребуется прогрессивное мышление.

«Новые формы производства и потребления энергии в городах бросают вызов традиционным бизнес-моделям, в то же время они представляют широкий спектр новых возможностей».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Adelaja, S., Shaw, J., Beyea, W., &McKeown, J. C. (2010). Renewable energy potential on brownfield sites: A case study of Michigan. *Energy Policy*, 38(11), 7021-7030.
2. Evans, B. (2012). Critical Success Factors of Renewable Energy Cooperatives in Ontario. Presented at ONSEP Conference.
3. Handbook on Siting Renewable Energy Projects While Addressing Environmental Issues, EPA/ Office of Solid Waste and Emergency Response, 2013.
4. Milbrandt, A.R., Heimiller, D.M., Perry, A.D., & Field, C.B. (2014). Renewable energy potential on marginallands in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 473-481.

УДК 621.317
ГРНТИ 44.29

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХТАРИФНОГО СЧЕТЧИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**Светличный С.В., ст. преподаватель,
Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Россия,**

Аннотация. В статье рассмотрен способ экономичного потребления электроэнергии за счет применения двухтарифного счетчика электрической энергии марки Меркурий 230 ART-02 и электронного таймера KG316T.

Ключевые слова: экономичность потребления, ночной и дневной тариф, электронный таймер KG316T, двухтарифный счетчик электрической энергии.

С каждым повышением тарифов на энергоресурсы растет актуальность проблемы энергоэффективности и энергосбережения. В качестве одной из мер, позволяющих сэкономить на расходах за электроэнергию, предлагается установка многотарифного счетчика электрической энергии. Практически во всех странах Европейского Союза двухзонные счетчики электроэнергии являются обычным явлением, позволяющим снизить затраты при минимальных вложениях. В России относительно недавно стали устанавливать такие устройства учета электричества. Дифференциация учета потребления электрической энергии позволяет: во-первых, снизить нагрузки на электросеть в пиковые периоды; во-вторых, существенно уменьшить стоимость используемой электроэнергии [1].

На сегодняшний день многие хозяева домов и квартир заинтересованы в экономии потребления электроэнергии. Связано это с тем, что в последнее время выпускается мощная бытовая техника, которая требует увеличения потребления электроэнергии. Одним из способов сокращения материальных затрат является установка счетчика на два тарифа.

Принцип работы двухтарифного счетчика состоит в том, что в разное время суток стоимость 1 кВт электроэнергии будет отличаться. Ночью киловатт будет стоить в несколько раз меньше, чем днем. Первым делом в этом заинтересованы электроподстанции, вырабатывающие электроэнергию. Как правило, утром и вечером нагрузка на подстанцию стремительно возрастает из-за повышенного потребления электричества предприятиями и потребителями. В результате подстанция работает неравномерно, а это приводит к быстрому износу оборудования и неравномерному расходу топлива (газа, нефти либо угля). Чтобы уменьшить дневной и увеличить ночной расход электроэнергии были введены двухтарифные счетчики электроэнергии.

Основными преимуществами двухтарифного счетчика электроэнергии:

- Экономия собственных средств (окупаемость изделия составляет около 1 года).
- Помощь в работе электростанции (производители электроэнергии будут реже ремонтировать оборудование и экономить топливо на генерацию тока).
- Сокращение вредных выбросов в атмосферу. Из-за неравномерного потребления электричества, станция скачкообразно потребляет топливо, поэтому днем и ближе к вечеру вредные выбросы будут интенсивно загрязнять окружающую среду.

Несмотря на свои плюсы у счетчика на два тарифа есть и недостатки, заключающиеся в том, что далеко не во всех регионах дневная и ночная стоимость киловатта электроэнергии выгодная для потребителей. После установки двухтарифного счетчика необходимо правильно пользоваться ночным и дневным потреблением электроэнергии, иначе ни о какой экономии не будет и речи.

В ночное время (соответственно с 23.00 до 07.00), когда один кВт электроэнергии намного дешевле нужно использовать мощные электроприборы: стиральная и посудомоечная машина, электрические насосы, теплые полы, электрокотел, кондиционер, электрическая плита, чтобы сэкономить средства, а подстанция сэкономила бы свои материальные расходы. В противном случае (при дневном включении), затраты на оплату электроэнергии только вырастут [2].

Расчет проводился для отдельный дома, к которому подведено трехфазное напряжение 380 В. Для отопления помещения с жилой площадью 44,0 м² используется аппарат отопительный с водяным контуром АОТВК -2-25-6, который работает на твердом топливе (дрова, брикеты) и на электричестве. В котел АОТВК -2-25-6 встроено электрический блок-ТЭН общей мощностью 6 кВт - три ТЭНа по 2 кВт. С помощью пульта управления ПУ-1 можно регулировать электрическую мощность 2; 4; 6 кВт, и регулировать нормальную температуру в помещении. Для управления работой котла отопления в схему включается электронный таймер KG316Т для автоматического включения и выключения отопления. Таймер имеет 8 программ для задания времени включения и отключения тэнов отопительного котла, а также дня недели или различных комбинаций дней недели [3].

Чтобы выявить преимущества использования двухтарифного счетчика марки Меркурий 230 ART-02 перед однотарифным и целесообразность его установки, мы провели расчет потребления электроэнергии для электрического котла отопления АОТВК -2-25-6 за шесть месяцев с июля 2018 по декабрь 2018 года.

В настоящее время в Амурской области с 1 июля 2018 года до 1 января 2019 года действуют следующие тарифы на электроэнергию для населения, проживающих в домах с электроплитами:

- однотарифный тариф – 2,55 (р./кВт·ч)
- однотарифный тариф, дифференцированный по двум зонам суток:
- дневной тариф – 2,93 (р./кВт·ч)
- ночной тариф – 0,81 (р./кВт·ч)

Данные расчеты показывают, что ночное потребление электроэнергии довольно высокое 74-90%, экономия по сравнению с однотарифным счетчиком составляет за полгода 6769,10 рублей. Эта сумма экономии покрыла расходы на приобретение двухтарифного счетчика Меркурий 230 ART-01 – 5000 рублей и программируемого реле времени (таймера) KG316T – 1000 рублей [3].

Таблица 1

Потребление электроэнергии с июля 2018 г. по декабрь 2018 г.

Месяц	Начислено, кВт•ч T1 - День T2 - Ночь Итого:	К оплате, рублей		Экономия	
		Двухтарифный (День 2,93), (Ночь 0,81) Итого	Однотарифный (2,55)	% ночного потребления	Рублей
Июль	70кВт•ч	226,40	688,50	74,07%	300,10
	200кВт•ч	162,00			
	270 кВт•ч	388,40	688,50		
Август	75кВт•ч	219,75	1262,25	84,84%	702,30
	420кВт•ч	340,20			
	495 кВт•ч	495	1262,25		
Сентябрь	85кВт•ч	249,05	2014,50	89,24%	1194,40
	705кВт•ч	571,05			
	790 кВт•ч	790	2014,50		
Октябрь	90кВт•ч	263,70	2448,00	90,62%	1479,60
	870кВт•ч	704,70			
	960 кВт•ч	960	2448,00		
Ноябрь	95кВт•ч	278,35	2537,25	90,45%	1529,90
	900кВт•ч	729,00			
	995 кВт•ч	995	2537,25		
Декабрь	100кВт•ч	293,00	2460,00	90,19%	1562,80
	920кВт•ч	745,20			
	1020 кВт•ч	1020	2601,00		
Итого:					6769,10

Если у Вас в квартире или доме имеется большое количество электроприборов, таких как, стиральная и посудомоечная машина, электрические насосы, теплые полы, электродуховка, кондиционер, электрическая плита и другие мощные приборы, работающие круглосуточно или преимущественно по ночам, то установка двухтарифного счетчика электроэнергии для вас однозначно будет более выгодна, чем однотарифного счетчика. Для потребителей населенных пунктов ночные тарифы на электроэнергию дают возможность значительно уменьшить затраты на отопление. Деревянный дом в черте города отапливается электрическим котлом отопления при этом затрачено меньше дров для обогрева помещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выгодно ли ставить многотарифные счетчики электроэнергии? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://homo-habilis.ru/bytovaya-tehnika/177-vygodno-li-stavit-mnogotarifnye-schetchiki-elektroenergii>. (Дата обращения: 20.02.2019).
2. Мясоедов, А. Преимущества и недостатки двухтарифных счетчиков. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://samelectrik.ru/preimushhestva-i-nedostatki-dvuxtarifnyx-schetchikov.html>. (Дата обращения: 20.02.2019).
3. Светличный, С.В. Энергосбережение при автоматическом управлении электрическим котлом отопления [Текст] /С.В. Светличный//Агропромышленный

комплекс: проблемы и перспективы развития: матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 11 апреля 2018 г.). В 2 ч. Ч.1. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – С. 157-161.

УДК 621.319.4
ГРНТИ 44.29

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАРЯДА ИОНИСТОРА С НУЛЕВЫМ НАЧАЛЬНЫМ УСЛОВИЕМ

Русинов В.Л., руководитель студенческого конструкторского
бюро «Промышленная робототехника и автоматизация» кафедры
автоматизации производственных процессов и электротехники;

Макаров Н.А., студент,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье приводится схема замещения процесса и дифференциальное уравнение заряда ионистора, решение этого уравнения при нулевом начальном условии с источником постоянной ЭДС.

Ключевые слова: ионистор, схема замещения, электрическая емкость, фарада, ток, напряжение.

Процесс заряда ионистора представляет собой переходный процесс, который хорошо описывается линейным дифференциальным уравнением первого порядка с постоянными коэффициентами. Для записи ДУ используется схема замещения ионистора и реального источника ЭДС.

Рассмотрим наиболее распространённую схему замещения ионистора, используемую для анализа электрических цепей с ионисторами, рисунок 1.

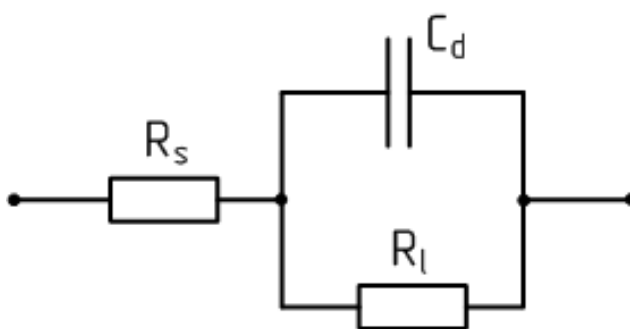


Рис. 1. Электрическая схема замещения ионистора

R_s – эквивалентное последовательное сопротивление (Equivalent Series Resistance);

R_l – сопротивление утечки, учитывающее саморазряд;

C_d – номинальная емкость ионистора

Схема замещения заряда ионистора

Модель процесса заряда получаем из схемы замещения ионистора, в которую вводим реальный источник ЭДС (рис. 2). Получаем схему включения, в которой напряжение на емкости (независимое начальное условие) равно нулю: $u_C(0) = 0$.

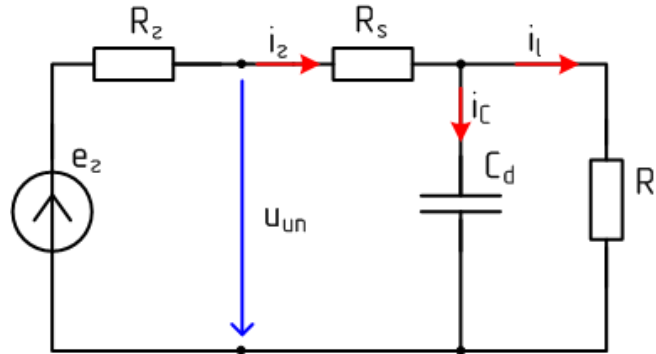


Рис. 2. Расчётная схема замещения заряда ионистора

Система уравнений электрического равновесия цепи:

$$\begin{cases} i_z = i_C + i_l, \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} (R_z + R_s)i_z + \frac{1}{C_d} \int i_C dt = e_z, \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \frac{1}{C_d} \int i_C dt = R_l i_l. \end{cases} \quad (3)$$

Дифференцируем (1) и (2) по t , получаем ДУ относительно токов:

$$\begin{cases} i_z = i_C + i_l, \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} R \frac{di_z}{dt} + \frac{1}{C_d} i_C = \frac{de_z}{dt}, \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \frac{1}{C_d} i_C = R_l \frac{di_l}{dt}, \end{cases} \quad (6)$$

где $R = R_z + R_s$.

Преобразуем систему к одному дифференциальному уравнению относительно тока i_C .

В (5) подставляем (1):

$$R \frac{di_C}{dt} + R \frac{di_l}{dt} + \frac{1}{C_d} i_C = \frac{de_z}{dt}. \quad (7)$$

Выражаем $\frac{di_l}{dt}$ из уравнения (6):

$$\frac{1}{R_l C_d} i_C = \frac{di_l}{dt}. \quad (8)$$

Подставляем (8) в (7), делим всё на R , получаем ДУ относительно искомой переменной:

$$R \frac{di_C}{dt} + \frac{R}{R_l C_d} i_C + \frac{1}{C_d} i_C = \frac{de_z}{dt}. \quad (9)$$

$$\frac{di_C}{dt} + \frac{R + R_l}{RR_l C_d} i_C = \frac{1}{R} \frac{de_z}{dt}. \quad (10)$$

Решим полученное дифференциальное уравнение, т.е. определим закон изменения тока i_C . Общее решение такого уравнения состоит из суммы свободной и принужденной составляющих [2]:

$$i_C(t) = i_{C.c\phi}(t) + i_{C.np}(t). \quad (11)$$

Свободная составляющая – это решение однородного ДУ:

$$\frac{di_{C.c\phi}}{dt} + \frac{R + R_l}{RR_l C_d} i_{C.c\phi} = 0, \quad (12)$$

которая записывается в виде:

$$i_{c\phi}(t) = B e^{pt}. \quad (13)$$

где B – постоянная интегрирования; p – корень характеристического уравнения

$$p + \frac{R + R_l}{RR_l C_d} = 0, \quad (14)$$

откуда

$$p = -\frac{R + R_l}{RR_l C_d}. \quad (15)$$

Определим принуждённую составляющую. В установившемся режиме, когда зарядился ионистор, ток $i_C = i_{C.np} = 0$, тогда (12) запишется в виде:

$$i_C(t) = B e^{-\frac{R + R_l}{RR_l C_d} t}. \quad (16)$$

Постоянную интегрирования B найдём, подставив в (16) зависимое начальное условие $i_C(0)$, которое определим из следующих соотношений:

В момент коммутации ($t = 0$) имеем:

$$i_l(0) = \frac{u_C(0)}{R_l} = \frac{0}{R_l} = 0, \quad (17)$$

$$i_z(0) = i_C(0) + i_l(0) = i_C(0) + 0. \quad (18)$$

Тогда

$$i_C(0) = i_z(0) = \frac{e_z}{R}, \quad (19)$$

и постоянная интегрирования определяется из соотношения:

$$\frac{e_z}{R} = B. \quad (20)$$

Запишем закон изменения тока на ёмкости:

$$i_C(t) = \frac{e_z}{R} e^{-\frac{R + R_l}{RR_l C_d} t}. \quad (21)$$

Полученный закон изменения тока заряда ионистора позволяет анализировать влияние параметров элементов схемы замещения с целью выбора характеристик источника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Conway, B.E. Electrochemical supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications / B.E. Conway. – New Yourk, 1999.
2. Усенко В.И. Математические модели в электротехнике и автоматике: учебное пособие. Часть 1. Временные модели. Теоретические сведения с примерами решения задач. / В.И. Усенко, В.Л. Русинов, М.В. Романова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2008. – 240 с.
3. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. / Л.А. Бессонов. – М.: Гардарика, 2002. – 638 с.

УДК 637.1+621.31

ГРНТИ 637.1+621.31

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ
СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Раицкий Г.Е., канд. техн. наук, доцент кафедры технического обеспечения производства и переработки продукции животноводства;
Леонович И.С., ассистент кафедры технического обеспечения производства и переработки продукции животноводства,
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Аннотация. В статье рассмотрены причины и последствия потерь готового сухого продукта и тепловой энергии в процессе сушки.

Ключевые слова: распылительные сушильные установки, тепловой баланс, конструктивные причины потерь продукта и тепловой энергии.

Распылительные сушильные установки широко используются в молочной промышленности России и Беларуси. С их использованием производят целый ряд сухих молочных продуктов. В основном это сухое молоко различной жирности, продукты переработки сыворотки, сухие компоненты заменителей цельного молока. В Беларуси наблюдается рост количества сушильных установок и объемов производства сухих продуктов, замена устаревших малопроизводительных на более современные, с объемом испаренной влаги в интервале 1-3 тыс. кг/ч. Вместе с тем принципиально ни процесс сушки, ни конструктивные решения его организации не изменяются.

Процесс сушки, с использованием конвективных распылительных сушилок, самый энергозатратный из всех используемых обезвоживающих в пищевой промышленности. Например, современные вакуум-выпарные установки с использованием 1 кг пара обеспечивают испарение до 17 кг влаги из молочных продуктов, а при сушке на извлечение 1 кг влаги затрачиваются около 3 кг пара. При этом вакуум-выпарные установки используют низкопотенциальное тепло многократно, не имеют технологических зон потери продукта, кроме исключительно аварийных ситуаций, которые редки и технологически легко предупреждаемы. В распылительных установках используют высокопотенциальную тепловую энергию в виде водяного пара с давлением в интервале 12-16 кг·с/см², из паровых котлов, или непосредственно нагретый воздух в теплогенераторах. Температура теплоносителя-воздуха на входе в систему сушильной установки находится в диапазоне 180-220°C, во взаимосвязи с особенностями высушиваемого продукта. В окружающую среду выводится весь объем теплоносителя с

температурой 70-180°C. Вопрос рекуперации тепла не решается по причине большого количества включений готового сухого продукта в отработанном теплоносителе.

В окружающую среду выводится не просто нагретый, увлажненный воздух-теплоноситель, но пыль, с большим содержанием твердых частиц готового сухого продукта. Известные европейские фирмы «Шварте» и «Ниро-Атомайзер» признают, что пыль на выходе из их исправных, регулированных сушильных установок содержит в своем составе 250-270 мг сухого продукта в каждом метре кубическом отработанного воздуха-теплоносителя [1]. Установки VR-4 различных модификаций, выпускаемых словацкой фирмой «Вздухоторг», по их собственной оценке теряют не менее 7% от всего количества полученного сухого продукта. Наши исследования работающих установок показывают, что на переходных режимах, при выведении на рабочий режим и при окончании процесса сушки потери возрастают на 10-20% в сравнении с устойчивым постоянным режимом сушки [2]. Несовершенство оборудования систем аспирации, в том числе адгезия на внутренних деформированных или неочищенных поверхностях циклонов, подсосы воздуха через шлюзовые переходы значительно увеличивают указанные номинальные потери. Основная часть высушенного продукта выводится из сушильной башни гравитационным способом по её стенкам. В теплоносителе остаются мелкие, витающие в объеме башни частицы. Типовым оборудованием осаждения этих частиц в установках являются циклоны, с диаметром цилиндрической части в интервале 2-3 м, во взаимосвязи с объемом транспортируемого воздуха теплоносителя 46-130 тыс. м³/час. Известно, что инерционное осаждение на стенки циклона обеспечивается за счет достаточной массы осаждаемой частицы, создающей силу инерции достаточную для преодоления слоя потока воздуха-теплоносителя и минимально возможного пути осаждения, т.е. толщины этого слоя. Таким образом мелкие частицы в широком слое теплоносителя не имеют шансов быть осажденными по стенкам циклонов и выносятся потоком в окружающую среду в виде безвозвратных потерь и загрязнителей. В республике Беларусь в настоящее время природоохранными органами введена предельная норма выбросов в 50 мг/м³, что в разы меньше действительных, конструктивно и технологически обусловленных. Большие потери продукта, на производство которого затрачена не только энергия в процессе сушки, но и на всех предварительных этапах, включающих кормопроизводство, содержание, обслуживание молочного стада, все процессы обработки молока на молочных заводах, являются не единственными, влияющими на энергоэффективность сушки. Много энергии затрачивается на перегрев влаги, поступающей с воздухом в системы калориферов или теплогенераторов из окружающей среды. Единственной операцией кондиционирования такого воздуха в подавляющем большинстве случаев является его очистка от механических включений. Снижение влагосодержания осуществляется только в сушилках с наличием устройств досушки в псевдооживленном слое, непосредственно в сушильной башне и только для этой зоны.

Между тем, влагосодержание составляет от 1,37 г/м³ при температуре -15°C, до 27,6 г/м³ при температуре воздуха в +30°C [2]. В весенне-летне-осенний период, в сушилках вводится количество влаги почти равное нормативной испарительной способности сушилки. Номинальное для VRA-4 это 1000 кг испаренной влаги из продукта в час, а для 46000 м³ воздуха, поступающего за это время в сушильную установку, при влагосодержании 20 г/м³ (t=25°C) приток составляет 920 кг/час, при парциальном давлении водяных паров 3107 Па в объеме воздуха-теплоносителя. Следовательно, возникают дополнительные затраты на перегрев этих паров и снижается производительность по испаренной влаге из продукта. При повышении давления в сушильной башне сохранение материального баланса сушки осуществляется только за счет повышения температуры теплоносителя. В условиях распылительных сушилок эта регулировка осуществляется уменьшением подачи сгущенного продукта в сушильную башню, т. е. снижением её производительности.

Третья, главная составляющая энергопотерь заключается в невозможности рекуперации тепла, возврата его с теплоносителем, по причине высокого содержания в теплоносителе частиц продукта. Вопросы кондиционирования по влажосодержанию принципиально решаемы [3]. Но даже незначительное остаточное количество молочных продуктов в рециркулируемом воздухе теплоносителя приводит к механическому и микробиальному загрязнению коммуникаций конденсации водяных паров, калориферов паровых подогревателей воздуха, камер огневого нагрева при использовании теплогенераторов. В настоящее время молочные заводы используют некоторое количество фильтровальных устройств, в основном с установками VR, позволяющими очистить воздух-теплоноситель до 98-99% по твердому продукту. При обеспечении их долговременной стабильности по этому показателю, разработка мероприятий по системе очистки остатков на промежуточных стадиях кондиционирования рециркулирующего воздуха-теплоносителя, например, в системе конденсации водяных паров, открываются перспективы рекуперации тепловой энергии на сушильных распылительных установках. Но следует понимать, что упомянутые рукавные фильтры не решают проблему очистки теплоносителя на больших установках с производительностью по воздуху более 50 тыс. м³/час. Решение следует искать на разработке и использовании систем мокрой очистки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раицкий, Г.Е. К вопросу больших потерь при сушке молочных продуктов на распылительных сушилках / Г.Е. Раицкий, И.С. Леонович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2015. – Т.31: Зоотехния. – С. 182-191.
2. Раицкий, Г.Е. Совершенствование технологического оборудования обезвоживания продукции в мясомолочной промышленности / Г.Е. Раицкий, И.С. Леонович // Отчет по госбюджетной научно-исследовательской работе / УО «ГГАУ». – Гродно, 2014 - 2018.
3. Способ кондиционирования воздуха, используемого в качестве сушащего агента в распылительной сушильной установке. Патент РБ на изобретение №20296 С2 2014 08 30, МПК F24F 3/00/ И.С. Леонович, Г.Е. Раицкий, О.П. Шабунько, А.С. Коломиец.

УДК 537+581

ГРНТИ 45.03.05; 43.29

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИКРОТОКОВ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент;

Мармус Т.Н., канд. с-х. наук, доцент

кафедры электроэнергетики и электротехники,

Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Россия,

Журко В.С., ассистент кафедры технического

обеспечения производства и переработки продукции животноводства,

Гродненский государственный аграрный университет,

г. Гродно, Республика Беларусь

Аннотация. В статье проводится оценка влияния микротоков на прорастание семян томатом под действием электрического тока.

Ключевые слова: электрический ток, семена, малые напряжения, синтез АТФ, микротоки

Многочисленные опыты и эксперименты, проводившиеся учеными из разных стран, посвященные выяснению положительной составляющей электромагнитного влияния на живые организмы, приводит к таким же многочисленным теориям и гипотезам. Исследователи проводили эксперименты, по электромагнитному воздействию используя различные параметры тока, напряжения, частоты тока, тепла, давления и т.д. Практически во всех опытах было зафиксировано положительное влияние на семена сельскохозяйственных культур при определенных параметрах воздействия и были сделаны попытки объяснить процесс взаимодействия между биологической структурой и внешним физическим воздействием.

Полученные по результатам экспериментов результаты свидетельствуют, что обработка низкочастотным магнитным полем приводит к повышению всхожести и скорости прорастания семян, также отмечается отсутствие на обработанных семенах плесени, которая как правило, развивается на продуктах и семенах с истёкшим сроком хранения после нескольких суток набухания. Проведенные исследования свидетельствуют об активизации метаболизма при воздействии низкочастотным магнитным полем на ряде этапов набухания семян пшеницы. Величина эффекта зависит от выбранного времени набухания, она наиболее значительна в интервале между 12 и 22 часами после начала обработки [1].

Скорость прорастания семян и их развитие зависит от скорости деления растительных клеток, которое, в свою очередь, зависят от запасенной энергии в виде АТФ. Запасенная АТФ является основным источником энергии в растительной клетке. Интересно, что процесс окисления АДФ до АТФ напоминает работу электрогенератора, в результате работы которого выделяется энергия, а энергия для работы электрогенератора очень похожа на электрическую цепь. Электрогенератор представлен в растительных клетках в виде АТФ – синтазы, а электрическая цепь в виде дыхательной цепи переноса электронов (окислительное фосфорилирование).

Целью экспериментов является выявление эффективного способа доставки ионов водорода и молекул кислорода в митохондрии, для стимуляции и ускорения дыхательного процесса клетки, что приведет к активному запасанию АТФ. Также требуется найти способ ускоренного выхода клеток из состояния покоя.

Для достижения поставленных цели нами предлагается использовать низкие внешние токи и напряжения, чтобы простимулировать, а не сбить естественные процессы клетки.

Для отработки технологии и определения диапазона и способа воздействия проведена обработка семян томатов, предназначенных для выращивания в теплицах. Нами использовался вариант с тепличными растениями, так как они в процессе роста испытывают недостаток, как в солнечном облучении, так и в питательных веществах, а также влияние других негативных факторов. Токи получали путем подключения полупроводникового транзистора с оголённым кристаллом, который в этом случае становится источником микротоков порядка 20 мА. Семена помещали в чашу Петри, в которую так же помещались контакты транзистора. Использование транзистора так же позволяет получить независимый от внешних источников питания модуль. Ножки транзистора опускались в чашу с водой и семенами в течение двух минут. После обработки семена заворачивались во влажную салфетку и помещались в чаши Петри,

которые в свою очередь помещались в теплицу. В результате через семь дней были получены следующие результаты (табл.1, рис.1):

Таблица 1

Размеры растения полученного в чашках Петри

Способ обработки	Длина корня, мм	Длина листьев, мм	Длина стебля, мм
Контрольный	$37 \pm 1,7$	$6 \pm 0,6$	$1,5 \pm 0,2$
Обработка током	$50 \pm 2,2$	$15 \pm 0,9$	$2 \pm 0,3$



А.



Б.

Рис. 1. Проросшее семя

А. – под действием электрического тока; Б. – контроль

Из таблицы 1 видно, что электростимуляция положительно влияет на рост растения и оказывает положительный эффект. Обработанные растения имеют большую длину корня, большую длину стебля (рис.1).

Для оценки влияния микротоков на рост растений в почве нами проведен эксперимент на томатах, помещённых в грунт (рис.2).



А.



Б.

Рис. 2. А. – почва с высаженными семенами;

Б. – подключённая электрическая схема

Для эксперимента нами выбран предел токов от 0,01 А до 0,1 А, и напряжением от 0,1 до 0,8 В, продолжительность обработки составляла во всех случаях 5 минут. Время выбрано произвольно, так как его оптимальное значение планируется определить на следующем этапе эксперимента.

Как показал проведённый эксперимент оптимальное воздействие на проращивание семян токи оказывали при значении 0,06 А и напряжением 0,6 В (рис.3).

Однако отмечается недружное прорастание растений, быстрее всходят растения, находящиеся близко к источнику тока.



Рис. 3. Всходы экспериментальных растений

Так же нами отмечается негативное влияние на развитие растений больших токов и напряжений близких по значению к 0,1 А и 1 В, при этих значениях семена не проросли.

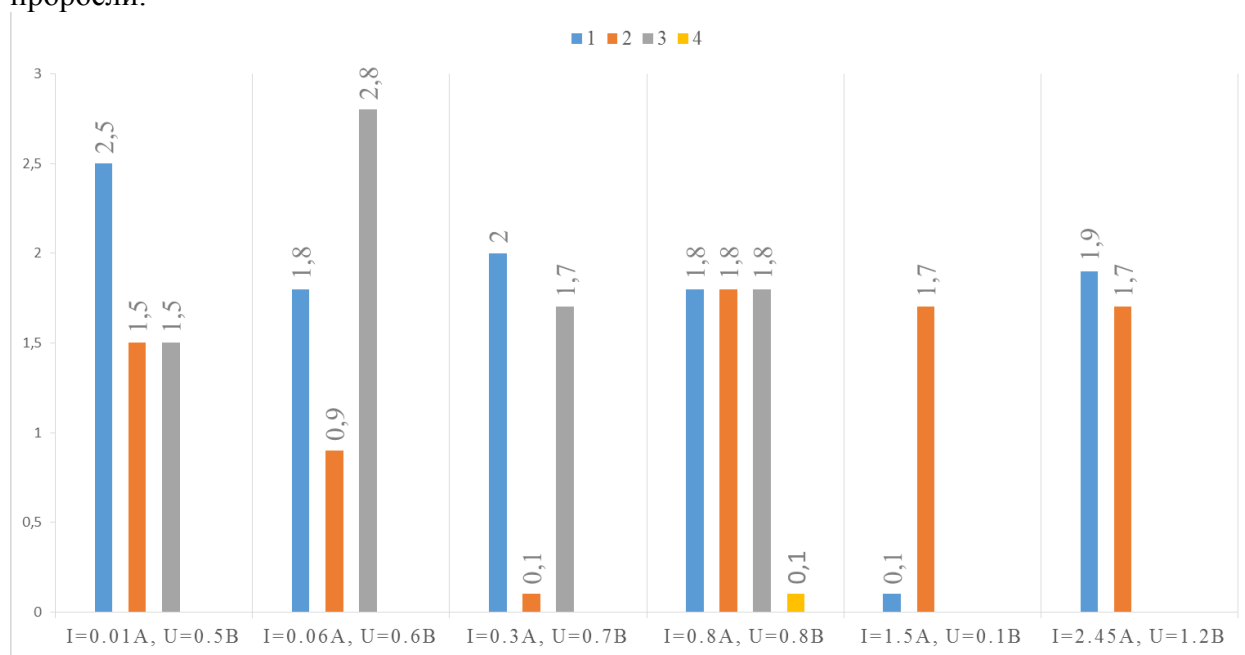


Рис. 4. Результаты эксперимента при обработке микротоками семян, находящихся в почве

Таким образом, при анализе полученных результатов (рис.4) при обработке семян, находящихся в почве, можно сделать вывод о положительном влиянии малых значений токов и напряжений в пределе от 0,01 А до 0,08 А и напряжения от 0,5 до 0,8 В. Более высокие значения дали негативный результат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. . О механизме воздействия низкочастотного поля на начальные стадии прорастания семян пшеницы / С.И. Аксенов, А.А. Булычев, Б.Н. Грунина, Б.Б. Туровецкий // Биофизика. – 1996 – 41 – Вып.4 – С. 919-924.
2. Барышев, М.Г. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений / М.Г. Барышев, Г.И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – №1. – С. 21-23.
3. Родионов Ю.А. Скорость прорастания семян гороха овощного в различных магнитных условиях: Родионов Ю.А. – Балашиха, 2008.

УДК 621.3+636

ГРНТИ 44.29; 68.39

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ БАЛАНСЕ ФЕРМЫ

Прищепов М.А., д-р. техн. наук, доцент;

Григорьев Р.Д., аспирант,

Белорусский государственный аграрный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматриваются некоторые аспекты энергетической оценки электротехнологии подготовки воды на животноводческой ферме в контексте энергоёмкости производства продукции животноводства.

Ключевые слова: электротехнология, подготовка воды, изобарно-изометрический потенциал, энтропия, электрохимический эффект, животноводческая ферма, энергетический баланс.

В мировой практике производства продукции животноводства сложилась тенденция наращивания потребления электрической энергии и увеличения её доли в энергетическом балансе сельскохозяйственных предприятий. В рамках концепции интенсификации производства такой подход выглядит вполне оправданным, поскольку обеспечивает повышение общей эффективности и технологичности производства, а также увеличение производительности труда. В результате чего удельные затраты энергии, приведенные к единице получаемой продукции, снижаются, не смотря на увеличение энергоёмкости отдельных процессов и операций.

В контексте энергетики процессов необходимо отметить, что в большинстве случаев эффективное использование энергии обеспечивает создание добавленной стоимости получаемой продукции, многократно превышающей стоимость самой энергии. Учитывая, что при производстве, например, молока, электроэнергия в структуре себестоимости занимает, как правило, не более 3 - 4%, даже незначительная прибавка продуктивности животных позволяет наращивать энергопотребление.

Одним из вариантов эффективного использования электрической энергии на животноводческой ферме является использование электротехнологических методов подготовки воды, обработки кормов, проведения санитарных мероприятий. Преимущество электротехнологических методов заключается в том, что электрическая энергия не направлена на простое изменение энергетического состояния объектов и сред, а используется для изменения их физических и химических свойств и предполагает

мягкое воздействие на объекты и процессы. Энергия овеществляется по своеобразному каталитическому механизму для стимулирования или, наоборот, торможения естественных физических, химических или биологических процессов.

Важнейшим вопросом современного животноводства является подготовка воды. Значительная часть источников и систем водоснабжения животноводческих ферм и комплексов не соответствует требованиям санитарных норм, что в свою очередь приводит к потере продукции.

Электротехнология подготовки воды должна решать три основные задачи: очистка от нежелательных соединений и веществ, дезинфекция, а также снижение ее буферной емкости, которая уменьшает эффективность действия химикатов и кормовых добавок [1].

В широком понимании процесса производства продукции животноводства его энергетика связана с изменением энергетического состояния сложной биофизической системы и может быть описана при помощи понятия свободной энергии Гиббса, которая опирается на понятия энтальпии и энтропии. При этом энтальпия характеризует изменения, связанные с прямыми затратами энергии, а энтропия оценивает качественные преобразования и изменения в организме животного и конечном продукте.

Применительно к электротехнологии подготовки воды такой подход позволяет разделить весь электрохимический процесс на тепловой и химический эффект, тогда изменение внутренней энергии обрабатываемой воды может быть описано следующим уравнением:

$$W_{\text{вн}} = \Delta G_{\text{эx}} + \Delta G_{\text{np}} + W_m, \quad (1)$$

где $\Delta G_{\text{эx}}$ – свободная энергия, образующихся в результате вторичных электрохимических реакций, веществ, Дж;

ΔG_{np} – изменения изобарно-изометрического потенциала при переносе вещества из раствора с активностью α_1 в раствор с активностью α_2 , Дж;

W_m – теплота, выделяющаяся при протекании тока через раствор и в результате течения химических реакций, Дж.

Дифференциал изобарного потенциала имеет вид:

$$\Delta G_{\text{эx}} = - S dT + \sum \mu_i dn_i, \quad (2)$$

где S – энтропия, Дж/ (моль · К);

T – температура, К;

μ_i – химический потенциал образующегося вещества, Дж/моль;

n_i – число молей i - того компонента.

Очевидно, что электротехнология обработки воды направлена, в первую очередь, на изменение химической природы веществ и структурные преобразования в электролите. При этом существуют три основных фактора, обуславливающие физико-химическую активность обработанной воды:

– Образование щелочей, кислот, других стабильных продуктов электрохимических реакций, которые с успехом заменяют традиционные химические добавки, обеспечивают достижение лучших результатов;

– Образование высокоактивных неустойчивых (метастабильных) продуктов электрохимических реакций, которые значительно усиливают проявление кислотных, окислительных, щелочных и восстановительных свойств химических реагентов;

– Возникновение структур, сформированных в области объемного заряда у поверхности электродов, как свободных, так и в виде гидратных оболочек ионов, молекул, радикалов, атомов, что придает воде свойства катализатора различных химических реакций, в том числе биохимических, так как способствует изменению активационных энергетических барьеров между взаимодействующими компонентами.

На границе раздела фаз проводников первого и второго рода протекают электрохимические реакции, при этом масса веществ, претерпевших изменение, в соответствии с законом Фарадея пропорциональна количеству прошедшего через эту границу электричества [2].

$$dm_i = q_i i_i(t) dt, \quad (3)$$

где dm_i – приращение массы i -того вещества, г;

q_i – электрохимический эквивалент i -того вещества, г/(Кл);

$i_i(t)$ – мгновенное значение силы тока, приходящейся на получение i -того вещества в функции от времени, А;

dt – приращение времени обработки, с.

Представив массу i -того вещества как произведение его концентрации на объем раствора и поделив обе части уравнения (3) на q_i получим:

$$V \frac{dc_i}{q_i} = i_i(t) dt, \quad (4)$$

где V – потребный объем воды, дм^3 ;

dc_i – приращение концентрации i -того вещества, г/дм^3 .

Баланс напряжений ячейки может быть представлен в виде уравнения [3]:

$$U = E_p^a - E_p^k + \varphi_a + \varphi_k + E_{кп} + E_{\delta} + \Sigma IR, \quad (5)$$

где U – общее напряжение на ячейке, В;

E_p^a, E_p^k – потенциалы анодной и катодной реакции, В;

φ_a, φ_k – перенапряжение выделения веществ на аноде и катоде, В;

$E_{кп}$ – концентрационная поляризация электролита, В;

E_{δ} – диффузионный потенциал, В;

ΣIR – падение напряжения в электролите, в проводниках первого рода, В.

Полученные зависимости позволят определить энергию процесса электротехнологии подготовки воды, оценить ее с точки зрения химического и физического эффекта, а также энергетических затрат в общем энергобалансе технологии. При этом общий энергетический эффект должен определяться не только прямыми затратами энергии, но и быть увязан с энергетическим состоянием (потенциалом) полученного продукта, которое, в свою очередь, определяется его количеством и качеством, а параметры электротехнологии должны быть четко определены по времени и месту в технологическом цикле и энергетике технологического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, Р.Д. Исследование электротехнологии подготовки воды на свиноводческом комплексе / Р.Д. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2018. – Т. 41: Зоотехния. – С. 41-47.
2. Ивашко, В.С. Водоснабжение животноводческих комплексов с применением погружных электронасосных агрегатов: монография / В.С. Ивашко [и др.]; под науч. ред. В.К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 251 с.
3. Прищепов, М.А. Выбор электротехнологического оборудования для подготовки воды на животноводческой ферме / М.А. Прищепов, Р.Д. Григорьев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, (Минск, 21-23 ноября 2018 года) – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 516-519.

УДК 620.19+621.31
ГРНТИ 81.33.09;44.29.37

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОРРОЗИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИЙ

Николаева М.Н., магистрант;
Мясоедов Ю.В., канд. техн. наук, профессор,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье исследованы коррозионные воздействия, влияющие на надежность конструкций и бесперебойность работы и дана их оценка негативного влияния на элементы.

Ключевые слова: коррозия, классификация, дефекты, методика расчета.

В настоящее время большое внимание уделяют повышению надежности энергетических объектов, основанному на нормировании показателей надежности электрических сетей в системах электроснабжения потребителей. Решение данной проблемы связано с внедрением различных методов диагностики оборудования, а также его постоянным мониторингом. Также подходы дают возможность выявить неисправность в работе электрооборудования, дать оценку состояния исследуемого объекта, что позволит повысить надежность работы системы электроснабжения в целом.

Под коррозией понимают самопроизвольный процесс разрушения материалов и изделий под химическим воздействием окружающей среды.

Из-за коррозии металлов появляются огромные экономические потери. В США ущерб, который появляется от коррозионных воздействий, составляет 3,1 % от ВВП, а в Германии этот же ущерб составляет 2,8 % от ВВП. Также потери из-за коррозии в промышленно развитых странах составляют от 2 до 4 % ВВП.

Рассмотрим одну из возможных классификаций коррозии и проиллюстрируем её рисунком 1.

по типу действия:

- электрохимическая;
- химическая, или газовая.

по характеру разрушения:

- сплошная, в свою очередь делится на:
 - а. равномерная;
 - б. неравномерная;
 - в. избирательная;
- местная, по виду развития проявляется:
 - а. в виде пятен;
 - б. в виде язв;
 - в. в виде точек;
 - г. подповерхностная.

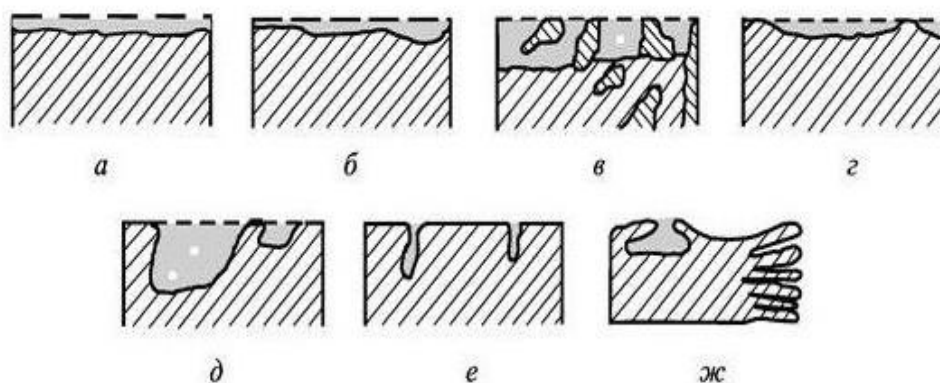


Рис. 1. Виды коррозии:

а – равномерная, б – неравномерная, в – избирательная,
г – пятнами, д – язвами, е – точками, ж – поверхностная

В процессе длительной эксплуатации и внешних воздействий окружающей среды появляются характерные дефекты и повреждения элементов воздушных линий, которые влияют на нормальную работу системы электроснабжения. Характеристики дефектов, допустимые значения и мероприятия по устранению дефектов показаны в таблице 1.

Таблица 1

Дефекты и повреждения элементов воздушных линий

Свойства дефекта	Рисунок в проекции	Допустимое значение	Профилактические мероприятия по устранению дефекта
Сплошная поверхностная коррозия металлоконструкций		0,9 – для несущих элементов	Осуществить ремонт
Язвенная коррозия металлоконструкций		$\frac{S_{факт}}{S_{проект}} \leq 0,8$ – для несущих элементов 0,7 – для косынок	
Сквозное коррозионное поражение		Не допускается	Заменить изношенный коррозией элемент
Щелевая коррозия в местах соединений металлических элементов			Осуществить ремонт

Основные мероприятия по защите от коррозии: использование химически стойких сплавов; защита поверхности металлов покрытиями; обработка коррозионной среды; электрохимические методы.

На основании вышеизложенного целесообразно использовать методику расчета коррозионных потерь на металлических элементах конструкций, находящихся в эксплуатации:

1. Инструментальные измерения коррозионных потерь производятся на элементах конструкций, которые имеют наибольшие коррозионные повреждения.

2. Поверхность элементов конструкций очищается от легко отслаивающихся старых покрытий и продуктов коррозии.

3. С помощью штангенциркуля, микрометра и других измерительных приборов измеряется толщина элементов, которая была повреждена коррозией.

4. Благодаря точным измерениям определяется количество измерений.

5. Среднее арифметического значение $\bar{d}$ и среднее квадратическое отклонение σ толщины элемента определяется с помощью измерений:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n}};$$

где d_i – толщина в i -й точке;

n – число измерений на элементе.

6. Значение толщины сечения элемента, которое было повреждено коррозионным износом, можно определить по следующей формуле:

$$d_p = \bar{d} - 1,64\sigma;$$

7. Чтобы определить начальную толщину измеряемого элемента d_0 , нужно найти участки его поверхности, на которых отсутствуют коррозионные повреждения, и затем произвести измерения толщины.

8. В момент обследования t определяют значения коррозионных потерь по формуле:

$$a_t = \frac{(d_0 - d_p)}{2};$$

Вывод:

1. Рассмотрена необходимость осуществления мероприятий по защите от коррозии;

2. Предложена методика оценки коррозионных воздействий на элементы воздушных линий в условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коровин, Н.В. Курс общей химии: учебное пособие / Н.В. Коровин. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
2. Косачев, В.Б. Коррозия металлов / В.Б. Косачев, А.П. Гулидов //Новости теплоснабжения. – 2002. – № 1. – С. 34-39..
3. Онищенко, В.И. Технология металлов и конструкционные материалы / В.И. Онищенко, С.У. Мурашкин, С.А. Коваленко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 479 с.
4. Фролов, В.В. Химия: учебное пособие / В.В. Фролов. – М.: Высшая школа, 1986. – 543 с.
5. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: учебное пособие / Н.П. Жук. – Москва: Альянс, 2014. – 472 с.

УДК 631.22:628.9
ГРНТИ 67.29.55; 45.51

ОЦЕНКА УРОВНЯ ОСВЕЩЁННОСТИ В КОРОВНИКЕ НА 490 ГОЛОВ ООО «ПРИАМУРЬЕ»

Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент;
Кутько Д.А., магистрант,
Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментальных исследований уровня освещённости в коровнике ООО «Приамурье»

Ключевые слова: освещённость, коровник, световой конёк, люксметр

В коровнике на 490 голов, находящийся в с. Козьмодемьяновка, Тамбовского района, предприятия ООО «Приамурье» был проведен ряд исследований, заключавшихся в неоднократных снятия показаний естественного и искусственного освещения. Измерения проводились как при естественном, так и при искусственном освещении по всей площади помещения в одних и тех же точках.

Показания были зафиксированы в определенные промежутки дней и месяцев. Замеры проводились цифровым люксметром модели DT-1308. Результаты показаний представлены на рисунках 1-4. Измерения проводились в период с декабря по февраль.

Полученные результаты показывают, что максимальная освещённость в помещении достигает 450 лк, что обусловлено наличием светового конька на крыше помещения. Проведённые измерения показали, что освещённость в помещении крайне неравномерная, так под световым коньком она составляет порядка 450 лк, а ближе к стенам уменьшается и достигает минимальных значений возле стен.

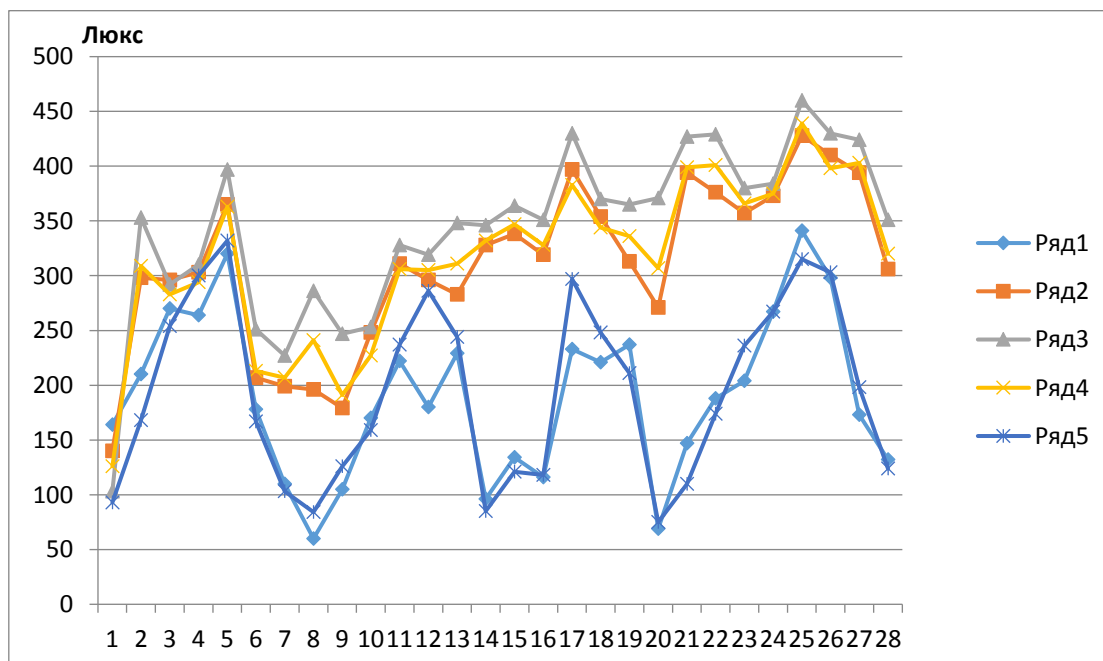


Рис. 1. Освещённость в дневное время суток 10.12.2018 г.

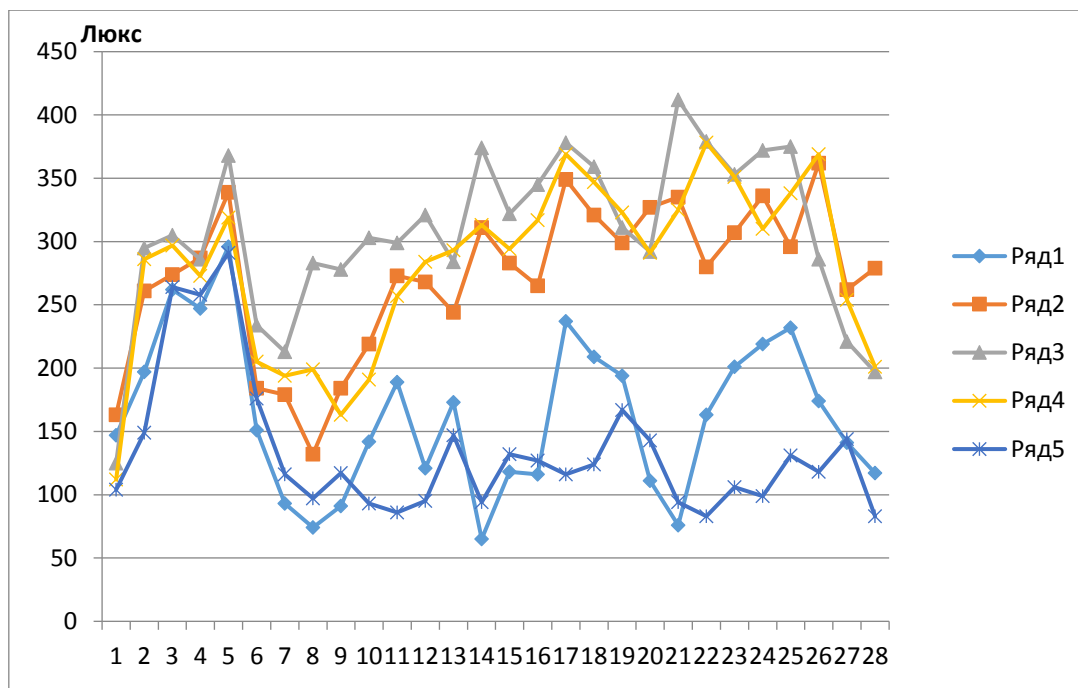


Рис. 2. Освещенность в дневное время суток 24.12.2018 г.

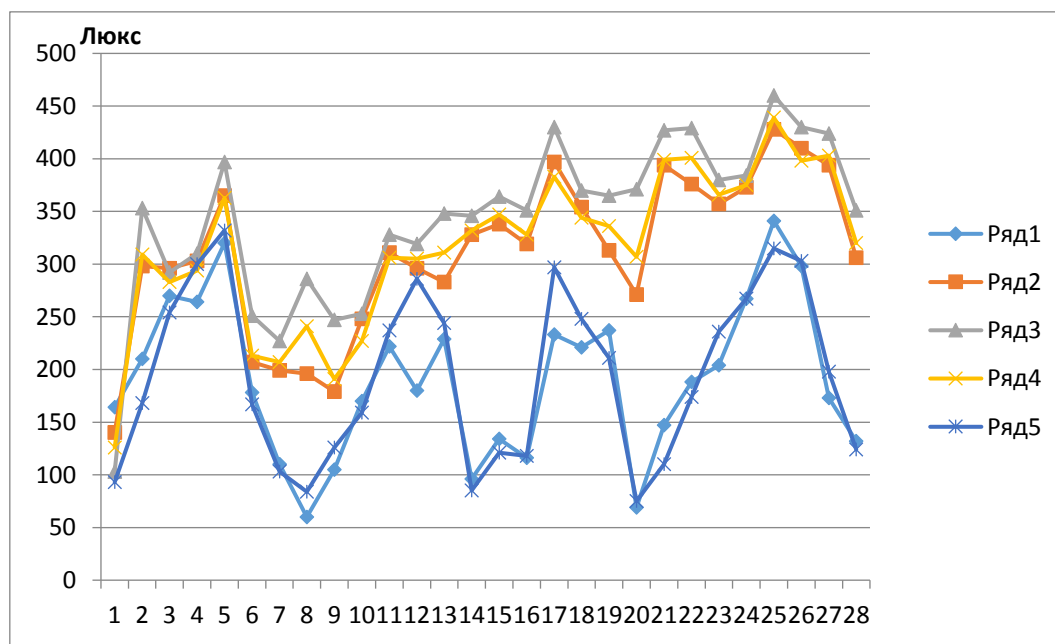


Рис. 3. Освещенность в дневное время суток 18.01.2019 г.

Результаты, приведенные на графике 2 и 3 аналогичны показаниям приведенные на графике 1, соответственно проблема неравномерности освещения в коровнике не зависит от высоты солнца над горизонтом.

Аналогично были сняты показания в ночное время суток. Результаты приведены на рисунке 4.

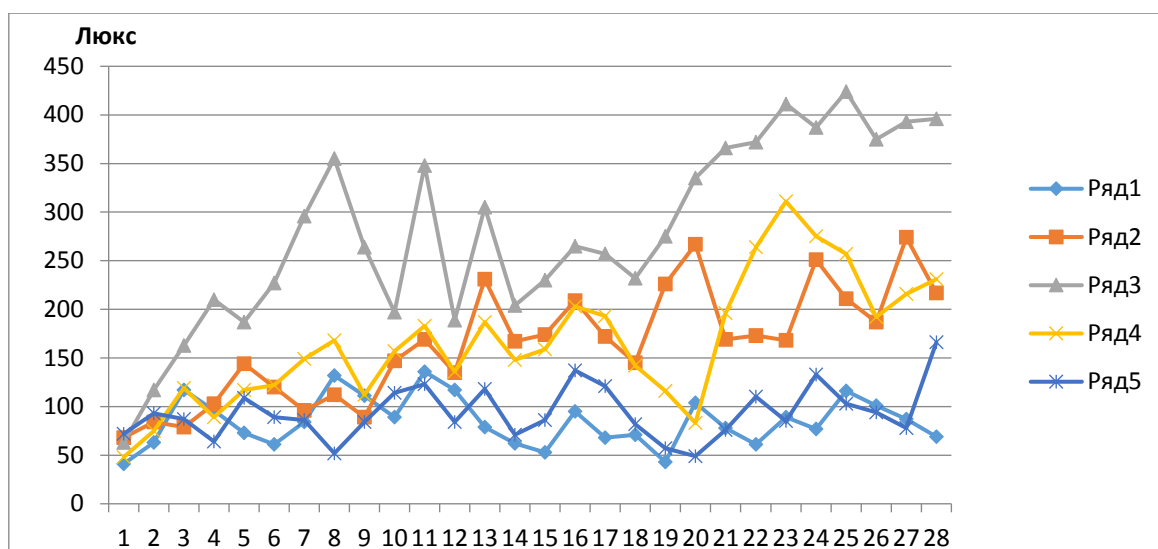


Рис. 4. Освещенность в ночное время суток 18.01.2019 г.

По данным замеренным показаниям можно определить, что общий уровень освещенности в коровнике в ночное время суток значительно ниже, чем дневное. Аналогично выявлена неравномерность освещения, как и в 1, 2 и 3 графиках.

Подобным образом были замерены показания уличного освещения

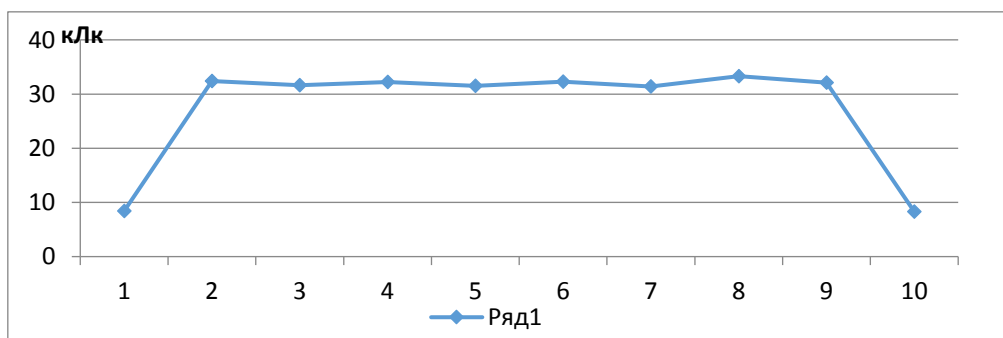


Рис. 5. Уличная освещенность в дневное время суток 10.12.2018 г.

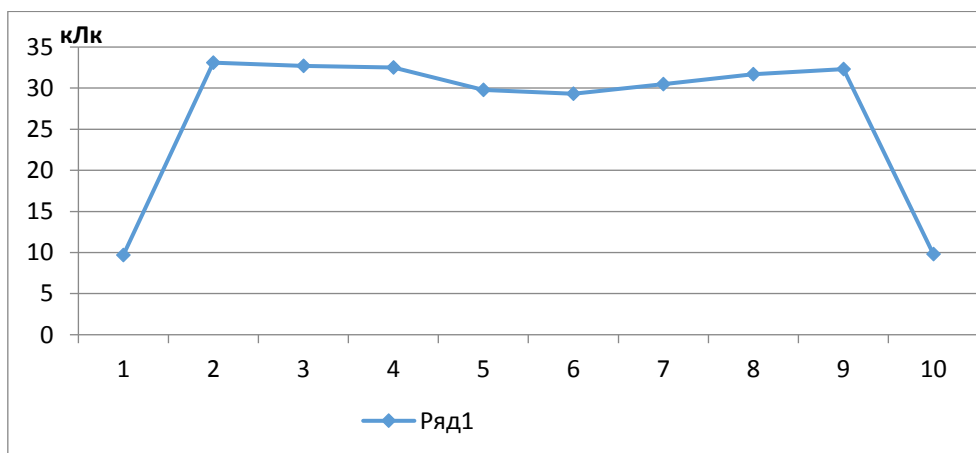


Рис. 6. Уличная освещенность в дневное время суток 24.12.2018 г.

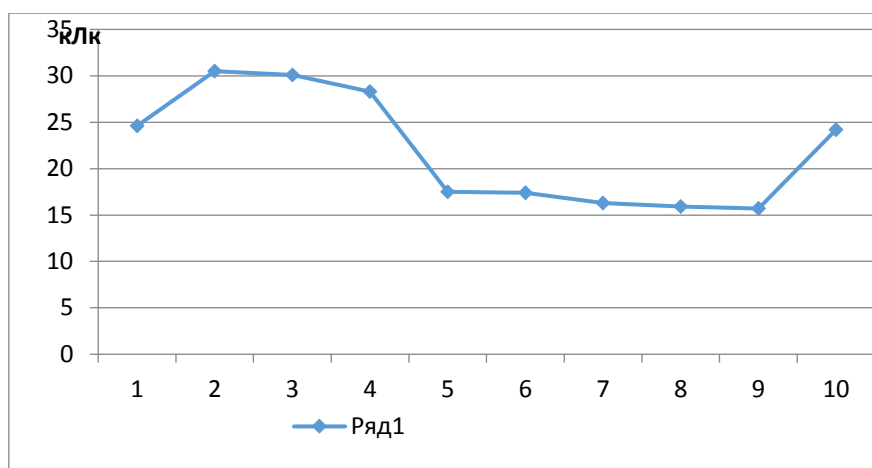


Рис. 7. Уличная освещенность в дневное время суток 18.01.2019 г.

Естественная освещённость вне помещений составила около 35 клк. В результате полученных показаний можно заметить, что график 7 отличается от 5 и 6, соответственно можно сделать вывод, что оператор замерял показатели в разные периоды дня.

Проведённые исследования показывают, что освещённость в коровнике неравномерна, максимальное значение достигается под световым коньком. При замерах в дневное и ночное время суток неравномерность сохраняется, что носит негативный характер для животных, так как кормовой стол должен освещаться хорошо, что не может быть достигнуто в зимнее время в связи с небольшой продолжительностью светового дня. Полученные значения не соответствуют принятым нормам проектирования, наблюдается как переизбыток, так и недостаток уровня освещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно – технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>
2. Микроклимат в помещениях для содержания крупного рогатого скота [Электронный ресурс] Zooresurs – Режим доступа: <http://zooresurs.ru/krs/maintenance-krs/682-mikroklimat.html/>
3. Микроклимат производственных помещений [Электронный ресурс] Охрана труда – Режим доступа: <https://websot.jimdo.com>
4. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21) [Электронный ресурс] Гарант информационно правовое обеспечение – Режим доступа: <http://base.garant.ru/4173106/>

УДК 621.314
ГРНТИ 45.33

ОПТОВОЛОКОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ: БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Дубкова Е.С., канд. с-х. наук, доцент;
Клименко А.Е., магистрант,
Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние электротехнических комплексов и систем. Показано, что измерительные трансформаторы тока и напряжения, применяемые традиционно в цепях релейной защиты и автоматики, имеют ряд недостатков. В связи с этим производится замена на оптоэлектронные трансформаторы.

Ключевые слова: оптоволоконные трансформаторы, ток, напряжение, низковольтная часть, приборы.

Современное состояние электротехнических комплексов и систем направлено на разработку новейших конструкций приборов и оборудования. Известно, что в цепях релейной защиты и автоматики управление высоковольтным (ВВ) оборудованием осуществляется в низковольтной (НВ) части. При этом для преобразования ВВ-сигналов в НВ-сигналы используются измерительные трансформаторы тока (ИТТ) и напряжения (ИТН). Такие ИТТ и ИТН имеют ряд недостатков: явления насыщения, гистерезиса, резонанса, остаточного намагничивания, а также большой вес и габариты. В связи с этим появилась необходимость создания такого нового вида измерительных трансформаторов, как оптоэлектронные. Оптоэлектронные трансформаторы устраняют недостатки традиционных трансформаторов, а также являются искро-, взрывобезопасными и экономически выгодными.

В оптоэлектронных трансформаторах тока (ОТТ) и напряжения (ОТН) используются магнитооптический эффект Фарадея и электрооптический эффект Поккельса.

История оптических трансформаторов тока уходит корнями в середину девятнадцатого века, когда Фарадей опубликовал работы по закону и явлению электромагнитной индукции. Спустя 14 лет, в 1845 г. Фарадей открыл еще одно явление, которое стало одной из основных ступеней в процессе разработки оптических преобразователей тока, – явление поворота плоскости поляризации линейно поляризованного света в постоянном магнитном поле. Принципиальная схема эффекта Фарадея показана на рисунке 1.

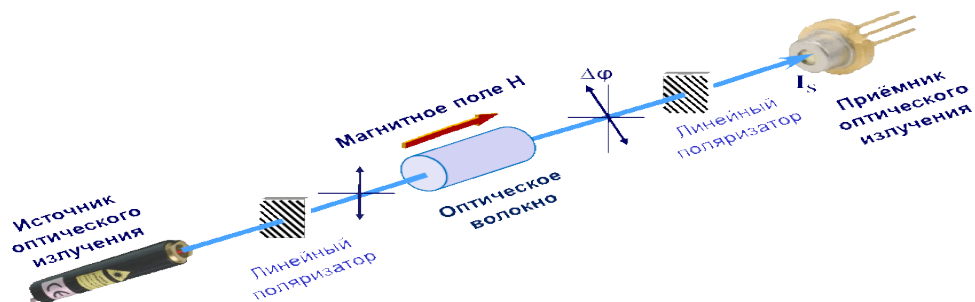


Рис. 1. Принципиальная схема эффекта Фарадея:

- 1 – лазерный диод; 2 – поляризатор; 3 – элемент Фарадея (скрученное оптическое волокно);
4 – анализатор; 5 – фотодиод; 6 – проводник с током.

Колебания световой волны на выходе поляризатора происходят в плоскости С. На выходе анализатора, с учетом дополнительного поворота плоскости поляризации в элементе Фарадея (ЭФ) на угол σ и угол пропускания пары поляризаторов γ , колебания плоскополяризованной световой волны происходят в плоскости D.

Если изготовить кольцо из множества витков вращения плоскости поляризации оптического волокна и намотать на это кольцо провод, то, пропустив электрический ток, можно получить преобразователь магнитного поля, обладающей высокой чувствительностью.

При этом угол вращения плоскости поляризации:

$$\varphi = V \cdot N_f N_t I, \quad (1)$$

где I – электрический ток;

N_f – число витков кольца из оптического волокна,

N_t – число пересечений электрического тока с витками волокна[2]

В современных литературных источниках широкую известность подобные технологии получили после того, как были представлены первые удачные прототипы в 2005 году, когда канадская корпорация «NxtPhaseCorporation» представила один из первых рабочих вариантов оптических преобразователей тока (рис. 2). Несмотря на относительно высокую стоимость данной технологии она без сомнения является одним из ключевых направлений развития ОТТ.

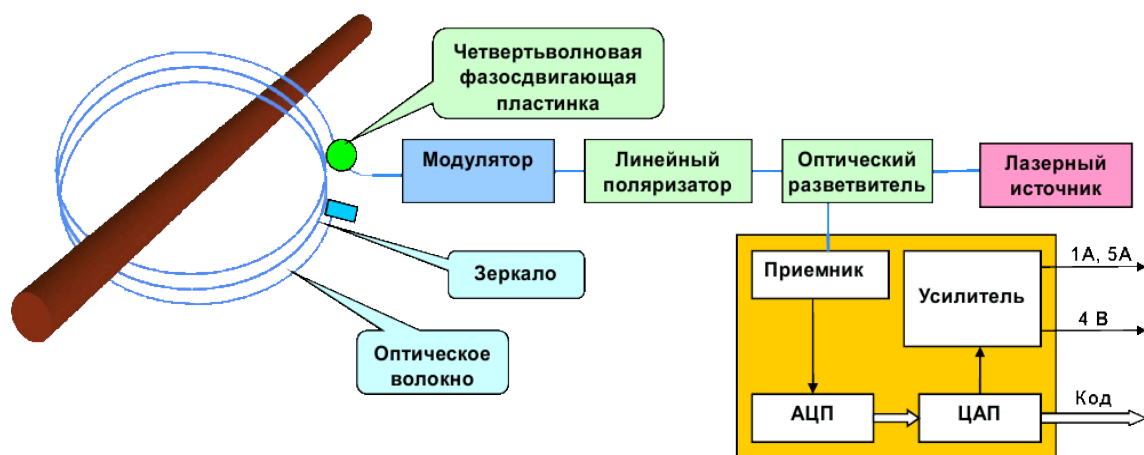


Рис. 2. Функциональная схема оптического трансформатора тока

Рассмотрим более подробно преимущества ОТТ:

- естественная гальваническая развязка первичных и вторичных цепей (чувствительный элемент - оптическое волокно - является диэлектриком);
- отсутствие выноса потенциала с ОРУ (повышение безопасности и электромагнитной совместимости);
- снижение эксплуатационных затрат;
- измерительные оптоэлектронные трансформаторы тока и напряжения не требуют замены/контроля масла или элегаза, регулярного ремонта или проверки, а лишь поверки прибора и его выходных характеристик раз в 6 лет (затраты не превышают 2% от стоимости прибора за все время эксплуатации);

– массогабаритные показатели (от 15 кг) значительно меньше, чем у традиционных трансформаторов (от 100 кг).

А также:

– ОТТ имеют аналоговый и цифровой выходы, а поэтому совместимы, как с существующими вторичными цепями, так и с перспективными информационными системами на базе протокола 61850-9-2;

– высокая точность контроля и учета электроэнергии (превосходит класс точности 0,2S и 0,2).

Энергобезопасность:

– высокая пожаро- взрывобезопасность и экологичность, так как не содержит масел, бумаги, горючих полимеров и элегаза в высоковольтной изоляции;

– исключение проблем феррорезонанса и опасности размыкания вторичных токовых цепей.

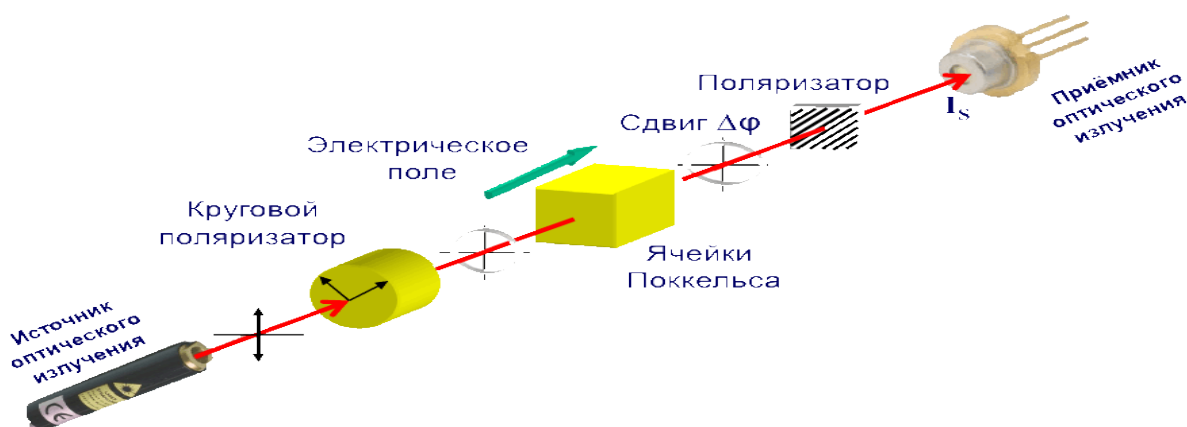
Энергоэффективность:

– применение цифровых ОТТ значительно повышает точность учета;

– при использовании ОТТ с аналоговым выходом устраняются погрешности, связанные с нагрузочными характеристиками трансформаторов, и в значительной степени уменьшаются погрешности из-за потерь в протяженных вторичных цепях;

– при переходе на цифровые интерфейсы ОТТ позволяют снизить объемы неучтенной электроэнергии более чем в 10 раз.

В трансформаторах напряжения с ячейками Керра или Поக்கельса световой поток модулируется электрическим полем в активном материале, расположенном между электродами, к которым приложено измеряемое напряжение. Эффект Керра возникает во многих изотропных веществах (бензол, эпоксидные компаунды и др.), но наиболее часто используется нитробензол, проявляющий наибольший эффект. Линейный электрооптический эффект Поக்கельса наблюдается в пьезоэлектрических кристаллах, помещенных в электрическое поле. Сильнее всего этот эффект проявляется в кристаллах дигидрофосфата аммония ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) и гидрофосфата калия (KH_2PO_4) в продольном электрическом поле, создаваемом с помощью кольцевых электродов. Возможность применения эффекта Фарадея для бесконтактного измерения в токопроводе величины постоянного тока очевидным образом вытекает из закона Верде. Постоянный ток порождает вокруг токопровода постоянное магнитное поле, поместив в которое



чувствительный элемент с линейно поляризованным светом, можно определить по углу поворота последнего величину напряженности магнитного поля, а по ней и величину самого тока в токопроводе за те или иные фиксированные промежутки времени.

Рис. 3. Линейный электрооптический эффект Поக்கельса

Измерение напряжения основано на измерении электрического поля ячейкой Покейльса с использованием двухканального метода, обеспечивающего устойчивость к колебаниям температуры, вибраций и изменению интенсивности света от лазерного источника.

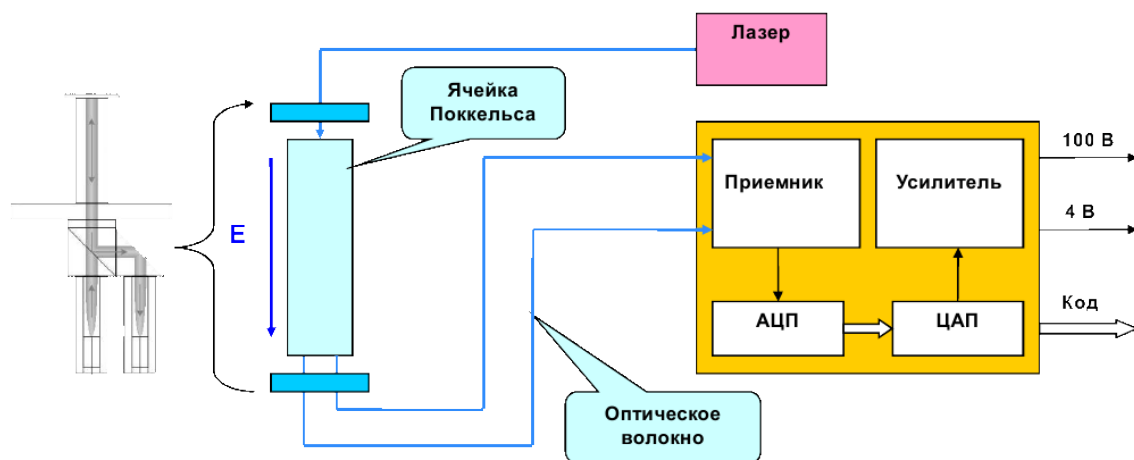


Рис. 4. Функциональная схема оптического трансформатора напряжения

Экономические условия функционирования энергопредприятий и энергосистем таковы, что необходимо повысить точность учета электроэнергии, и цифровые (микропроцессорные) системы позволяют это сделать, однако недостаточно высокий класс точности ТТ является тормозом на этом пути.

В результате комплексного анализа принципов построения современных оптоэлектронных трансформаторов тока и напряжения можно сделать вывод, что развитие оптической технологии преобразования представляется наиболее перспективным направлением как с точки зрения науки, так и в экономическом плане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волоконно-оптические трансформаторы тока [Электронный ресурс] Патенты – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/232/2321000.html> – Дата обращения: 1.02.2019
2. Волоконно-оптические трансформаторы тока и напряжения [Электронный ресурс] ЗАО Профотек – Режим доступа: <https://docplayer.ru/37149204-Volokonno-opticheskie-transformatory-toka-i-napryazheniya.html> – Дата обращения: 1.02.2019

УДК 621.317
ГРНТИ 44.29

ПЕРЕХОД ОТ АНАЛОГОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ К ЦИФРОВЫМ

Сафонов С.Л., электромонтажник, компания ООО «НЭМК»,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В сфере энергетики важным фактором, влияющим на бесперебойность поставки электроэнергии от генерирующей компании к потребителю, является постоянный мониторинг параметров сети. Чем выше точность прибора производящего замер параметра, тем надежнее работает энергосистема и тем качественней электроэнергия поступает к потребителю.

Ключевые слова: измерительный прибор, электроэнергия, подстанция, цифровой прибор, стрелочный – аналоговый прибор.

Измерительный прибор – средство измерения, предназначенное для измерения физической величины в установленном диапазоне.

Первые измерительные инструменты и приборы появились несколько тысяч лет назад. К таким приборам относятся весы, линейка, часы. Со временем их конструктивные и концептуальные особенности претерпели колоссальные изменения, что сделало их более удобными, компактными, точными и надежными средства измерения. И даже сегодня, по истечению нескольких веков, средства для измерения окружающего мира развиваются и становятся все более технологичными и современными.

В сфере энергетики существует три основных параметра, которые непосредственно влияют на качество электроэнергии поступающей к потребителю, это напряжение (U), измеряемое в вольтах (В), ток (I), измеряемый в амперах (А) и частота (f), измеряемая в герцах (Гц). Для измерения каждого из данных параметров существуют специализированные приборы, которые показывают изменения величины параметра в режиме реального времени.

Международная подстанция «ПС 500 кВ Амурская» находящаяся в районе города Свободный, является одной из тех подстанций, которые прошли путь от аналоговых приборов, до цифровых терминалов.

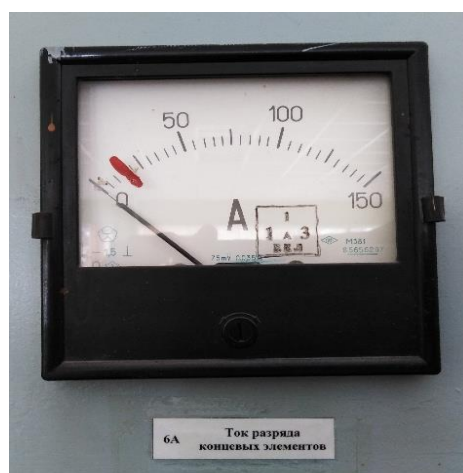
Так как подстанция «ПС 500 кВ Амурская» принимает электроэнергию от генерирующего предприятия «ЗГЭС» и поставляет ее к потребителям всех категорий, в том числе и в Китай, значит имеется необходимость производить максимально точный мониторинг главных параметров энергосети. Как и на любой подстанции созданной до 2000-ых годов, на подстанции «ПС 500 кВ Амурская» использовали стрелочные – аналоговые приборы.



Рис. 1. Вольтметр контроля изоляции



А.



Б.

Рис. 2.

**А. Прибор контроля напряжения на шинах;
Б. прибор измерения тока разряда концевых элементов**

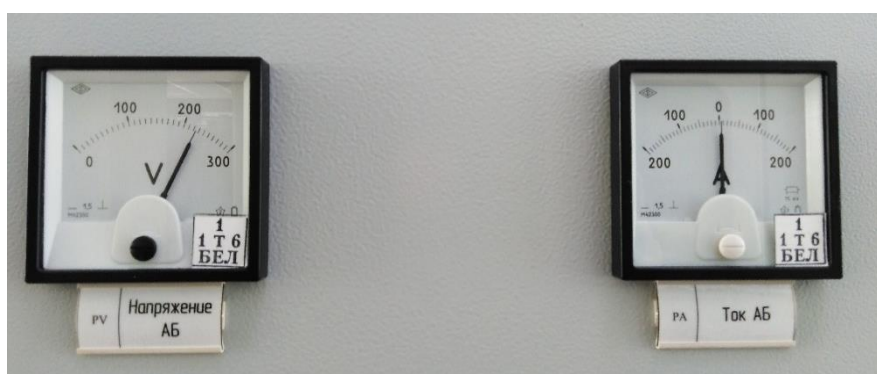


Рис. 3. Приборы измерения напряжения аккумуляторной батареи (PV) и тока аккумуляторной батареи (РА), (слева направо)



Рис. 4. Стрелочные – аналоговые приборы измерения

В 2000-х годах на подстанции «ПС 500 кВ Амурская» началась масштабная реконструкция, во время которой стрелочные – аналоговые приборы постепенно заменялись цифровыми, что повышало точность и скорость проведения измерений. Цифровые приборы способны регистрировать незначительные изменения регистрируемого параметра и моментально отображать данные изменения на цифровом экране, что делает их более респектабельными, в сравнении с стрелочными – аналоговыми приборами.



Рис. 5. Частичная замена стрелочных – аналоговых приборов на цифровые



Рис. 6. Цифровые приборы измерения активной и реактивной мощности на отходящих линиях Белогорск, М.Чесноки тяга – 2, М.Чесноки тяга – 1, Короли

Так же важной технической особенностью цифровых приборов являются их малые габаритные размеры, которые становятся все меньше и меньше с каждым годом, без потери качества измерения. И наоборот, точность и скорость измерения только увеличивается с каждым годом. Так как приборы становятся меньше, то производители начали создавать мульти-приборы. Мульти-прибор – это прибор, одновременно регистрирующий несколько параметров. Такие приборы приобретают все большую популярность в сфере энергетики, так как они снижают денежные издержки.



Рис. 7. Мульти – прибор компании «IMB» для постоянного одновременного измерения U, I, S, P, Q, cosφ, kWh, kvarh, гармоника на фазах А, В, С (L1, L2, L3)

На подстанции «ПС 500 кВ Амурская» для учета электроэнергии используются цифровые счётчики электроэнергии.



Рис. 8. Цифровые счетчики учета электроэнергии на линиях Короли, АТ-2 220 кВ, ТЭС Сила Сибири – 2 (слева направо)

Очень большие шаги в техническом оснащении предпринимаются для релейной базы подстанции «ПС 500 кВ Амурская». Для этого были установлены сенсорные приборы измерения, обладающие более высокой скоростью переключения между необходимыми параметрами, внушительными настройками и удобным интерфейсом. Одной из главных особенностей цифровых приборов стала возможность настройки отображаемой информации, а именно выбор единицы измерения.



Рис. 9. Сенсорный прибор компании «UniOP» для измерения параметров тока и напряжения на выходах аккумуляторных батарей

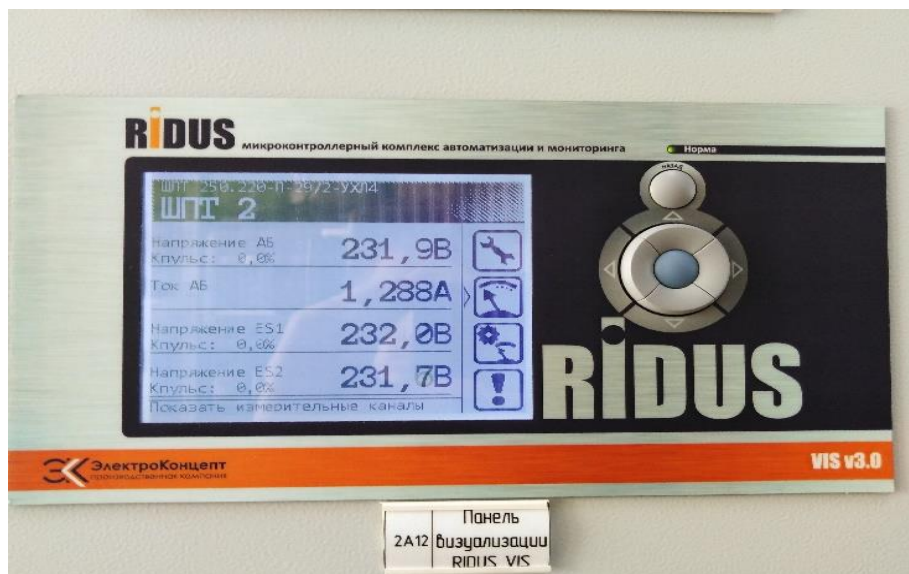


Рис. 10. Сенсорный прибор компании «Ridus» для измерения параметров тока и напряжения на выходах аккумуляторных батарей (панель визуализации RIDUSVIS)

Цифровые приборы развиваются очень быстро, что дает возможность создавать защиту и автоматику энергосети с внедренными приборами измерения.



Рис. 11. Модуль контроля изоляции компании «Socomec» с выведенным параметром «сопротивление линии»

Терминал – это цифровой блок для реализации автоматики и защит на подстанциях. Данные приборы удобны возможностью более гибкой настройки параметров, способностью изменения прошивки и надежностью. В них так же реализована возможность регистрации всех необходимых параметров и их вывода на дисплей терминала.



Рис. 12. Терминал компании «Сириус» для определения места повреждения (ОМП) В-Л-35 кВ Ледяная с выведенными параметрами тока на фазах А, В, С

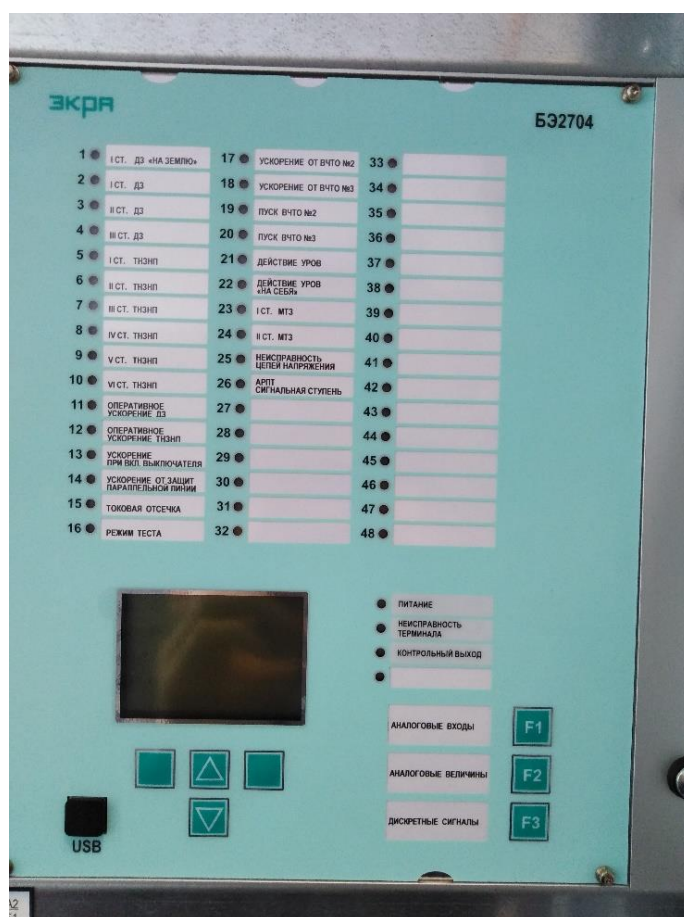


Рис. 13. Терминал защит компании ЭКРА

Техническое развитие измерительных приборов не стоит на месте. С каждым годом в сфере энергетики внедряются все более новые приборы измерения, которые становятся точнее, быстрее и меньше. Тенденция ведет к тому, что скоро все данные будут передаваться с помощью цифровых технологий, а аналоговые данные перестанут

использоваться. У цифровых приборов есть и свои недостатки. Самая главная проблема, это сложность проведения ремонта на месте, что усложняет скорость устранения неисправности, но их преимущества затмевают недостатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продукция [Электронный ресурс] ООО НП «Экра» – Режим доступа: <https://ekra.ru> – Дата обращения: 1.02.2019
2. Сириус -2-ОМП [Электронный ресурс] Электроприбор – Режим доступа: <https://www.electronpribor.ru/catalog/221/sirius-2-omp.htm> – Дата обращения: 1.02.2019

УДК 621.311.16
ГРНТИ 44.29.29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Савина Н.В., д-р техн. наук, профессор;
Мясоедов Ю.В., канд. техн. наук, профессор кафедры энергетики;
Мясоедова Л.А., ст. преподаватель,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. Показано как определять зоны эффективности функционирования электрических сетей с помощью критерия эффективности.

Ключевые слова: электрическая сеть, эффективность, потери электроэнергии

В условиях эксплуатации потери электроэнергии (в дальнейшем потери) являются важнейшим показателем эффективности работы электрических сетей и их структурных единиц. Под структурной единицей понимается структурное подразделение, участок сети, фидер, линия, подстанция. В настоящее время в электрических сетях сохраняется тенденция увеличения потерь электроэнергии, что обусловлено не только ростом электропотребления, но и рядом других причин [1, 2]. Повышение эффективности электрических сетей неразрывно связано с реализацией мероприятий, направленных на снижение потерь при передаче электроэнергии. Отсюда, проблема обеспечения оптимального уровня потерь электроэнергии имеет принципиальное значение для решения задач эффективного функционирования электрических сетей. Решение этой проблемы позволит снизить эксплуатационные расходы в электрических сетях путем исключения сверхнормативных потерь электроэнергии и доведения их уровня до оптимального значения.

При рыночной экономике критерием поведения каждого участника рынка, прежде всего, являются собственные интересы, поэтому необходимы стимулы к снижению потерь, к эффективному использованию сетевой мощности для обеспечения оптимальных режимов работы, к снижению износа электрических сетей. В процессе эксплуатации важно понимать насколько эффективно используются электрические сети, так как от этого зависит стоимость услуг по передаче электроэнергии по сетям, стоимость электроэнергии, покупаемой для компенсации потерь, и в итоге прибыль предприятия, их обслуживающего. При этом эффективность должна обеспечиваться не только по электрическим сетям в целом, но и по их структурным единицам. С этой целью вводится критерий эффективности функционирования электрических сетей – признак

сравнения работы электрической сети или ее структурной единицы при фактическом и оптимальном уровне потерь электроэнергии. Количественно его можно определить как отношение разницы отпуска электроэнергии в сеть, ΔW_{omn} и полезного отпуска из сети (услуги) при оптимальном уровне потерь, $W_{пол.омн.}^{омн.}$ к разнице между отпуском электроэнергии в сеть и фактическим полезным отпуском из сети, $W_{пол.омн.}^{факт.}$:

$$K_{эф} = \frac{W_{омн} - W_{пол.омн.}^{омн.}}{W_{омн} - W_{пол.омн.}^{факт.}}.$$

Для определения критерия эффективности необходимо ввести понятие оптимального уровня потерь. На первом этапе повышения эффективности функционирования электрических сетей под ним понимается такой уровень, при котором дальнейшее снижение потерь физически невозможно для рассматриваемых сетей без их реконструкции и модернизации. На втором этапе оптимальный уровень потерь количественно равен потерям, обусловленным физическим переносом электроэнергии при соответствии параметров элементов электрической сети оптимальным после ее реконструкции или модернизации.

Проблема снижения потерь до оптимального уровня должна решаться комплексно, исходя из их структурного анализа, который целесообразно проводить по методике, приведенной в [2]. При определении необходимой степени снижения потерь учитывают два аспекта эффективности функционирования: технический и экономический. Технический аспект определяет улучшение технического состояния электрических сетей, экономический – прибыль от повышения эффективности их функционирования за счет увеличения стоимости услуг от транспорта электроэнергии и снижения стоимости электроэнергии, покупаемой для компенсации потерь.

Для принятия правильных управленческих решений при эксплуатации электрических сетей и их структурных единиц предлагается ввести зоны эффективности их работы. Их можно определить, пользуясь критерием эффективности.

Первая зона является зоной эффективного функционирования электрических сетей, здесь уровень потерь электроэнергии достигает оптимальных значений. Если сеть или структурная единица работают в данной зоне, то принимать какие-либо меры по снижению потерь до реконструкции или модернизации сети нет необходимости, однако осуществлять контроль потерь нужно, чтобы исключить возможность перехода во вторую зону. Как только сети переходят во вторую зону эффективности функционирования требуется реконструкция (модернизация) сети. Граница между первой и второй зонами определяется по оптимальному уровню потерь, $\Delta W_{омн(1)}$, определенному на первом этапе повышения эффективности функционирования электрических сетей. Оптимальный уровень потерь $\Delta W_{омн(2)}$ определяет максимально возможную выгоду для сетей от транспорта электроэнергии.

Вторую зону можно назвать зоной упущенной выгоды. В ней уровень потерь не превышает нормативных значений. Казалось бы, нет причин вводить управляющие воздействия, направленные на снижение потерь электроэнергии. Однако если снизить потери до оптимального уровня можно получить дополнительную прибыль от услуги по передаче электроэнергии и снижения стоимости электроэнергии, покупаемой для компенсации потерь. В этом случае необходимо выбрать совокупность наилучших мероприятий по снижению потерь и провести ранжирование комплекса мероприятий по стоимости при обеспечении минимальных потерь электроэнергии. Для выбора оптимальной совокупности управляющих воздействий, направленных на снижение потерь электроэнергии целесообразно применять системный анализ. Его практическое

применение для решения рассматриваемой задачи показано в [2]. Граница между второй и третьей зоной определяется нормативным уровнем потерь, $\Delta W_{\text{норм}}$.

Третья зона – зона экономических ущербов для электрической сети. Они обусловлены не только снижением прибыли за счет оплаты сверхнормативных потерь электроэнергии, которые не включены в тариф на электроэнергию и полностью оплачиваются сетевой организацией, но и увеличением эксплуатационных расходов, снижением надежности электроснабжения потребителей. Это зона, в которой проявляются негативные последствия от высокого уровня потерь: сокращение срока службы сетевого оборудования, недоучет электроэнергии, увеличение расходов на ремонты и обслуживание, снижение надежности электрической сети или ее структурных единиц. Видимых проявлений взаимосвязи потерь электроэнергии с эффективностью функционирования электрической сети нет, поэтому эксплуатирующий электрические сети персонал зачастую определить истинные причины появления указанных выше негативных явлений не может, отсюда выбор управляющих воздействий, направленных на их устранение, не всегда верен и не дает ожидаемого результата. В этой зоне целесообразно проводить мероприятия, направленные на поиск очагов повышенных потерь, снижение уровня потерь электроэнергии как минимум до нормативного значения.

Построение зон эффективности функционирования показано на примере гипотетической сети, фактические потери в которой составляют 14%, нормативный уровень потерь равен 10%, оптимальные потери составляют 4% без реконструкции сети и 2% после реконструкции сети (см. рис. 1). Здесь используется относительная стоимость услуги по передаче электроэнергии, $S_*(W)$, которая определяется как отношение стоимости услуги по передаче электроэнергии при снижении потерь вплоть до оптимального значения к стоимости услуги при фактических потерях. Рассматривались два сценария: в первом учитывалась только экономия от снижения потерь электроэнергии, во втором – помимо экономии от снижения потерь учитывалась стоимость услуги по транспорту дополнительной электроэнергии равной величине снижения потерь.

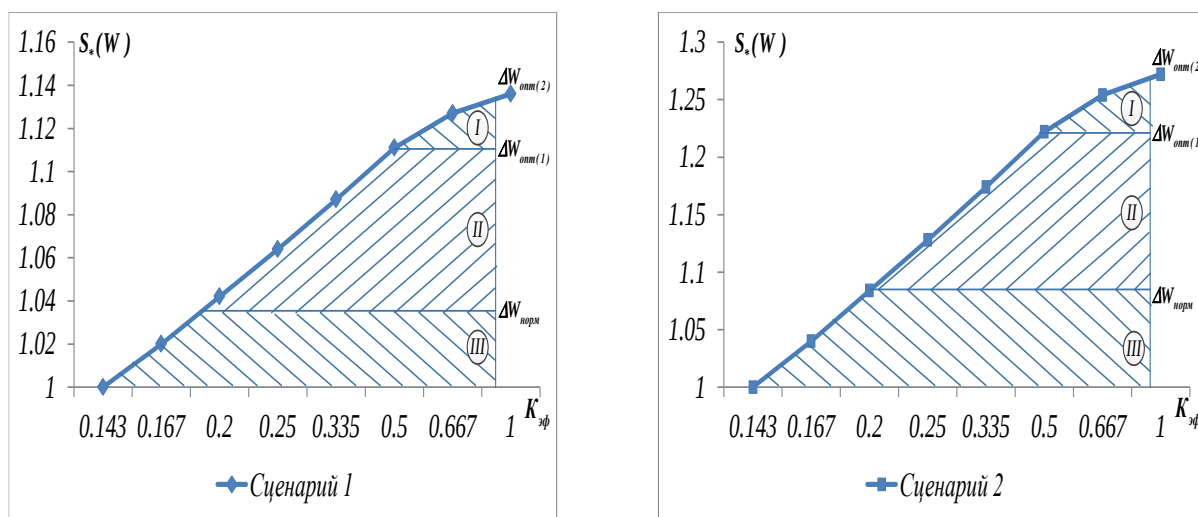


Рис. 1. Зоны эффективности функционирования электрических сетей

Таким образом, пользуясь зонами эффективности функционирования электрической сети, можно определить прибыль предприятий, обслуживающих

электрические сети, за счет увеличения стоимости транспорта электроэнергии и снижения стоимости потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воротницкий, В.Э. Потери электроэнергии в электрических сетях. Ситуация в России. Зарубежный опыт анализа и снижения: монография / В.Э. Воротницкий. – М.: Науч.-исслед. ин-т электроэнергетики, 2007 (М.). – 72 с.
2. Савина, Н.В. Системный анализ потерь электроэнергии в электрических распределительных сетях: монография. / Н. В. Савина – Новосибирск: Наука, 2008. – 228 с.

УДК 620.316

ГРНТИ 44.01.91

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ

Мясоедова Л.А., ст. преподаватель

Ерохина С.В., студент,

**Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия**

Аннотация. В статье рассмотрены различные энергосберегающие мероприятия, позволяющие предприятию не тратить электроэнергию в пустую, что может оказаться экономически выгодно для предприятия.

Ключевые слова: двигатель, освещение, УПП, ЧРП.

В настоящее время энергосбережение – одна из приоритетных задач. Это связано с недостатком основных энергоресурсов, увеличивающейся стоимостью их добычи, а также связано с одним немаловажной на сегодняшний день проблемой с экологией.

Экономия энергии подразумевает под собой эффективное применение энергоресурсов за счет применения современных решений, которые возможно осуществить технически и экономически обосновано.

Основная роль повышения эффективности использования энергии принадлежит к современным энергосберегающих технологий. Внедрение энергосберегающих технологий в производство бумаги является одним из важных шагов в решении экологических проблем (изменение климата, загрязнение атмосферы, вызванные выбросами отходов от производства).

Режим энергосбережения особенно важен для предприятия по производству бумаги. Это обусловлено непрерывной работой всего оборудования предприятия, что влечет за собой большие экономические затраты. Основные устройства, которые позволяют уменьшить потери при работе оборудования, являются конденсаторные установки и частотно регулируемые приводы. Частотно регулируемые приводы позволяют решить проблему распределения мощности. Принцип работы ЧРП основывается на том, что трехфазное напряжение поступает на выпрямительный блок, после чего происходит сглаживание постоянных сигналов. Затем сигналы передаются на преобразовательный модуль,

в котором под действием управляющих напряжений генерируются импульсы. Возможность регулирования этих частот позволяет изменять в нагрузку непрерывно. Этот фактор сказывается положительно на работе двигателя, так как при непрерывном управлении удастся осуществить плавную регулировку вращения двигателя именно поэтому двигатель не будет подвергаться перегрузке. Использование частотно регулируемых приводов позволяет сэкономить до 30 % потребляемой электроэнергии.

При установке устройств плавного пуска двигатель будет работать без перегрева. Для того чтобы понимать для чего и зачем нам необходимо устройство плавного пуска нужно выяснить что такое устройство плавного управления (УПП) и как оно работает. Устройство плавного пуска (УПП) — это устройство, используемое для плавной остановки электродвигателей с небольшим начальным крутящим моментом рабочей машины. Суть работы УПП заключается в том, что при его использовании происходит ограничение скорости нарастания и максимального значения пускового тока. Значение пускового тока может в 6 – 8 раз превышать значение номинального тока, такое существенное превышение номинальных параметров связано с тем, что во время пуска значение крутящего момента может достигать 150 – 200 % от номинального. Такие показатели могут привести к выходу из строя механической части привода.

В следствии повышения пускового тока в сети возникает падение напряжения. Если происходит падение напряжения, то увеличивается риск, что возникнут проблемы и в других участках сети. Если падение напряжения слишком велико, то дело может дойти вплоть до того, что двигатель вовсе не запустится. Чтобы решить эту проблему необходимо использовать УПП, которое позволит во время запуска удерживать параметры электродвигателя в безопасных пределах. Это достигается с помощью плавного нарастания напряжения на обмотках двигателя.

Использование устройств плавного пуска снижает вероятность перегрева обмоток, также увеличивается срок службы двигателя.

При планировании вентиляции на производстве выгодней всего использовать систему утилизации для повторного использования (рекуперации) тепла. При использовании таких систем тепло, выработанное людьми, освещением и оборудованием не будет тратиться в пустую. Это позволяет снизить потребление тепла от внешнего источника.

Как и на любом производстве, так и при производстве бумаги не мало важно освещение. Освещение – одно из важных элементов предприятия, которое обеспечивает качественную и безопасную работу. Мероприятия проводимые по экономии электроэнергии бывают различного рода. Одно из эффективных мероприятий, которые не требуют больших затрат, это правильное расположение окон и покраска стен в светлые тона. Эта процедура повышает степень освещенности помещения и тем самым позволяет сэкономить до 15% электроэнергии. Еще одним и наиболее важным способом энергосбережения в области освещения является замена ламп накаливания на люминесцентные или светодиодные источники света.

В заключении можно кратко охарактеризовать основные мероприятия по оценке эффективности применения энергосберегающих мероприятий при производстве бумаги.

- Использование конденсаторных установок и частотно регулируемых приводов;
- Использование устройств плавного пуска;
- Правильное планирование освещения;
- Применение энергоэффективных приборов освещения;
- Использование приборов, способных работать на вторичных горючих;

Из выше перечисленного можно сделать выводы, что при правильном использовании оборудования и соблюдении некоторых правил можно добиться качественного производства продукции и хорошей работы приборов.

Совместное использование подобных мероприятий оказывается выгодным, как и с экономической точки зрения, так и с экологической. Предприятие по производству бумаги сэкономить значительное количество средств, которые могут направить на организационные мероприятия в пределах предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евпланов, А.И. Энергосбережение в бюджетной сфере (справочное пособие) / А.И. Евпланов, В.М. Куликов, В.Я. Злобинский. – Екатеринбург: ТУ «Свердловгосэнергонадзор», 1999.
2. Энергосбережение / В.Е. Батищев, Б.Г. Мартыненко, С.Л. Сысков, Я.М. Щёлоков. – Екатеринбург, 1999. – 304 с.
3. Петров Л.П. Тиристорные преобразователи напряжения для асинхронного электропривода / Л.П. Петров, О.А. Андрущенко, В.И. Капинос. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.
4. .. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе / М.М. Соколов, Л.П. Петров, Л.Б. Масандилов, В.А. Ладензон. – Москва: Энергия, 1967. – 200 с.
5. Назаренко, У.П. Экономия электроэнергии при производстве и использовании сжатого воздуха / У.П. Назаренко, 1976. – 103 с.

УДК 621.316
ГРНТИ 44.29

АНАЛИЗ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Мясоедов Ю.В., канд. техн. наук, профессор;
Музыченко Г.Е., магистрант,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются устройства для оптимизации потоков реактивной мощности. Показана целесообразность их применения в электроэнергетической системе Дальнего Востока.

Ключевые слова: управляемый шунтирующий реактор, СТАТКОМ, фазоповоротное устройство, реактивная мощность, напряжение.

Регулирование потоков реактивной мощности и, как следствие, уровней напряжения в магистральных и распределительных сетях, представляет собой одну из основных задач современности, так как эти параметры режима позволяют экономить электроэнергию и энергоресурсы. Поддержание оптимальных уровней напряжения позволит повысить энергоэффективность электроэнергетической системы по средствам снижения потерь активной мощности в электрических сетях. Анализируя данную проблему, в настоящее время можно сделать вывод, что режим работы электроэнергетической системы не оптимален. В 2-2,5 раза уровень потерь в электроэнергетической системе по стране в целом, превышает величину потерь в развитых странах [1].

Широкое применение получили традиционные источники реактивной мощности, за счет которых осуществляется компенсация избытков реактивной мощности в районах

с высокими уровнями напряжения или, наоборот, генерация дополнительной реактивной мощности в районах с низкими уровнями напряжения. К таким устройствам можно отнести синхронные компенсаторы, шунтирующие реакторы и статические компенсирующие устройства. Также для перераспределения потоков реактивной мощности используются устройства РПН и ПБВ трансформаторов и автотрансформаторов.

В настоящее время все чаще можно встретить использование современного оборудования в виде FACTS технологий для решения данной проблемы. При применении данных устройств можно гибко менять характеристики передачи или преобразования электроэнергии для оптимизации режимов сети в части: пропускной способности, уровня потерь, устойчивость, перераспределение потоков мощности и качество электроэнергии [2].

Проанализировав область влияния компенсирующих устройств на параметры режима и на характеристики электроэнергетической системы, можно выделить те устройства, от которых мы получим больший эффект, и соответственно их целесообразно применять в первую очередь для оптимизации потоков реактивной мощности и уровней напряжения при транспорте электроэнергии. К таким устройствам можно отнести инновационное оборудование FACTS: УШР, СТАТКОМ и фазоповоротные устройства. Они относятся к устройствам, позволяющим комплексно решать несколько задач при функционировании ЭЭС.

Области применения УШР и СТАТКОМ схожи, применив их мы добьёмся регулирования уровней напряжения, причем используя СТАТКОМ, мы сможем не только потреблять избытки реактивную мощность, но еще генерировать ее при необходимости. Установив их, мы повлияем на статическую и динамическую устойчивость, сможем повысить качество электрической энергии, а также снизить потери активной мощности. Большим плюсом применения данных устройств является возможность автоматического регулирования потребляемой ими мощности. Фазоповоротные устройства немного отличаются по принципу действия и области применения от УШР и СТАТКОМ, данное устройство не влияет на качество электрической энергии. ФПУ изменяет сдвиг фазового угла в линии электропередачи и, в общем случае, состоит из двух отдельных трансформаторов: параллельного и последовательного. ФПУ применяется для улучшения управляемости и повышения надёжности работы электроэнергетических систем. С помощью него можно заметно снизить потери активной мощности и оптимизировать работу электрической сети. Путём плавного изменения угла сдвига фаз напряжения в начале и в конце линии, можно обеспечить оптимальный переток активной мощности по ЛЭП.

Сравнительный анализ по областям влияния компенсирующих устройств позволяет определить их области применения, а именно, какой вид компенсирующих устройств, в каких электрических сетях, наиболее выгодно применять. Было выявлено, что УШР целесообразно использовать в длинных линиях с нормальным качеством электрической энергии. Применение установки СТАТКОМ не зависит от длины линий. СТАТКОМ рекомендуется устанавливать в сетях с низким качеством электроэнергии. Целесообразно применять установки ФПУ в системообразующих сетях и контролируемых сечениях ЭЭС.

Чтобы получить наибольший эффект от применения конкретного компенсирующего устройства в конкретной ЭЭС, необходимо провести ее анализ.

Рассмотрим на примере электроэнергетической системы Амурской области. В состав ЭЭС Амурской области входят пять электростанций: Бурейская ГЭС, Зейская ГЭС, Нижне-Бурейская ГЭС, Благовещенская ТЭЦ, Райчихинская ГРЭС. В состав ЭЭС Амурской области входят сети напряжением 500 - 220 кВ находящиеся в собственности

и управлении ПАО «ФСК», 110 – 35 кВ принадлежащие ОАО «ДРСК» и 18-ти других сетевых организаций. Суммарная длина линий 500 кВ составляет 1645 км, максимальная по длине линия порядка 400 км. Линии 220 кВ обладают суммарной длиной 7450 км, а большая из них длиной 229 км. Суммарная длина линии 110 кВ – 2881 км, максимальная длина линии 117 км.

Из выше рассмотренного следует, что к особенностям электроэнергетической системы Амурской области можно отнести большую протяженность линий 500-220 кВ, что приводит к большим перетокам реактивной мощности, и как следствие, к высоким уровням напряжения на шинах подстанций за счет зарядных мощностей. Из приведенных выше характеристик современных компенсирующих устройств, для решения рассматриваемой проблемы могут подойти СТАТКОМ и УШР. Помимо этого, к особенностям нужно отнести, что одним из крупнейших потребителей электрической энергии в ЭЭС Амурской области является тяговая нагрузка. Из-за этого в сетях 220 кВ происходит снижение качества электрической энергии в части несинусоидальности, несимметрии и колебания напряжения. Из этого следует, что применение просто УШР не достаточно, совместно с УШР необходимо использовать устройства, улучшающие качество электроэнергии, поскольку УШР не решает проблему качества электроэнергии. В энергосистеме присутствуют линии 220 кВ загруженных практически на 100%, а в некоторых ремонтных и послеаварийных режимах даже перегруженных. Для разгрузки этих линий в ряде случаев вместо строительства новых ВЛ или перевода линий на более высокий класс номинального напряжения, можно использовать ФПУ. Особенно актуально это на контролируемых сечений. На линиях 110 кВ наблюдается обратная ситуация, они имеют малую протяженность, реактивную мощность индуктивного характера, высокий коэффициент реактивной мощности, что приводит к снижению напряжения на шинах подстанций. Для решения данной проблемы целесообразно применять регулируемые БСК. При наличии искажения качества электроэнергии – СТАТКОМ.

На основании проведенного анализа можно составить рекомендации по выбору компенсирующих устройств для управления потоками реактивной мощности и регулирования уровней напряжения в электроэнергетической системе Амурской области.

УШР рекомендуется применять на напряжение 110 кВ – 500 кВ на подстанциях от которых отходят линии от 60 км и с нормальным качеством электрической энергии.

СТАТКОМ рекомендуется применять на напряжение 35 кВ – 500 кВ на подстанциях от которых отходят линии от 20 км. Его можно применять в сетях с плохим качеством электрической энергии за счет того, что в его конструкции присутствуют фильтры компенсирующие устройства.

ФПУ рекомендуется применять на напряжение 220 кВ – 500 кВ.

При рассмотрении современных устройств, применяемых для оптимизации потоков реактивной мощности сделан вывод, что наиболее эффективными из них являются управляемые шунтирующие реакторы, СТАТКОМ, ФПУ. Также рассмотрен ожидаемый эффект на основе анализа их технических характеристик от применения в сетях разных номинальных напряжений и протяженностей. Используя данные устройства, можно оптимизировать поток реактивной мощности и напряжение в узлах, тем самым повысить надежность работы электроэнергетической системы, минимизировать потери активной мощности в электрических сетях и тем самым повысить эффективность функционирования ЭЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рысалиев, А.С. Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях с целью экономии энергоресурсов [Электронный ресурс] / А.С. Рысалиев, С.М. Суеркулов. // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. —

Электрон.дан. – 2016. – № 1. – С. 137-139. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/300121>. — Загл. с экрана

2. Информационное – справочное издание «Новости ЭлектроТехники». Реактивная мощность в электрических сетях технологии управляемой компенсации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh>

УДК 621.31
ГРНТИ 144.29.29

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЁННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С МАЛОЙ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТЬЮ

**Мясоедов Ю.В., канд. техн. наук, профессор;
Музыченко Г.Е., магистрант;
Намаконова Н.А., магистрант,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия**

Аннотация. Применение возобновляемых источников энергии для электроснабжения удалённых потребителей малой мощностью взамен применения дизельных электростанций и строительства линий электропередач.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечные батареи, ветрогенераторы, линия электропередач.

В России значительная часть территории находится вне централизованной системы энергоснабжения и на ней проживает 10 млн. человек. Проблема энергоснабжения территории, находящейся вне централизованной системы энергоснабжения, стоит очень остро. В первую очередь одной из особенностей, характерной для регионов Сибири и Дальнего Востока, является весьма низкая плотность населения на громадных, слабо освоенных в производственном отношении территориях. На этой территории проживает малочисленное население. Энергетические нагрузки этой категории потребителей составляют от десятков до сотен кВт. Проблема надежности и качества электроснабжения мелких, удаленных и малонаселенных поселений, рассредоточенных по огромной территории России, остается острой в социальном, техническом и экономическом аспектах [1]. Обеспечение таких потребителей электроэнергией может быть, в общем случае, осуществлено либо за счет централизованного электроснабжения, либо созданием децентрализованных зон. Техническая реализация электроснабжения объекта путем строительства линии электропередачи (ЛЭП) зависит от установленной мощности объекта потребления и от расстояния до ближайшего пункта присоединения к централизованной электрической сети. По второму варианту электрообеспечения малонаселенных и удаленных поселений (через создание децентрализованных зон) наиболее распространенным источником электроэнергии являются стационарные и передвижные дизельные электростанции (ДЭС). Основными проблемами применения ДЭС являются: неудовлетворительное техническое состояние электроисточников; дальний транспорт топлива и зависимость от его поставок [2].

Россия имеет большой потенциал в области возобновляемых источников энергии, хотя применение их в данный момент незначительно. В настоящее время существует значительное количество различных ВИЭ и при подключении потребителей, для

каждого случая может быть разработано несколько вариантов с использованием различных ВИЭ. В случае расположения потребителей рядом с реками, можно использовать мини ГЭС и микро ГЭС, при обилии ветров целесообразно использовать ветростанции, при наличии геотермальных источников вблизи потребителей - геотермальные станции, также для большинства случаев следует использовать солнечные станции.

В качестве примера рассмотрим территорию республики Саха (Якутия). На данной территории порядка 70% населенных пунктов не подключены к централизованному энергоснабжению. В рассматриваемой перспективе зона автономного электроснабжения сохранится в силу больших расстояний между населенными пунктами и слабой транспортной инфраструктуры. ВИЭ в ближайшей перспективе могут быть эффективно использованы в зоне децентрализованного электроснабжения. Основная цель применения ВИЭ – сокращение расхода дизельного топлива, снижение затрат на его завоз и использование. Республика Саха (Якутия) обладает значительным потенциалом возобновляемых природных энергоресурсов, в данном регионе значительное поступление солнечной энергии и большая скорость ветров, это мы можем наблюдать из распределения солнечной энергии и скоростей ветра на территории России, из этого следует, что целесообразно применять в этом случае солнечные панели и ветрогенераторы.

Для примера рассматривается с. Абый в республике Саха (Якутия). Населенность села составляет порядка 500 человек. Для электроснабжения этих потребителей необходима мощность в размере 100 кВт. В настоящее время электроснабжение происходит от дизельных электростанций, на 2014 год тариф на электроэнергию для зоны децентрализованного энергоснабжения в Якутии составил 30,54 руб./кВтч. Ближайшая подстанция, к которой можно осуществить подключение к централизованному электроснабжению, является ПС Хандыга, выполненная на напряжение 220 кВ, которая находится на расстоянии 1000 км. На это расстояние ЛЭП должна быть на класс напряжения 500 кВ. При использовании минимального сечения для ЛЭП 500 кВ, загрузка линии будет практически равна нулю, линия будет работать в режиме холостого хода. Капиталовложения на сооружение всей линии составит 24644 миллиона рублей. При таких больших капиталовложениях проект имеет низкую экономическую привлекательность. Поэтому для электроснабжения данных потребителей экономически целесообразно использовать возобновляемые источники энергии. Для электроснабжения села Абый оптимально использовать комбинированную электростанцию с использованием солнечных батарей и ветрогенераторов, поскольку в данном районе солнечная активность наибольшая с марта по сентябрь, а скорость ветров максимальна с сентября по февраль. В качестве солнечных батарей выбираются HN-POLY280W мощностью 280-300 Ватт в количестве 40 штук и ветрогенераторы NY-1000L мощностью 1000 Ватт в количестве 30 штук, также необходимо предусмотреть резерв мощности, который будет храниться, для этого предусматривается установка аккумуляторных батарей DeltaGX 12-100 в количестве 10 штук. Выработка солнечных батарей и ветрогенераторов по месяцам представлена на рис. 1, 2.

Суммарные капиталовложения в проект составят 5,1006 миллиона рублей без учета сопутствующих затрат строительству, однако если их учесть – капиталовложения составят 5,838 миллиона рублей. Среднегодовая выработка электроэнергии: 109,77 кВт·ч/сутки (рис. 3). Расчеты годовой и помесечной выработки электроэнергии солнечных панелей и ветрогенераторов выполнены с учетом климатической особенности местности при помощи онлайн калькулятора солнечной, ветровой энергии [3]. При ценах на электрическую энергию 4,2 рубля за кВт·ч., за год прибыль от проекта составит 168,281 миллиона рублей. В таком случае срок окупаемости проекта составит в течении месяца.

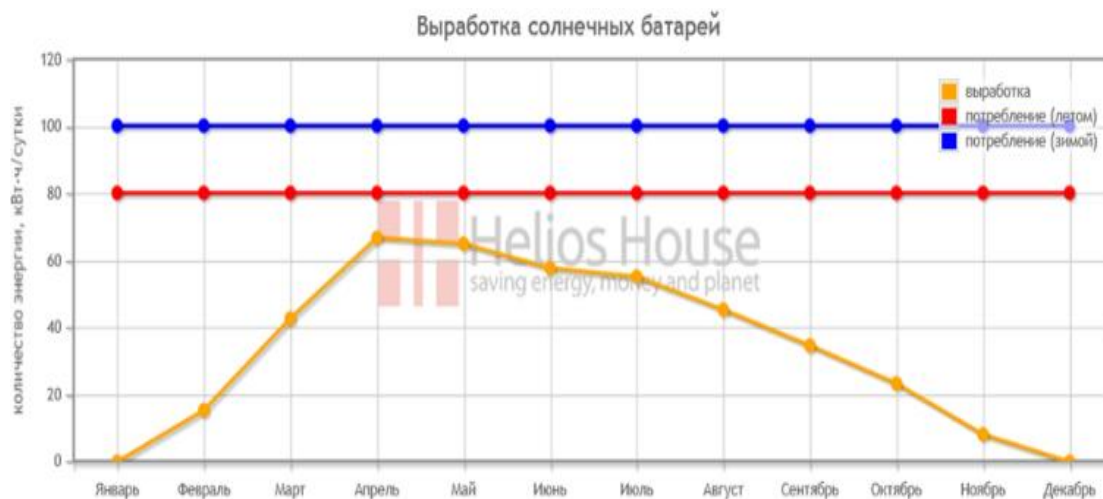


Рис. 1. Выработка солнечных батарей



Рис. 2. Выработка ветрогенераторов



▼ Среднемесячная выработка электроэнергии, кВт·ч/сутки (нажмите для просмотра)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
107.08	115.73	115.66	121.98	111.61	108.40	115.69	112.43	98.59	101.37	102.07	106.68

Среднегодовая выработка электроэнергии: **109.77** кВт·ч/сутки. Суммарная выработка электроэнергии за год: **40067.14** кВт·ч.

Рис. 3. Суммарная выработка электроэнергии

Выводы. Для электроснабжения удалённых потребителей с малой потребляемой мощностью, подключение их к централизованному энергоснабжению, посредством строительства ЛЭП, имеет низкую экономическую эффективность из-за больших капиталовложений в данный проект. Использование дизель-генераторов для электроснабжения данных потребителей завышает цену на электроэнергию в десятки раз. Таким образом, из расчетов, представленных выше, следует, что для электроснабжения удалённых потребителей с малой потребляемой мощностью целесообразнее применять ВИЭ, так как срок окупаемости данного проекта намного меньше, чем при подключении посредством строительства ЛЭП. Использование ВИЭ для таких потребителей даст не только экономический эффект, но также и экологический, поскольку для ВИЭ не требуется сжигание топлива, что приводит к загрязнению экологии, и не требуется выделения значительных участков земли под охранную зону и под строительство подстанций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башмаков, И.А. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям / И.А. Башмаков. – М.: ЦЭНЭФ, 1996. – 192 с.
2. Мяки А.Э. Истинные причины проблем отопления в северных регионах / А.Э. Мяки // Топливо-энергетический комплекс. – 2003. – № 2. – С. 95-98.
3. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html>

УДК 620.9
ГРНТИ 44.09

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

**Моисеенко К.А., студент,
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

Аннотация. Рассмотренные основные проблемы энергетического сектора России. Представлены концепции решения проблем. Приведен потенциал возобновляемых источников энергии, рассмотрены их недостатки.

Ключевые слова: Энергетика, возобновляемые источники энергии, развитие.

Промышленный комплекс России имеет прочную взаимосвязь с энергетическим сектором. На данный момент есть предостерегающие прогнозы об истощение природных ресурсов, что может привести к торможению энергетического сектора России, поэтому большое количество исследований посвящено этой проблеме.

Российский энергетический сектор включает в себя 69 энергосистем регионов, которые образуют 7 интегрированных энергетических систем (Центр, Урал, Восток, Сибирь, Средняя Волга, Юг, Северо-Запад), эти системы соединены линиями электропередач с напряжением 220-500 кВ. Российский потенциал электроэнергетики насчитывает более 700 электростанций с мощностью более 5 МВт [1].

На данном этапе структура топливно-энергетического комплекса нерациональна. Более половины тепловых электростанций работают на нефти и газе, запасы которых по

прогнозам закончатся в ближайшие десятилетия. Так же затраты на добычу природных ресурсов ежегодно вырастают, что приводит к увеличению стоимости электроэнергии.

Не менее актуальной проблемой является и износ оборудования. На сегодняшний момент ставится вопрос о принятиях мер по дальнейшему безопасной эксплуатации 50% оборудования энергетического сектора. Перед Россией стоит задача по созданию новых АЭС и ГЭС, что позволит сохранить уровень экспорта энергетических ресурсов. А как следствие и экономическое благополучие страны [3].

Экологическая проблема нарастает по мере увеличения масштабов энергетики. Большое количество выбросов парниковых газов, крупные аварии на техногенных объектах, негативно влияют на климат. В связи с вышеперечисленным, важно инновационное развитие энергетического сектора, и реализация двух концепций. Концепция энергосбережения предполагает увеличение эффективности использования энергоресурсов на каждом из этапов жизненного цикла. Концепция энергозамещения подразумевает переход от традиционного топлива (уголь, нефть, газ и др.) к возобновляемым источникам энергии, потенциал которых огромен [2].

Таблица 1

Ресурсы возобновляемых источников энергии в мире и в России, млн. т.у.т.

Вид энергии	Технический потенциал	
	Мир	Россия
Энергия солнца	$5,3 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^3$
Энергия ветра	$2,2 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^3$
Геотермальная энергия	$1,7 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^2$
Гидроэнергия	$1,7 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^2$

Тем не менее, помимо большого потенциала и существенных плюсов, есть и ряд минусов:

- изменение мощности в зависимости от времени суток, погодных условий и времени года;
- низкий КПД;
- большие габариты установок и затраты на их обслуживание.

Для успешного достижения цели обе концепции должны реализовываться одновременно. Применение концепции энергосбережения возможно до определенного этапа, пока достаточно запасов природных ископаемых. В дальнейшем же акцент перейдет на энергозамещение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева, Е.А. Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения / Е.А. Афанасьева, М.Д. Кислякова // Молодой ученый. – 2017. – №40. – С. 1-4.
2. Фролов, А. Российский газовый комплекс: к улучшению использования экспортного потенциала / А. Фролов // Российский экономический журнал. – 2004. – №4. – С. 92-93.
3. Энергетическая безопасность России // Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. URL: <http://gisee.ru/articles/smi/1279/>

УДК 631.21:628.4
ГРНТИ 68.39.17

ОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЖИВОТНОВОДСТВА В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Мирзаханова А.А. студент,
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет,
г. Нальчик, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются комплексные вопросы содержания крупного рогатого скота, акцентируется внимание на утилизацию отходов жизнедеятельности скота. В процессе анализа и выявления злободневных проблем производства, даются выводы и рекомендации для развития данной отрасли.

Ключевые слова: коровы, навоз, экскременты, сбор, утилизация.

В сельскохозяйственном животноводстве, в частности, мясо-молочного направления, производимый процесс сопряжен с определенными сложностями в направлении утилизации навоза. Прилегающие территории к таким хозяйствам подвергаются вредному воздействию, очагом которых являются навозохранилища, являющиеся источником агрессивной среды. Экология окружающей территории при неграмотном производственном процессе несёт ощутимый урон [1].

В процессе анализа всего технологического процесса производства мясо-молочного сектора, выявлены следующие проблемы:

- низкий уровень санитарного содержания скота, ввиду хаотического выделения продуктов жизнедеятельности животными и отсутствия технических средств, обладающих адаптивными характеристиками, что влечет за этим снижение качества получаемых конечных продуктов производства отрасли;
- при уборке экскрементов коров происходит смешивание с подстилочным материалом, что приводит к дополнительным расходам по содержанию в чистоте коров и дополнительной заготовке подстилки в стойле;
- энергоёмкость сбора навоза (табл.1);
- при утилизации необходимы дополнительные площади для хранения свежесобранного навоза;
- очевиден наносимый урон экологии окружающей среде расположения животноводческого объекта.

Обозначенные недочеты необходимо исследовать для выявления путей исключения их из технологии общего производственного процесса. Анализ существующих разработок по сбору и утилизации экскрементов коров [1, 2, 3, 4, 5, 6], приводит к следующим заключениям – данная тема находится в пересечении нескольких наук, находящихся в исследовательском поле данной проблемы.

Технология и техника. Технология уборки навоза состоит из ручной операции – сгребания навозной массы скребком в навозоуборочный канал и дальнейшее перемещение техническими средствами – навозоуборочными транспортерами, в места складирования. Нормированный труд скотника при ручном удалении навоза не согласован с хаотичным выделением экскрементов коровами. Скотник включает транспортер в работу три раза в сутки, в течение которого каждое животное до 15 раз опорожняется. По мере накопления экскрементов в навозоуборочном канале приводится в действие навозоуборочный транспортер для удаления. Интервал до следующего наполнения навоза в навозоуборочном канале составляет восемь часов, в течение которого каждое животное выделяет экскременты до 5 раз.

Оборудование обеспечивающее воздухообмен дополнительно включается в работу ввиду превышения предельно-допустимого содержания углекислого газа от свежих экскрементов, что влечет дополнительные затраты энергии на привод технических средств поддержания микроклимата.

Следует обратить внимание еще на следующее негативное явление. При отгонном способе содержания всё стационарное оборудование в коровниках используется только в стойловый период. В летний пастбищный период коровы в дневной период находятся на пастбище, ночью в загоне, утром и вечером осуществляется машинное доение, соответственно перед и после пастбы. Промежуток от вечерней до утренней дойки стадо размещается в загоне и не секрет эта территория и сами коровы находясь в ней подвержены интенсивному загрязнению.

Это указывает на необходимость модернизации технологии и упрощения технических средств механизации навозоуборочных процессов и их утилизации в виде получения качественного органического удобрения с последующим внесением в почву.

Ветеринария. Если скотник не успел сгрести свежевыделенные экскременты в навозоуборочный канал корова находится на мокрой и грязной подстилке, пачкаясь собственными экскрементами. К телу коровы липнет и засыхает толстый слой навозной массы. По существующей технологии чистку тела коров производят железными щетками примерно один раз в месяц. При грубой чистке коровы нарушается волосяное покрытие тела, сопровождающееся разными кожными заболеваниями.

Зоотехния. Антисанитарная обстановка стойл отрицательно влияет на здоровье животного и качество молока. Газы, выделяемые свежими экскрементами, содержат ядовитые вещества, вдыхая такой загрязненный воздух в коровнике, в кровь животного попадают ядовитые элементы, снижающие качество мяса и молока. Необходимость изоляции ядовитых газов от коров очевидна. Существующая система вентиляции в коровниках не обеспечивает в полной мере исключения данного негативного фактора.

Агрохимия. Экскременты являются быстродействующими высокоэффективными азотно-калийными органическими удобрениями. Однако базовая технология производства подстилочного навоза не обеспечивает предотвращения засорения органических удобрений семенами сорных и ядовитых растений, поступающих с полей в составе подстилки. Семена овсяга, куколя, части стеблей амброзии и других растений обнаруживались фильтровальными средствами при исследовании проб молока на предмет определения его механической загрязненности. Это еще раз подтверждает необходимость в изолированном сборе экскрементов от коровы и удаления их без применения навозоуборочных транспортеров.

Агрономия. Часто фиксируется возвращение сорных растений на поля в составе незрелых масс подстилочного навоза, что способствует распространению сорняков.

Общие выводы и предложения

1. Необходимо обеспечить чистоту и отсутствия влаги на стойлах, тела коров должно быть сухими и чистыми, предотвратить ручную чистку железными щётками и обеспечивать сокращение числа кожных заболеваний коров.
2. Следует обеспечить изолированный сбор экологически чистых экскрементов и их использование для растениеводства и других отраслей народного хозяйства.
3. Разработать нетрадиционные энергоресурсосберегающие средства механизации для производства и использования жидких органических удобрений.
4. Подстилка для стойлового содержания коров постоянно должна быть сухой, чистой; она может быть несменяемой. В целях предотвращения повторного возвращения семян сорняков в поле, подстилка, содержащая семена сорняков, не должна быть использована в составе удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барагунов, А.Б. Исследование эффективности сбора чистого навоза на фермах КБР/ А.Б. Барагунов // Инновации в агропромышленном комплексе: материалы VI

Межвузовской научно-практической конференции сотрудников и обучающихся аграрных вузов Северо-Кавказского Федерального Округа, посвященной 100-летию со дня рождения профессора З.Х. Шауцукова. 2017. – С.32-34.

2. Апажев, А.К. Инновационная технология и технические средства для утилизации навоза и помета / А.К. Апажев, Ю.А. Шекихачев, Л.М. Хажметов, А.Г. Фиापшев, А.Б. Барагунов, М.М. Хамоков, О.Х. Кильчукова // Вестник сельскохозяйственного консультирования. – 2015. – №4. – С.42.

3. Барагунов, А.Б. Ветеринарно-санитарные особенности энергосберегающей технологии удаления навоза / А.Б. Барагунов, А.В. Сагателян, М.Б. Улимбашев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2012. – № 2. – С. 56-59.

4. Апажев, А.К. Разработка и исследование биореактора для получения биоудобрения и биогаза / А.К. Апажев, Ю.А. Шекихачев, А.Г. Фиапшев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2 (40). – С. 60-63.

5. Барагунов, А.Б. О совершенствовании технологий производства продукции в молочном животноводстве / Б.Я. Барагунов, А.Б. Барагунов, Х.К. Казанов // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – № 1. – С. 35.

6. Барагунов, А.Б. Совершенствование доильных установок для работы в условиях пониженного давления / А.Б. Барагунов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 4. – С. 33-36.

УДК 631.372:629.114

ГРНТИ 68.85.87

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ

Щитов С.В., д-р. техн. наук, профессор;

Кривуца З.Ф., д-р техн. наук, доцент;

**Кузнецов Е.Е., д-р техн. наук, доцент кафедры
транспортно-энергетических средств и механизации АПК,
Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Россия;**

**Двойнова Н.Ф., канд. с.-х. наук, доцент,
Сахалинский государственный университет,
г. Южно-Сахалинск, Россия**

Аннотация. Предложен метод определения энергетических затрат при перевозке сельскохозяйственной продукции автомобильным транспортом учитывающий скорость движения. Рассматриваемый подход дает возможность оптимизировать расход топлива, денежные и трудовые ресурсы, увеличить срока эксплуатации транспорта.

Ключевые слова: экономическая оценка, транспорт, скорость движения, навигационная система слежения, грузоподъемности.

Основу экономической оценки перевозки сельскохозяйственной продукции автомобильным транспортом составляет расчет издержек на их выполнение. Методы определения затрат на выполнение данных услуг должны учитывать специфику перевозок сельскохозяйственной продукции. Учет специфики данного вида перевозок позволит оценить степень влияния различных факторов и изыскать возможности их уменьшения. Скорость движения подвижного состава является одним из существенных факторов,

влияющих на производительность транспортных средств и на уровень энергозатрат при выполнении перевозок [1-4].

Прямые энергозатраты при перевозке грузов для автомобиля определяются [5]

$$E_{\text{пр}} = \frac{\alpha_{\alpha} \cdot G \cdot L \cdot \rho}{50 \cdot Q}, \quad (1)$$

где α_{α} – энергетический эквивалент топлива, МДж/кг;
 G – линейная норма расхода топлива на 100 км пробега, л;
 L – длина ездки, км;
 ρ – плотность топлива, кг/л;
 Q – масса перевозимого груза, т.

Проведя необходимые преобразования в формуле (1), получаем

$$E_{\text{пр}} = \frac{\alpha_{\alpha} \cdot G \cdot V_T \cdot \rho \cdot (\ell_{\text{ге}} + V_T t_{\text{пв}} \beta)}{50 \cdot Z_{\text{е}} q \gamma V_T \beta}, \quad (2)$$

где V_T – техническая скорость автомобиля, км/ч;
 $\ell_{\text{ге}}$ – длина ездки с грузом, км;
 β – коэффициент использования пробега;
 $t_{\text{пв}}$ – среднее время погрузочно-разгрузочных работ за один оборот, ч;
 $Z_{\text{е}}$ – число ездок;
 q – грузоподъемность транспортного средства, т;
 γ – коэффициент использования грузоподъемности.

Полученная зависимость позволяет оценить влияние скорости движения на прямые энергозатраты транспортного средства.

В качестве исходных данных для решения поставленной задачи как для отдельно взятого автомобиля определенной марки, так и в целом для автотранспортного предприятия в настоящее время лучше всего использовать протоколы, полученные навигационной системой слежения мониторинга транспорта. Спутниковые системы глобального позиционирования мониторинга автомобильного транспорта позволяют не только определять местонахождение, скорость движения транспортного средства, но и проводить контроль расхода топлива в режиме реального времени.

Анализ полученной информации позволяет выбрать на конкретном маршруте экономически обоснованную скорость движения автомобиля, при выполнении заданного объема грузоперевозок, которой соответствует минимальный расход топлива, с учетом разнородности и сложности дорожных условий. С этой целью были проведены экспериментальные исследования с использованием выше названной системы.

Для определения прямых энергозатрат при различных скоростях движения и оптимальной скорости движения на выбранных маршрутах проведены натуральные исследования на примере работы автомобилей КамАЗ - 5320692 с полуприцепом НефАЗ-8560 при выполнении перевозок грузов по маршрутам с асфальтобетонным покрытием. При этом фиксировались скорость движения и расход топлива.

Дорожные условия: тип дорожного покрытия – асфальтобетонное; состояние дорожного покрытия – хорошее; категория дорог (СниП 2.05.02 -85) – IV; вид движения – свободное движение; коэффициент использования пробега $\beta=0,5$; грузоподъемность транспортного средства $q=20$ т; протяженность трассы $L=165$ км; коэффициент использования грузоподъемности $\gamma=0$ и $\gamma=1$; выполнялась одна ездка; дорожные условия на всем протяжении трассы одинаковы; погода – ясная; продолжительность рейса – 8 ч.

Рекомендуемая скорость движения рассчитывалась исходя из общего времени оборота, затрачиваемого на движение в прямом и в обратном направлении. Одновременно с использованием навигационной системы слежения ГЛОНАСС и GPS были проведены хронометражные наблюдения. Сходимость результатов составила в пределах ошибки.

Используя данные спутниковых систем мониторинга, получили исходный массив значений расхода топлива в зависимости от скорости движения и грузоподъемности автомобилей на режимах движения от 40 до 90 км/ч. Согласно положениям корреляционно-регрессионного анализа установили зависимость $G=f(V)$.

Для решения практической задачи по определению оптимальной скорости движения на заданном участке дороги, предлагается пользоваться номограммой (рис.1).

Так, анализ полученных данных позволяет рекомендовать снижение среднетехнической скорости движения по трассе в направлении Завитинск-Благовещенск до 55 км/ч и тем самым уменьшить расход топлива с 57,6 л/100 км до 38,6 л/100 км. При этом режиме движения продолжительность автомобиля в пути увеличится лишь на 30 минут.

Таким образом, экономический эффект от совершенствования планирования расхода топлива, при стоимости дизельного топлива в Амурской области 48 р/л составит 1358,4 р в среднем на один автомобиль.

Рассматриваемый подход дает возможность оптимизировать не только расход топлива. Критерием решения может выступать оптимизация денежных и трудовых ресурсов, увеличение срока эксплуатации транспорта.

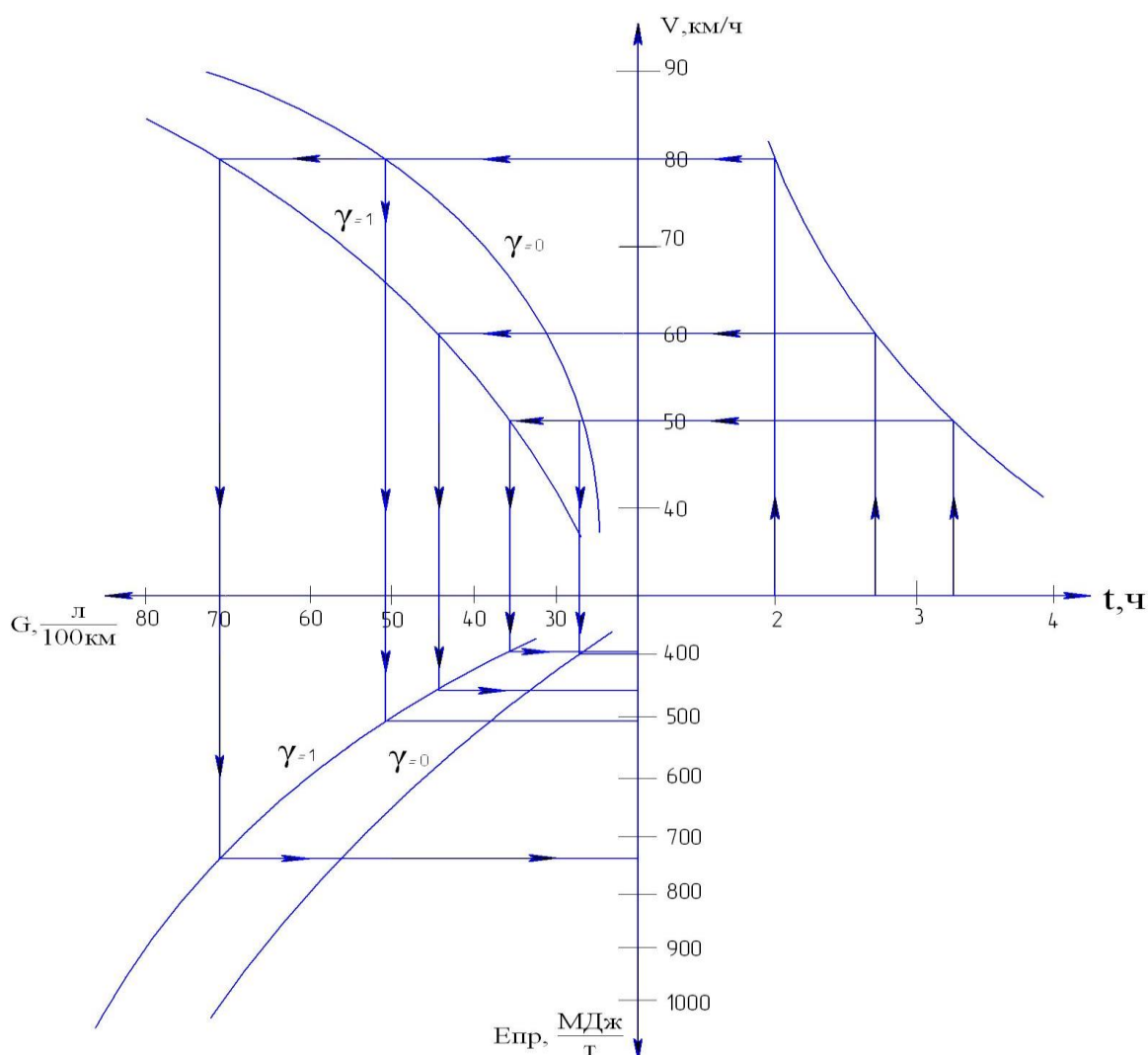


Рис. 1. Номограмма для определения прямых энергозатрат в зависимости от скорости движения и грузоподъемности автомобиля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николин, В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов [Текст] / В.И. Николин. – М.: Транспорт, 1990. – 192 с.
2. Энергетическая оценка транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области на внутрихозяйственных и внехозяйственных перевозках [Текст] / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, В.Г. Евдокимов, В.Ф. Кузин // Научное обозрение. – 2015. – №10-1. – С.61-65.
2. Щитов, С.В. Снижение энергозатрат на транспортных работах за счет оптимизации скорости движения / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца [Текст] // Вестник «Алтайского государственного аграрного университета». – 2012. – №5. – С.114-116
3. Влияние транспортно-технологического обеспечения на формирование машинно-тракторного парка хозяйств [Электронный ресурс] / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Н.Ф. Двойнова, Е.В. Попова, А.В. Сахненко // АгроЭкоИнфо. – 2016. – №4. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st_441.doc
4. Щитов, С.В. Оптимизация работы автомобильного транспорта с использованием навигационных систем ГЛОНАСС И GPS [Текст] / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Научное обозрение. – 2011. – №6. – С.87-92.
5. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве [Текст] / А.Н. Никифоров, В.А. Токарев, В.А. Борзенков [и др.]; под ред. А.Н. Никифорова. – М.: ВИМ, 1995. – 96 с.

УДК 621.332+681.5

ГРНТИ 44.29.37;50.43

АСУ ТП В РАСПЕРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ОПТОВОЛОКОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

**Кутлуметова О.И., магистрант,
Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Россия**

Аннотация: Внедрение АСУ ТП в распределительных сетях 6-10 кВ с использования кабельной продукции с изоляцией из сшитого полиэтилена с интегрированными оптоволоконными элементами.

Ключевые слова: АСУ ТП, диспетчеризация, кабель из сшитого полиэтилена, ВОЛС.

Основными целями внедрения АСУ ТП являются повышение надежности систем управления и повышение на этой основе надежности электроснабжения потребителей, а также снижение затрат на техническое обслуживание РП и ТП.

Автоматизации объектов распределительных сетей отводится ведущая роль в повышении эффективности функционирования и управления всего сетевого технологического комплекса, обеспечении требуемых качественных показателей электроэнергии, снижении ущерба и сокращении срока ликвидации аварий, обеспечении безопасности электрических сетей, повышения их энергоэффективности и создания условий для энергосбережения.

Комплексная автоматизация, охватывающая все объекты распределительной сети – от питающих центров до отходящих фидеров потребителей, позволяет осуществить переход от традиционных сетей с прямым локальным управлением к интеллектуальным распределительным сетям высокой степени автоматизации.

Решаемые задачи:

1. обеспечение наблюдаемости и управляемости ТП;
2. обеспечение охраны и пожарной безопасности ТП;
3. снижение аварийности ТП;
4. коммерческий учет электроэнергии;
5. технический учет электроэнергии;
6. выявление и минимизации коммерческих и технических потерь;
7. обеспечение необходимого уровня параметров качества электроэнергии;
8. повышение ресурса работы оборудования ТП, снижение затрат на ремонты.

Функции:

1. Сбор информации о положении коммутационных аппаратов (выключатели, выключатели нагрузки, разъединители и заземляющие ножи) входных и отходящих ячеек трансформаторной подстанции, межсекционных разъединителей;
2. Измерение электрических величин тока, напряжения, мощности и энергии на входящих фидерах и/или выходе трансформатора;
3. Коммерческий учет на входящих и отходящих фидерах ТП;
4. Телеуправление коммутационными аппаратами, возможность управления нагрузкой сети;
5. Сбор информации с датчиков охранной (открытия дверей и окон, движения, проникновения в шкафы с оборудованием) и пожарной сигнализации, предоставление возможности оперативного реагирования на нештатную ситуацию на объекте;
6. Передача в темпе процесса получаемой информация на диспетчерский пункт Центра управления сетями с использованием основного и резервного цифровых каналов связи.

АСУ ТП должна выполнять функции управления напряжением и реактивной мощностью, оптимизации числа работающих трансформаторов, управления нагрузкой в утяжеленных и аварийных режимах, аварийного включения резерва и содержит функциональные блоки:

1. сбора и передачи информации;
2. мониторинга состояния и диагностики оборудования в нормальных и аварийных режимах оперативно-технологического управления;

Построение системы диспетчеризации связано с реализацией следующих прикладных задач:

- получение данных расхода электроэнергии (технический учет);
- получение данных технологических параметров электротехнического оборудования;
- передача на центральный диспетчерский пункт всех полученных данных по параметрам работы электроустановок;
- опрос и диагностика микропроцессорных устройств электротехнического оборудования, в том числе МПРЗА;
- передача сообщений о неисправности аварийной, охранной и пожарной сигнализации электроустановки (распределительного устройства);
- визуализация режима работы электрической сети предприятия на экранах,
- сигнализации при отклонении заданных параметров за уставки, сигнализация о неисправности или аварии в электроустановках;
- дистанционное управление электротехническим оборудованием;

- удаленная перенастройка параметров МП РЗА и других МП контроллеров;
- протоколирование всех событий (аварий, действий диспетчера, включения и выключения исполнительных механизмов, поступления тревожных сигналов и сообщений и т.п.);

При создании систем автоматизации управления электроустановками требуется выполнение работ по сбору большого количества данных.

Усложняет проблему распределенное территориальное расположение электроустановки, как правило, отсутствие каналов связи.

Основная задача любой системы диспетчеризации это— дистанционный оперативный контроль дежурным персоналом за режимами работы энергетического оборудования и своевременное получение информации о процессах, происходящих на обслуживаемом объекте (телеметрия), а также управление этими процессами (телемеханика и автоматизация) для оптимизации режимов работы энергетического оборудования и увеличения ресурса его работы.

Наиболее сложной в реализации является выполнение каналов связи между электроустановкой и центром сбора данных.

Реализация вышеперечисленных функций невозможна без устойчивых каналов связи с возможностью передачи больших потоков информации. Самой совершенной физической средой для этого в настоящее время считается оптическое волокно.

ВОЛС имеет свои преимущества, а именно:

1. Стекловолокно обладает значительной широкополосностью, которая обусловлена чрезвычайно высокой несущей частотой 10^{14} Гц. Это означает, что по оптическим линиям связи можно передавать информацию со скоростью порядка 10^{12} бит/с.
2. Стекловолокно обладает очень малым затуханием (по сравнению с другими средами), что позволяет строить линии большой длины без регенерации сигналов.
3. Волокно изготавливается из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространенного, а поэтому недорогого материала, в отличие от меди.
4. Оптические волокна имеют диаметр около 100 мкм, т.е. очень компактны и легки, что делает их перспективными для использования в кабельной технике.
5. Системы связи на основе оптических волокон устойчивы к электромагнитным полям, а передаваемая по световодам информация защищена от несанкционированного доступа.
6. Немаловажным свойством оптического волокна является долговечность.

Однако, в волоконной технологии есть и свои недостатки:

1. При создании линии связи требуются высоконадежные активные элементы, преобразующие электрические сигналы в оптические и наоборот, производство которых стоит очень дорого.
2. Другой недостаток заключается в том, что для монтажа оптических волокон требуется прецизионное, а потому дорогое технологическое оборудование.
3. Как следствие, при аварии (обрыве) оптического кабеля затраты на восстановление выше, чем при работе с традиционными кабелями с медными жилами.

Тем не менее преимущества от применения волоконно-оптических линий связи настолько значительны, что несмотря на перечисленные недостатки оптического волокна, данные линии связи все шире используются для передачи информации.

Компания «Nexans» предлагает на Российском рынке большой выбор кабельной продукции 6-35 кВ с теплостойкой экструдированной изоляцией (сшитый полиэтилен), в том числе с интегрированным оптоволоконным элементом. Своими уникальными свойствами кабели с изоляцией из СПЭ обязаны применяемому изоляционному материалу. Полиэтилен в настоящее время является наиболее применяемых изоляционных материалов при

производстве кабельной продукции. Термин «сшивка» подразумевает обработку полиэтилена на молекулярном уровне, которая и определяет высокие электрические и механические характеристики материала, большой диапазон рабочих температур.

Сшитый полиэтилен – это полимер углеводорода этилена, модифицированный на молекулярном уровне до выстраивания абсолютно новой структуры. Полученная в процессе «сшивки» система межмолекулярных связей СПЭ выглядит, как трехмерная ячеистая сетка, похожая на кристаллическую решетку твердых веществ. Такое изменение дает особую прочность на разрыв и повышение всех остальных характеристик полиэтилена. В сравнении как с маслonaполненной, так и ПВХ-изоляцией сшитый полиэтилен дает гораздо более высокие прочностные и диэлектрические характеристики.

Использование СПЭ для изоляции силовых кабелей дало возможность как расширения эксплуатационных свойств электропроводки, так и более удобного ее монтажа: Высокие диэлектрические показатели полиэтилена при минимальных диэлектрических потерях разрешили проблему изоляции высоковольтных линий. Увеличение максимально допустимой температуры позволило увеличить пропускную способность провода на 20-30% по сравнению с бумажно-масляными аналогами. Стойкость к быстрому повышению температуры с рабочей до максимальной величины обезопасила ситуации коротких замыканий. Влагонепроницаемость РЕХ-изоляции исключила необходимость гидрозащиты. Устойчивость к механическим повреждениям отменила обязательную металлическую оболочку для провода небольшого сечения, тем самым облегчив его вес и уменьшив нагрузку на опорные конструкции при монтажных работах. Эластичность сшитого полиэтилена сделала кабель очень гибким, что позволило свободно менять направление прокладки и делать ее разноуровневой. Стойкость к отрицательным температурам до -50 0С без изменения пластичности сделала возможным монтаж электросетей в зимних условиях без предварительного подогрева кабеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багаутдинов, И.З. Преимущества применение кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена / И.З. Багаутдинов, Н.Е. Кувшинов // Инновационная наука. – 2016.–№3. – С.4.
2. Долгих, Н.Е. Технический учет электроэнергии и диспетчеризация управления энергоснабжением промышленного предприятия [Электронный ресурс] / Н.Е. Долгих, В.В. Бабадеев // Сборник докладов и каталог седьмой межотраслевой конференции «Автоматизация производства-2016» 29 ноября 2016г., г. Москва, ООО «ИНТЕХЭКО» / www.intecheco.ru (ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ») ЗАО «НПФ «Энергосоюз».
3. Регламент оперативного диспетчерского управления электроэнергетическим режимом объектов управления ЕЭС России [Электронный ресурс] / <https://pandia.ru/text/80/199/2875-10.php>
4. Гибкий силовой многожильный кабель 6-35 кВ с оптоволоконными элементами Нексанс [Электронный ресурс] / <http://www.gegroup.ru/katalog/266/544/824/825/5989/>
5. Требования к Автоматизированной системе оперативно-технологического управления (АСОТУ) /Электронный ресурс/ <http://rudocs.exdat.com/docs/index-91265.html?page=15>
6. Преимущества ВОЛС перед другими направляющими средами передачи /Электронный ресурс/ <https://lektsii.com/1-133716.html>
7. Изоляционные материалы из сшитого полиэтилена /Электронный ресурс/ <https://propolyethylene.ru/shitiy/izolyaziya.html>

УДК 637.1
ГРНТИ 65.63

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ МОКРОГО ОСАЖДЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ПЫЛИ

**Леонович И.С., ассистент кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства;
Раицкий Г.Е., канд. техн. наук, доцент кафедры технического
обеспечения производства и переработки продукции животноводства,
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Аннотация. Сушка молочных продуктов – энергозатратный процесс. По причине наличия в отработанном теплоносителе большого количества продуктовой пыли нет возможности рекуперации тепла.

Ключевые слова: распылительные сушильные установки, скруббер Вентури, инерционное осаждение, центробежный скруббер.

Установлено, что существующие в комплекте распылительных сушильных установок циклоны обеспечивают осаждение не более 80 % твердых продуктовых частиц из молочной пыли, выведенной из сушильной башни [1]. Фильтрующие рукавные устройства при большой их стоимости, трудоемкости в эксплуатации, обеспечивают осаждение до 98% таких частиц. Но главным их недостатком является невозможность использования при больших объемах фильтрования воздуха-теплоносителя. Существующие конструкции выпускаются для установок с производительностью по теплоносителю в 46 тыс. м³/ч., в то время как используется много установок с соответствующим показателем более 130 тыс. м³/ч. Просто увеличить в разы площадь фильтрования не представляется возможным. Кроме того, фильтровальные рукава таких устройств неработоспособны при наличии в продукте жировых добавок, как это делается при сушке ЗЦМ.

Таким образом сухие способы осаждения сухого молочного продукта на выходе из сушильных распылительных установок имеют достаточно ограниченную перспективу для достижения высокой степени очистки. В республике Беларусь на период 2016-2022 гг. природоохранными органами установлен предельный норматив выбросов в окружающую среду 50 мг/м³ отработанного теплоносителя, что при использовании указанного оборудования принципиально недостижимо.

Исходя из потребности решения задач сохранения готового продукта, охраны окружающей среды, обеспечения возможности рекуперации тепловой энергии, выводимой в настоящее время исключительно в окружающую среду, из известных способов и устройств осаждения в какой то степени, для установок с производительностью по теплоносителю до 50 тыс. м³/час, пригодны только фильтровальные установки, при разработке дополнительных мероприятий по доочистке потока на путях рециркуляции, до ввода тепловой энергии на паровых калориферах или в теплогенераторах. Безальтернативными следует считать только мокрые способы. Коротко рассмотрим все известные устройства и оценим их возможности в указанном направлении.

Ротоклоны – устройства объемного взаимодействия слоя жидкости и потока воздуха при достижении хороших показателей по степени очистки, малоприспособны при вводе в объем большого количества воздуха. Из его потока обеспечить контакт с

жидкостью возможно только для граничных участков, что даже для средних показателей, например, сушилки VRA-4 с потоком $12,8 \text{ м}^3/\text{с}$, не предоставляется возможным.

В промышленности широко используют скруббер Вентури, при прохождении через контур которого потока пыли и ввода жидкости в интервале $0,5 \div 1,0 \text{ л/м}^3$, достигают хороших результатов осаждения – более 99% по массе твердой фазы. Образующиеся из смачивающей жидкости пленки и брызги обеспечивают большую плотность орошения, определяющую указанный результат. Для башни распылительной сушилки установка в линию аспирации скруббера Вентури невозможна из-за большого значения гидравлического сопротивления потоку пыли – $15 \div 35 \text{ кПа}$, при том что используемые устройства в этой системе не могут иметь показатель выше 3 кПа.

Таким образом остается только такая конструкция, которая в состоянии обеспечить высокую плотность орошения при отсутствии или компенсации высокого гидравлического сопротивления. Наши исследования показывают, что такими возможностями может обладать только скруббер с активным органом, в виде ротора и эффективной системой ввода орошающей жидкости. Разработан скруббер, сочетающий в себе принципы действия ротоклона, инерционного осадителя и центробежного материального вентилятора [2].

Устройство орошения состоит из цилиндрического корпуса 4 (рис. 1). Очищенный воздух вводится в корпус вертикальным воздухопроводом 1. Внутри корпуса размещены перегородки – горизонтальная смачивающая 2 и вертикальная направляющая 3, лопастной ротор 6 с распределителем 5 смачивающей жидкости. Корпус 4 соединен тангенциально расположенным патрубком 7 с емкостью каплеотделителя 9, имеющей выводной воздухопровод 8 для очищенного от пыли и смачивающей жидкости воздуха. Нижний уровень (показаны датчики) НУ-14, рабочий уровень РУ-16, верхний уровень ВУ-10 и автоматические вентили 11 и 12 составляют автоматизированную систему контроля и регулирования уровня смачивающей жидкости в поддоне 15 корпуса 4 и в нижней части центробежного каплеотделителя 9, которые соединены трубопроводами с насосом-диспергатором 13. Насос-диспергатор имеет привод с регулируемой частотой вращения и подает смачивающую жидкость в распределитель 5. Устройство орошения работает следующим образом. В процессе вывода сушильной установки на рабочий режим по показаниям нижнего уровня НУ 14 (рис. 1) открывается ventиль 12 и к насосу-диспергатору 13 подается горячая вода пищевого качества (может быть использован конденсат соковых паров от вакуум-выпарной установки) с температурой около 70°C . По достижению нижнего уровня включается привод ротора 6 и насос-диспергатор 13. Вода прокачивается через распределитель 5, под давлением проходит через щели, образуя во взаимодействии с лопастями ротора 6 пленочно-капельный поток, который смачивает внутренние поверхности корпуса 4 и перегородки 2 и 3. Поток воздуха поступает в корпус через воздухопровод 1, сохраняя прямолинейное движение ударяется в смачивающую горизонтальную перегородку 2, разворачивается на 180° , встретив препятствие в виде вертикальной направляющей перегородки 3 и поступает в межлопастное пространство ротора 6 тангенциально, к верхней его половине, что позволяет использовать энергию потока. Здесь воздух интенсивно смачивается пленками и каплями воды, а также при соприкосновении со всеми мокрыми поверхностями корпуса 4. После выхода из ротора часть воздушного потока снова ударяется о смоченную поверхность перегородки 2, и затем через патрубок 7 по тангенциальному направлению входит в центробежный каплеотделитель 9. Вода, смачивая внутреннюю поверхность емкости центробежного каплеотделителя стекает вниз, а воздух осушенный таким образом, выводится через воздухопровод 8. Вода с горизонтальной смачивающей перегородки 2 через щели у стенок корпуса 4 также стекает в поддон 15. При достижении

рабочего уровня, по датчику РУ 16, клапан 12 прекращает доступ горячей воды. По мере диспергирования в воде пылевых частиц молока из потока воздуха, уровень смачивающей жидкости постепенно растет до датчика верхнего уровня ВУ 10. Объем смачивающей жидкости ограниченный горизонтальными плоскостями в сечениях датчиков РУ 16 и ВУ 10 соответствует достижению концентрации сухих веществ в восстановленном молочном продукте в интервале 35-50%. Восстановленный молочный продукт без дополнительной обработки поступает на сушку.

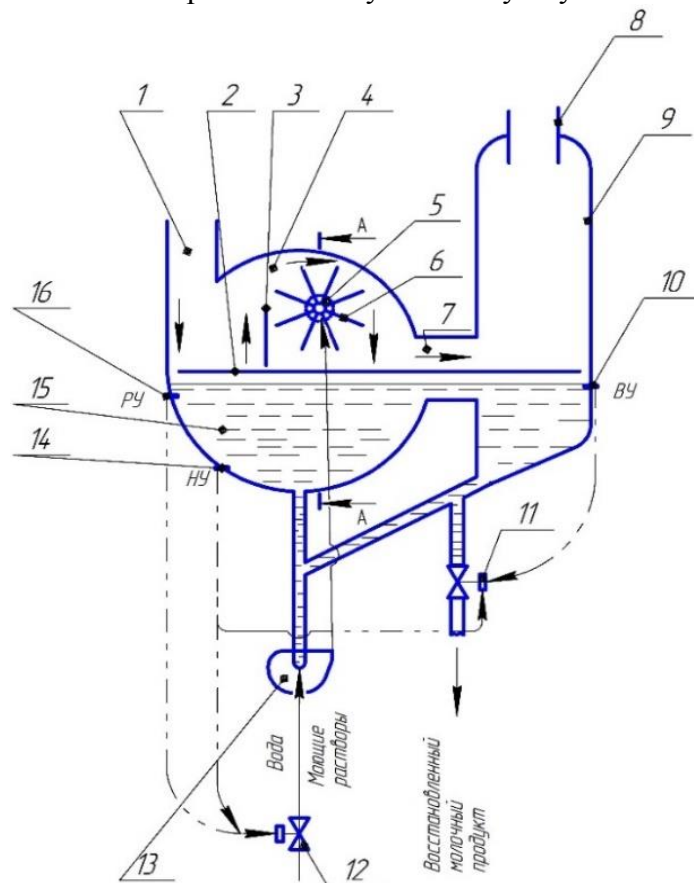


Рис. 1. Скруббер:

- 1 – вертикальный воздуховод; 2 – горизонтальная смачивающая перегородка;
 3 – вертикальная направляющая перегородка; 4 – корпус; 5 – распределитель;
 6 – лопастной ротор; 7 – патрубок; 8 – выводной воздуховод; 9 – каплеотделитель;
 10 – датчик верхнего уровня; 11, 12 – автоматические клапаны; 13 – насос-диспергатор;
 14 – датчик нижнего уровня; 15 – поддон; 16 – датчик рабочего уровня

Разработанный скруббер позволяет в значительной степени повысить энергоэффективность эксплуатации современных распылительных сушильных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раицкий, Г.Е. К вопросу больших потерь при сушке молочных продуктов на распылительных сушилках /Г.Е. Раицкий, И.С. Леонович //Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. УО «ГТАУ», Т.31: Зоотехния. –Гродно, 2015. – С. 182-191.

Пылеуловитель мокрого типа для очистки воздуха. Заявка на изобретение № а20150074 в НЦИС РБ. от 2015. 02. 05.

УДК 621.3+637.117
ГРНТИ 65.63; 44.01

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА ФЕРМАХ

**Коршунов А.Б., канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр.
отдела механизации и автоматизации процессов в животноводстве;**

**Коршунов Б.П., канд. техн. наук, ст. науч. сотр. отдела
механизации и автоматизации процессов в животноводстве,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
г. Москва, Россия**

Аннотация. Повышение эффективности охлаждения молока на фермах за счет применения энергосберегающего модуля, природного холода и хладоносителя с низкой температурой замерзания.

Ключевые слова: энергосбережение, охлаждение молока, природный холод, хладоноситель с низкой температурой замерзания

Повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции является важной задачей. Особенно это актуально для животноводческих хозяйств молочного направления. В этой отрасли АПК больше, чем в других наблюдаются серьезные потери и снижение качества от недостаточной мощности и надёжности холодильного оборудования, и требуется реконструкция существующих охлаждающих систем.

Разработка энергосберегающих технологий в области охлаждения и хранения сельскохозяйственной продукции относится к перспективным направлениям повышения эффективности производства. Это обусловлено постоянно увеличивающейся долей вырабатываемой электроэнергии для производства холода (в настоящий момент она превышает 20%) и существенными различиями в тарифах на электроэнергию в дневные и ночные часы (более чем в 4 раза).

Исследования, проводимые по проблеме повышения энергоэффективности первичной обработки молока, показали актуальность конкретного направления научно-технического поиска и востребованность инженерных решений в области аккумулирования и разработки систем охлаждения с широким использованием природных ресурсов, таких как холод атмосферного воздуха и грунта, и хладоносителей с низкой температурой замерзания [1, 2, 3, 4, 5].

На рисунке 1 представлен разработанный в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ энергосберегающий модуль, позволяющий охлаждать молоко за счет применения природного холода и экологически безопасных хладоносителей с низкой температурой замерзания.

Основой модуля является комбинированный льдоаккумулятор, который можно устанавливать, как в производственных помещениях, так и на открытом воздухе, позволяющий аккумулировать природный и искусственный холод и использовать в качестве хладоносителей не только ледяную воду, но и другие жидкости.

Как известно, наибольшее распространение в охлаждающих системах в качестве хладоносителя получила вода. Этому способствовали ее доступность, теплофизические свойства, безопасность и т.п. При этом широкие испытания показали, что её применение сдерживается в силу сравнительно высокой температуры замерзания, что может приводить к разрыву водопроводов и выходу из строя охлаждающего оборудования.

Для решения этой проблемы нами было предложено заменить воду на экологически безопасный хладагент с низкой температурой замерзания «Экосол» [6].

Функционально - технологическая схема модуля представлена на рис. 2.



Рис. 1. Энергосберегающий модуль для охлаждения молока на фермах с использованием природного холода и экологически безопасных хладагентов с низкой температурой замерзания

Энергосберегающий модуль работает следующим образом. Для охлаждения воды в водолеяном льдоаккумуляторе 17 задействуется приёмник природного холода 21. Насос 14 прогоняет экосол через «рубашку» льдоаккумулятора 17, где происходит охлаждение воды, а при температуре наружного воздуха $-3,5^{\circ}\text{C}$ на внутренней поверхности льдоаккумулятора 17 начинается процесс образования льда. Для интенсификации процесса охлаждения экосола в приемнике природного холода 21 установлен вентилятор. В процессе работы предусматривается контроль температур: наружного воздуха; экосола на входе и выходе приемника природного холода 21, а также на выходе из охлаждающей рубашки водолеяного аккумулятора 17; воды в самом льдоаккумуляторе 21. Отличительной особенностью разработанного модуля является возможность его интеграции в уже существующие в хозяйствах системы охлаждения молока практически без изменения конструкции последних.

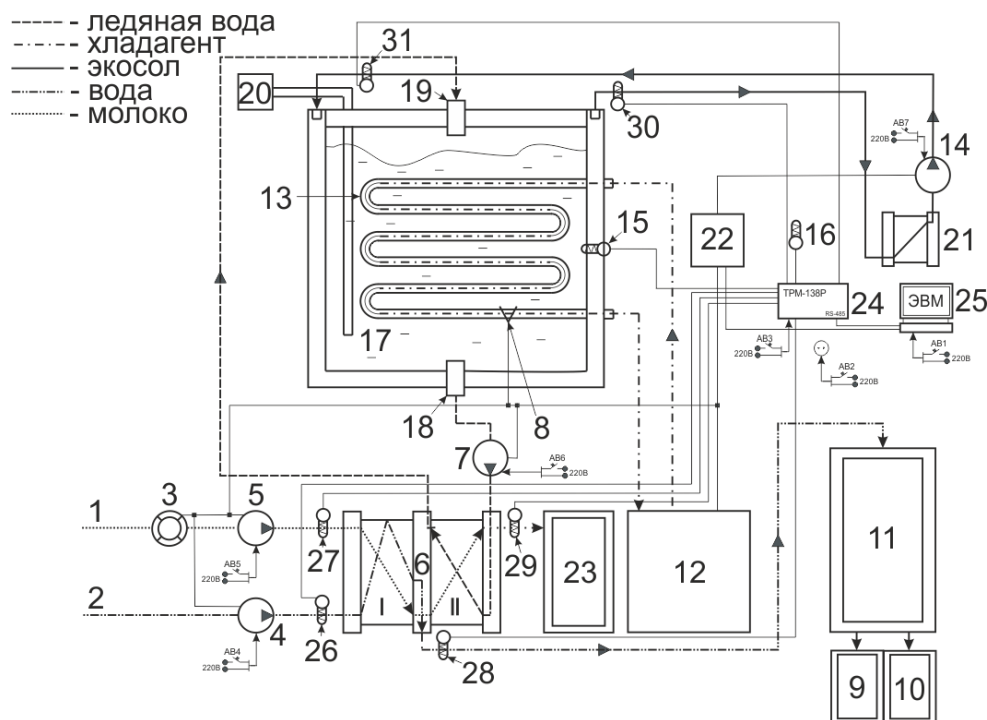


Рис. 2. Функционально - технологическая схема энергосберегающий модуль для охлаждения молока на фермах с использованием природного холода и экологически безопасных хладоносителей с низкой температурой заморозания
 1 – молокопровод; 2 – трубопровод для артезианской воды; 3 – бесконтактный счетчик молока; 4, 7 – водяные насосы; 5 – молочный насос; 6 – пластинчатый теплообменник; 8 – датчик толщины льда; 9 – резервуар воды (40-45 °С); 10 – резервуар воды (60-70 °С); 11 – рекуператор тепла; 12 – холодильный агрегат; 13 – испаритель; 14 – насос экосола; 15, 16, 26, 27, 28, 29, 30, 31 – датчики температуры; 17 – льдоаккумулятор; 18, 19 – соответственно выходной патрубков и входной патрубков; 20 – воздушный компрессор; 21 – приёмник природного холода; 22 – блок управления; 23 – резервуар-термостат для охлажденного молока (4 °С); 24 – температурный регулятор-измеритель; 25 – ЭВМ

Применение разработанного энергосберегающего модуля с использованием льдоаккумулятора, природного холода и экологически безопасного хладоносителя с низкой температурой заморозания позволяет уменьшить затраты на электроэнергию в 1,5-3 раза. Это способствует повышению эффективности производства молока и сохранению его высокого качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение природного холода в АПК / Б.П. Коршунов, Ф.Г. Марьяхин, А.И. Учеваткин, А.Б. Коршунов. – М.: ФГБНУ ВИЭСХ, 2015. – 168 с.
2. Эглит, А.Я. Проблемы холодоснабжения молокозаводов / А.Я. Эглит, В.В. Кириллов, А.А. Брусенцев // Холодильная техника. – 2012. – №12. – С. 26-27.
3. Крайнев, А.А. Эффективность использования аккумуляторов естественного холода в составе холодильной установки / А.А. Крайнев, С.А. Сериков // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование». – 2012.
4. Юлгушев, А.Э. Зимний холод и энергоэффективность холодильных установок / А.Э. Юлгушев // Сборник докладов международной научно-технической конференции (19 февраля 2015 г.). – Алматы: АТУ, 2015. – С. 101-105;

5. Цой, А.П. Классификация хладоносителей и их анализ установок / А.П. Цой, А.А. Круглов, Р.Р. Тазитдинов // Сборник докладов международной научно-технической конференции (19 февраля 2015 г.) – Алматы: АТУ, 2015. – С. 161-164

6. Патент РФ № 2613454. Энергосберегающая установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода и экологически безопасного хладоносителя с низкой температурой замерзания / Коршунов, Б.П. [и др.], 2017, Бюл. №8.

УДК 636.22/.28+636.033
ГРНТИ 68.39

УПРАВЛЕНИЕ СТАДОМ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНОМ КОМПЛЕКСЕ

**Король К.В., ассистент кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства;
Журко В.С. ассистент, кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства;**

**Клепикова Е.А., студент,
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Аннотация. В статье поведен анализ зависимости молочной продуктивности коров от дня лактации, даны рекомендации по организации трафика животных молочно-товарного комплекса.

Ключевые слова: технология производства молока, кривая лактация, трафик коров, формирование групп.

На многих современных молочно-товарных комплексах поточно- цеховая технология производства молока и воспроизводства стада организована с применением двух цехов: первый цех – раздоя, осеменения и производства молока, второй цех-сухостоя, отела и новотельных коров. При такой технологии первый цех обычно разделяют на три периода: до 100 дней, от 100 до 200 и с 200 дней до окончания лактации. В рамках указанных периодов могут также быть организованы производственные группы, в которых животные разделены по продуктивности и физиологическому состоянию [1].

На практике деление по периодам соблюдать не получается, поскольку коровы на фермах и комплексах имеют различные лактационные кривые. Поэтому для обеспечения соответствия кормления, доения и содержания уровню продуктивности, низкопродуктивных животных переводят из групп раздоя гораздо раньше 100 дней, а высокопродуктивных позже [2, 3]. Это приводит к несоответствию декларируемой технологии и реальных процессов на ферме. На комплексе формируются не выровненные группы, как по стадии лактации, так и по продуктивности, что приводит к неравномерному заполнению секций коровника и усложняет организацию других технологических процессов [4, 5]. При этом для низкоудойной коровы достаточно рациона, который она получит в соответствующей ее продуктивности постраздойной секции второго периода. Высокоудойным коровам необходимы условия секций раздоя с более интенсивным уровнем кормления и режимом доения, более продолжительный период [6, 7].

Целью исследования является поиск путей совершенствования управления стадом при поточно-цеховой технологии производства молока.

Исследование проводилось на МТК «Стриевка» СПК «Озеры Гродненского района», в ходе которого были получены данные о среднесуточном удое и дне лактации коров, путем формирования отчета с соответствующими показателями в программе управления стадом за три дня с промежутком в неделю между каждым измерением. Затем данные были сгруппированы, отсортированы и использованы для построения графика зависимости среднесуточного удоя от дня лактации, который аппроксимирован полиномом шестой степени при помощи табличного процессора[8].

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод об отсутствии четкой зависимости среднесуточного удоя от дня лактации (рис.1).

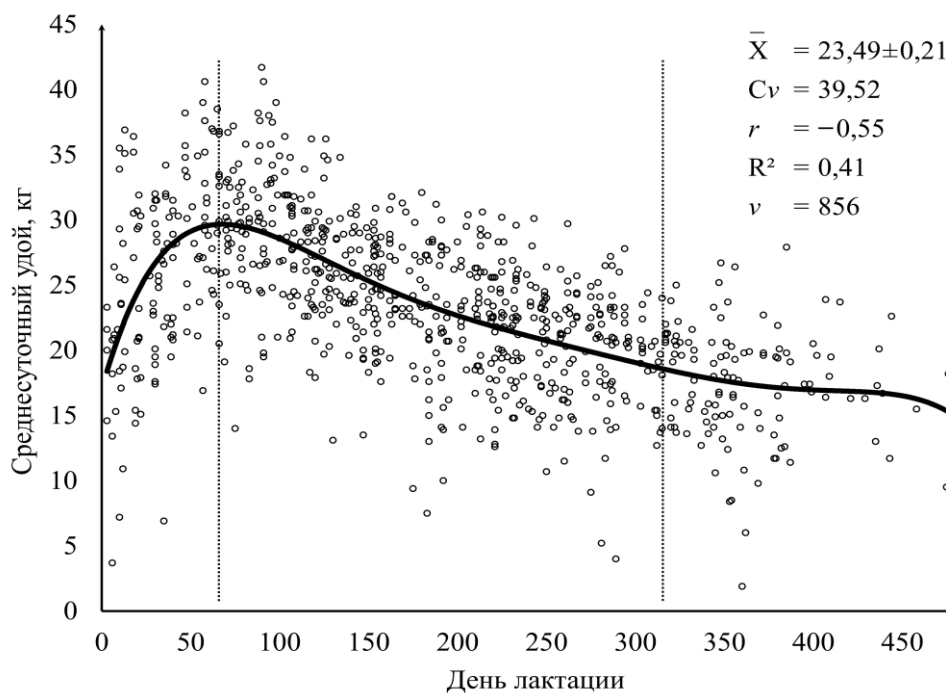


Рис. 1. График зависимости среднесуточного удоя от дня лактации

$\bar{X}$ – средняя арифметическая величина, C_v – коэффициент вариации, r – коэффициент корреляции, R^2 – коэффициент достоверности аппроксимации, v – количество степеней свободы

Удой значительно варьирует, у некоторых коров при завершении лактации он выше, чем у других на ее пике, несмотря на разницу в рационах между секциями. Тем не менее, график аппроксимирующей функции полученных данных позволяет определить пик продуктивности на 60-65 дне лактации у животных изучаемого стада и плавное экспоненциальное ее снижение до уровня, соответствующего началу лактации на 300-320 день с дальнейшим уменьшением вплоть до запуска. Полученные данные позволяют сделать вывод, что существующее деление по периодам недостаточно обосновано с точки зрения течения лактации и уровня кормления стада. При этом соблюдение данного алгоритма практически невозможно в реальных условиях без активного управления трафиком животных с высокими трудозатратами, нерациональным использованием концентрированных кормов и неравномерным заполнением секций коровников.

В качестве альтернативы существующему способу организации поточно-цеховой технологии можно предложить организацию трафика животных, основанную на установленных особенностях зависимости удоя от дня лактации. После отела всех коров необходимо содержать в группах раздоя до 60 дня лактации, поскольку проводимые в

этот период мероприятия необходимы в независимости от продуктивности. Полученные данные показывают, что периода в 60 дней достаточно для объективной технологической оценки продуктивности коровы, что позволяет определить ее в соответствующую группу второго периода, который предлагается формировать с 60 по 320 день лактации. Во втором периоде предлагается разделить коров по показателям удоя на 3 - 6 групп в зависимости от наличия секций на ферме, а после 320 дня переводить в группу завершения лактации и подготовки к запуску. Такой подход позволит более рационально использовать имеющиеся скотоместа и обеспечить соответствие уровня кормления уровню продуктивности животных, которые будут содержаться в секциях с консолидированными хозяйственно-биологическими параметрами.

Необходимо отметить, что предложенный вариант организации требует адаптации к условиям конкретных ферм и может быть рекомендован к массовому использованию только после длительной апробации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: республиканский регламент / И.В. Брыло [и др.]. – Минск: РУИП «Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2014. – 108 с.
2. Григорьев, Д.А. Использование автоматизированных систем для учета продуктивности коров / Д.А. Григорьев, К.В. Король, В.С. Журко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, (Минск, 21-23 ноября 2018 года) – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 510-512.
3. Король, К.В. Молочная продуктивность и молокоотдача коров при использовании дифференцированных динамических параметров доения / К.В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов /. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 41: Зоотехния. – С. 107-113.
4. Григорьев, Д.А. Изучение хозяйственно-биологических параметров коров с использованием автоматизированных систем управления / Д.А. Григорьев, В.С. Журко, К.В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 41: Зоотехния. – С. 34-40.
5. Король, К.В. Морфофункциональные свойства вымени при дифференцированной динамической пульсации в процессе доения / К.В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 37: Зоотехния. – С. 106-112.
6. Григорьев, Д.А. Использование параметров молокоотдачи в управлении стадом / Д.А. Григорьев, К.В. Король, В.С. Журко // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции (Гродно, 18, 24 мая 2018 года): Ветеринария, Зоотехния. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 136-138.
7. Король, К.В. Молочная продуктивность коров при дифференцированной динамической пульсации в процессе доения / К. В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сборник научных трудов /. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 37: Зоотехния. – С. 113-119.
8. Пат. 22301 Республика Беларусь, МПК А 01J 5/007 ^(2006.01). Способ доения коровы / Король К.В., Григорьев Д.А., Богданович П.Ф. – опубл. 30.12.2018, Бил. № 6.

УДК 619:618.19-002+636.03
ГРНТИ 68.41.49

ВОСПАЛЕНИЕ ВЫМЕНИ КОРОВ И ВЛИЯНИЕ МАСТИТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Зубкова А.С., студент:
Гуреева Е.И., студент,
Орловский государственный аграрный университет,
г. Орел, Россия

Аннотация. В статье анализируется влияние мастита на потомство и молочную продуктивность. Болезнь коров маститом влияет на молочную продуктивность, санитарно-гигиенические и технологические свойства молока, а также на качество белка.

Ключевые слова: молоко, молочная продуктивность, мастит, воспаление вымени.

Мастит чаще всего встречается у коров в первой половине лактации. Маститы могут встречаться в различных формах, в зависимости от характера, причины воспаления и степени повреждения. Основные причины мастита: проникновение микроорганизмов через лимфатические и кровяные пути в ткани вымени при заболеваниях матки, кожи вымени, кишечника и др.; проникновение микроорганизмов через канал соска в проходы молока и альвеолы вымени (это может произойти из-за неправильного содержания коровы, например, на грязном полу); нарушение правил доения, санитарных правил, обслуживания доильных аппаратов; неполное выдаивание коров и неправильный запуск доильного аппарата. Так же возникновение мастита может быть связано с некоторыми инфекционными возбудителями: энтеробактериями, коринебактериями, псевдомонадами, микоплазмами, пастереллами, нокардиями. Кроме того, даже нарушения в организации кормления коров может быть причиной возникновения маститов, хотя и косвенным путем [1, 2].

Если затронуты межалвеолярные ткани (серозный мастит), могут быть обнаружены увеличение, болезненность, покраснение, уплотнение и припухлость пораженной четверти вымени. Количество молока может уменьшиться, но качество, в отличие от катарального мастита, не меняется.

При катаральном и гнойном мастите, то есть при поражении молочных баков, молочных протоков и альвеол, они наблюдают выделение некачественного молока, оно может быть желтоватым, водянистым, мутным, сгустками гноя и т.д. Одновременно происходит уплотнение, появляются увеличение, болезненность и повышение температуры пораженной четверти, иногда абсцессы в вымени во время доения, болезненность вымени, в тяжелых случаях у животного развиваются депрессия, слабость, снижение аппетита, повышение температуры и атония предшественников.

При тяжелых формах мастита наблюдается резкое снижение или прекращение производства молока. При фибринозном мастите, когда выдаивается пораженная четверть, можно обнаружить выделение сыворотки или гнойных выделений, смешанных с хлопьями фибрина или фибринозной крошкой. При пальпации вымени у основания резервуара обнаруживаются увеличение, уплотнение, болезненность и лихорадка пораженной четверти, а иногда и крепитация или клетки фибрина [3, 4].

Для выявления животных, страдающих скрытой формой мастита, следует проводить регулярный осмотр вымени у всех коров в стаде, определять качество молока с помощью физико-химических и бактериологических исследований, а также периодически сравнивать молоко из отдельных фракций вымени.

При использовании доильных установок мастит у коров может появляться в три, или даже в пять раз чаще, чем при ручном. Качественные и нормально отрегулируемые установки, не провоцируют воспалительные процессы в вымени. Однако, степень развития мастита повышается при следующих нарушениях работы этих устройств: неправильные соотношения ударов и неправильная частота пульса; непостоянный и высокий вакуум; наложение вымени на соски; резкое изменение вакуума между резиной соски и соской; неполный выпуск; сухое доение.

В промышленном производстве нужно учитывать два фактора, влияющие на показатели. В первую очередь, тут рассматриваются физиологические (индекс вымени и скорость отдачи молока) и анатомические (форма сосков и вымени) особенности. Эти показатели влияют на степень молочной продуктивности. Было установлено, что у коров с козьей, чашеобразной или округлой формой вымени и воронкообразными или напоминающими бутылку формой сосков маститы появляются чаще, чем у животных с чашеобразной, или в форме ванны, или коническими и коническими или цилиндрическими сосками [4, 5].

Немалое значение для заболевания маститом имеет изменение размеров соскового канала после доения. Во время взаимодействия машины с кровью и открытия молочного канала. Канал не может быть мгновенно закрыт, поэтому количество животных, поэтому на протяжении определенного времени служит местом попадания инфекции. Значит те коровы, у которых сосковый канал закрывается медленнее, чем у других, более восприимчивы к маститу [3, 6].

Предполагая, что у коровы поражена четверть вымени, потеря молока остается той же, и весь период лактации может достигать 15% от общего удоя.

Если оптимизировать рацион и улучшить условия содержания животных, то разница в продуктивности у больных маститом и здоровыми станет еще более заметной. Если мы возьмем увеличение продуктивности здоровых коров на 100%, то рост их у больных животных не превышает 25% [2, 5].

Мастит может вызывать полное отсутствие молока (агалактия) или снижение молочной продуктивности (гиполактия), а также приводить к уменьшению размера и функциональных нарушений в пораженной части вымени (полная атрофия) даже при успешном лечении.

Высококачественное молоко должно содержать мало соматических клеток. Исследования многих ученых показали, что большое количество соматических клеток в молоке связано с изменениями в физических, химических, биологических и производственных характеристиках. Эти воздействия и изменения в составе приводят к: снижению выхода сыра из-за низкого содержания казеина в молоке; более длительному времени коагуляции производства сыра; низкотемпературная стабильность сухого молока; сокращение срока хранения молочных продуктов; появление осадка в стерилизованном молоке; низкая стабильность сгущенного молока.

Есть риск возникновения органолептических дефектов, например, в сливочном масле. Большие потери от мастита несут предприятия молочной промышленности, так как молоко, полученное от больных коров, содержит компоненты, которые препятствуют росту и развитию молочнокислых бактерий, и это сырье не подходит для использования в производстве.

При мастите антибиотики не всегда способствуют восстановлению функции молочной железы, после его перенесения. Помимо этого, антибиотики обладают устойчивыми формами микроорганизмов и могут провоцировать мастит. Поэтому нужно учитывать иммунное состояние животных. Иначе антибиотики могут наносить дополнительный ущерб продуктивности [6].

Патогенные микроорганизмы играют главную роль при заболевании маститом. Значит, основные меры борьбы нужно рассматривать с точки зрения эпизоотологии. Поэтому нужно найти более эффективные меры по борьбе с маститом у кормящих коров, одной из них является вакцинация.

Для предотвращения мастита нужно соблюдать гигиенические меры. Огромную роль играет санация вымени до и после доения, а также мытьё и дезинфекция доильного оборудования после доения всего стада. Но практика показывает, что нужно мыть доильное оборудование после доения каждой коровы, для профилактики заболеваний.

Заболеваемость маститом напрямую зависит от квалификации персонала фермы или комплекса: операторов, доярок, инженерно-технических работников, которые устанавливают доильное оборудование и осуществляют технический контроль за его работой. Не секрет, что коровы в группах, обслуживаемых высококвалифицированными специалистами, меньше болеют маститом [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетка, М.Б. Распространение мастита у коров и разработка средства профилактики мастита в период сухостоя / М.Б. Решетка // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 88. – С. 826-840.
2. Мошкина, С.В. Правильное кормление – залог здоровья животных / С.В. Мошкина, Т.Ю. Колганова, М.Н. Васюхина, А.Е. Шманева / Материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых: Современный агропромышленный комплекс глазами молодых исследователей. – Орел, 2012. – С. 123-125.
3. Кучыньска, Б. Восприимчивость коров к маститам и концентрации биологически активных веществ молока в зависимости от породы / Б. Кучыньска, В.В. Зайцев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 60-64.
4. Анзоров, В.А. Маститы и репродуктивная функция коров / В.А. Анзоров, Ш.М. Абасов // Вестник Чеченского государственного университета. – 2017. – № 4 (28). – С. 7-10.
5. Организация полноценного кормления животных – важное условие получения экологически чистой продукции / С.В. Мошкина [и др.] // Молодые ученые – возрождению АПК. – Брянск, 2006. – С. 149-151.
6. Снижение заболеваемости коров маститами при внедрении современного доильного оборудования / А.В. Баранов, Е.Г. Федосенко, Н.С. Баранова // Владимирский земледелец. – 2014. – № 1 (67). – С. 29-30.
7. Вахрушева, Т.И. Влияние погрешностей технологии содержания на заболеваемость коров маститами / Т.И. Вахрушева // Материалы II международной научно-практической конференции: Научное обеспечение животноводства Сибири. – Красноярский НИИ животноводства, 2018. – С. 252-257.

УДК 621.548
ГРНТИ 644.39.29

ВЫБОР МОЩНОСТИ И АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Липужин И.А., канд. техн. наук, доцент кафедры
электроэнергетика, электроснабжение и силовая энергетика;
Звонова Н.С., магистрант,
Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В работе описана методика выбора мощности ветроэнергетических установок для электроснабжения автономных потребителей электроэнергии.

Ключевые слова: возобновляемые источники, ветроэнергетические установки, выбор мощности.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) являются чистыми и экологичными источниками энергии, не оказывают влияние на тепловой баланс атмосферы и не имеют вредных выбросов. Основная проблема ВЭУ заключается в том, что интенсивность ветра может существенно изменяться во времени и пространстве, что приводит к изменению кинетической энергии ветрового потока, следовательно, приводит к непостоянству мощности, развиваемой ВЭУ.

Для эффективного использования энергии ветра необходимо подобрать ВЭУ, характеристики которой соответствуют ветровому режиму в месте установки. Применение накопителей энергии или резервных генераторов позволяет управлять режимами работы системы электроснабжения, обеспечивая высокую эффективность самой ВЭУ, и улучшая её эксплуатационные показатели, надежность и безотказность.

Для расчета номинальной мощности ВЭУ, требуемой потребителю необходимо определить суммарную электрическую нагрузку объекта [1]. Для этого произведем расчет потребляемой энергии $W_{\text{сут}}$ каждого электроприбора за сутки:

$$W_{\text{сут}} = P_i \cdot \sum_{i=1}^4 T_i \quad [\text{кВт} \cdot \text{ч}], \quad (1)$$

где $\sum T_i$ – суммарное время работы каждого электроприбора в различное время суток (утро, день, вечер, ночь), ч; P_i – мощность электроприбора, кВт.

Среднечасовое энергопотребление объекта:

$$W_{\text{ч}} = \frac{W_{\text{сут}}}{24} \quad [\text{кВт} \cdot \text{ч}]. \quad (2)$$

Мгновенная мощность, развиваемая ВЭУ на расчетной среднегодовой скорости ветра $P_{\text{мгнВЭУ}}$ (среднегодовая скорость ветра $V_{\text{ср.год}}$ определяется на основании данных метеорологических служб; точные данные можно получить после замеров анемометром скорости ветра в месте установки ВЭУ) равна $W_{\text{ч}}$.

Номинальную мощность ВЭУ, требуемую потребителю, можно определить, используя мощностные характеристики (рисунок 1). Для каждой ВЭУ можно выделить три характерных значения рабочей скорости ветра V :

– минимальная (стартовая) V_p^{min} – для скорости ветра от 0 до V_p^{min} – мощность ВЭУ равна нулю;

– расчетная V_p^P – для скорости от $V_p^{\min}$ до V_p^P мощность ВЭУ меняется в зависимости от скорости ветра и частоты вращения ротора;

– максимальная рабочая $V_p^{\max}$ – для $V > V_p^{\max}$ – мощность ВЭУ равняется нулю за счет принудительного торможения ротора или разворота его лопастей параллельно вектору скоростей ветра.

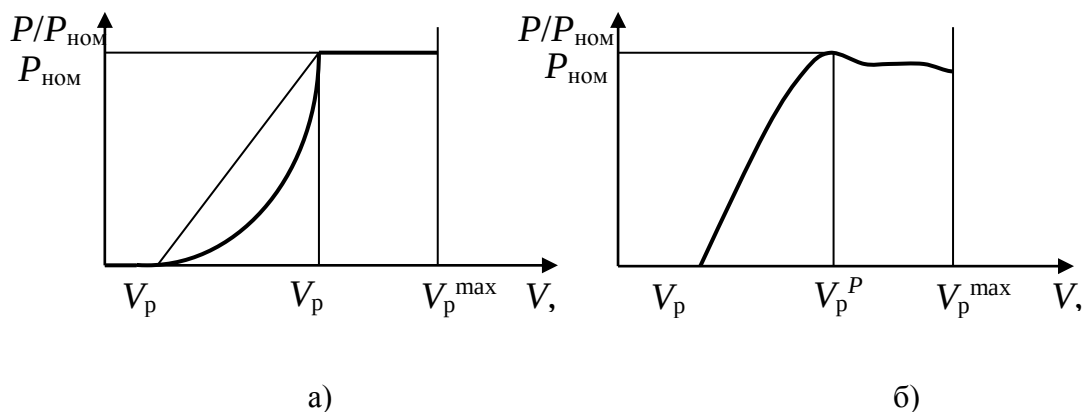


Рис. 1. Мощностные характеристики ВЭУ:

а) с регулируемыми лопастями ротора;

б) с нерегулируемыми лопастями ротора

Производимую энергию от ВЭУ необходимо запасать в аккумуляторных батареях, т.к. потребление энергии потребителем в автономной системе постоянно меняется. Запасенная энергия также используется для покрытия кратковременных пиков энергопотребления нагрузки.

Для выбора емкости аккумуляторов необходимо определить потребляемую мощность объекта в режиме максимальной нагрузки:

$$P_{\max} = \frac{W_{\max}}{T_{\max}} \text{ [Вт]}, \quad (3)$$

где $W_{\max}$ – потребление электроэнергии за время максимума нагрузки, Вт·ч; $T_{\max}$ – время максимального потребления электроэнергии, ч.

Ток нагрузки I_H :

$$I_H = \frac{P_{\max}}{U_{\text{конт}}} \text{ [А]}, \quad (4)$$

где $U_{\text{конт}}$ – напряжение постоянного тока контроллера заряда аккумуляторов, В.

Общая емкость блока аккумуляторов:

$$C_{\text{АКБ}} = I_H \cdot T_{\max} \text{ [А} \cdot \text{ч]}, \quad (5)$$

При использовании аккумуляторов, которые не допускают разряд более чем на 50% (например, химические), емкость $C_{\text{АКБ}}$ необходимо удвоить.

Емкость одной аккумуляторной батареи C_i выбирается из условия:

$$C_i \cdot m = C_{\text{АКБреал}} \geq C_{\text{АКБ}}, \quad (6)$$

где m – количество параллельно включенных аккумуляторов.

Для оценки эффективности применения ВЭУ для предполагаемого места установки станции из кадастра ветроэнергетических ресурсов необходимо определить [2]:

1. Среднегодовая скорость ветра на уровне ступицы ветроколеса $V_{\text{ср.год}}$ (м/с).
2. Время энергозатиший и отключения ВЭУ из-за сильного ветра t (час).
3. Повторяемость скоростей ветра (% или дни).

4. Максимальная скорость ветра (м/с).

5. Среднегодовая удельная мощность ($\text{Вт}/\text{м}^2$) и удельная энергия ветра ($\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$).

Зная эти характеристики, осуществляется выбор необходимого количества ВЭУ. Стоимость оборудования ВЭУ большой мощности значительно дороже, по сравнению с маломощными. Такие ветрогенераторы требуют установки на возвышенностях или в открытых местах с преобладающим направлением ветра.

Небольшие ВЭУ целесообразно устанавливать в областях с низкой скоростью ветра, которая преобладает большую часть времени. Для установки нескольких ВЭУ малой мощности требуется большая площадка, т.к. интервал между ветрогенераторами в 7-10 раз превышает диаметр ротора. При выходе из строя одной ВЭУ, потребители полностью не потеряют питание.

Для оценки эффективности проекта по сооружению ВЭУ необходимо определить срок окупаемости инвестиций. Ключевую роль при этом играет стоимость капитальных вложений на сооружение системы электроснабжения с ВЭУ. На рисунке 2 представлена зависимость удельной стоимости ВЭУ мощностью от 0,75 до 1500 кВт [3] от их номинальной мощности. В стоимости полностью учтена стоимость требуемого оборудования (турбина, мачта, генератор, контроллер, инвертор).

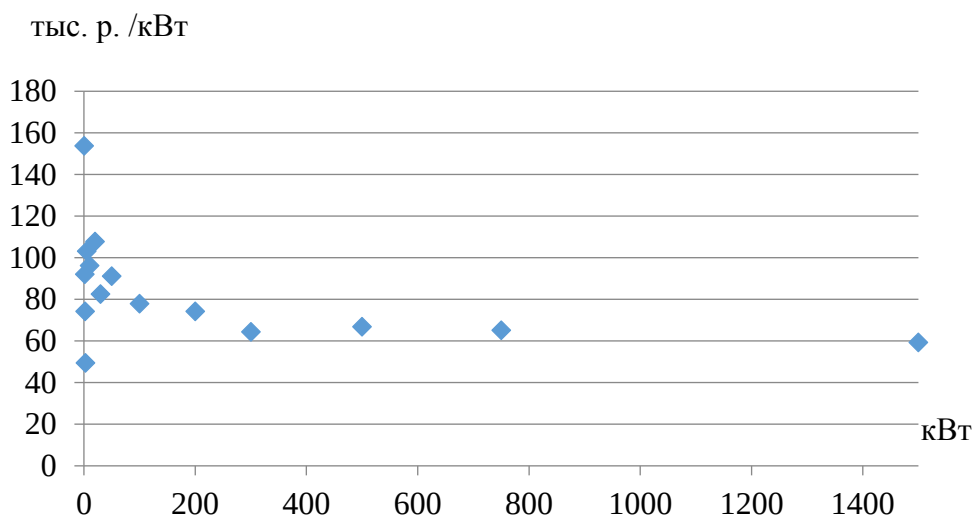


Рис. 2. График зависимости удельной стоимости ВЭУ от их мощности

Представленный график позволяет определить полную стоимость ВЭУ, зная ее номинальную мощность.

Методика выбора мощности ВЭУ позволяет рассчитать номинальную мощность ВЭУ и определить их количество. Произведен анализ стоимости ВЭУ, который необходим для оценки эффективности сооружения ВЭУ.

Работа выполнена в рамках Государственного задания №13.2078.2017/4.6 при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирпичникова, И.М., Ветроэнергетические установки. Расчет параметров компонентов: учебное пособие [Текст] / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 71 с.

2. Возобновляемые источники энергии: учебно – методическое пособие по решению контрольных задач по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» [Текст] / Горяев А.А., Петухов С.В., Баланцева Н.Б., Бутаков С.В. – Архангельск: Издательство САФУ, 2015. – 100 с.

3. Ветряные электрогенераторы / ЭнергоСток [Электронный ресурс]. - URL: <http://energystock.ru/vetrogenerator/vetryanye-elektrogeneratorya> (дата обращения 18.02.2019).

УДК 636.22/.28
ГРНТИ 68.39.29

ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРОВ

**Григорьев Д.А., канд. техн. наук, доцент;
Король К.В., ассистент кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства;
Журко В.С., ассистент кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства,
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Аннотация. Рассматриваются результаты измерения и особенности статистической взаимосвязи некоторых хозяйственно-биологических параметров коров, используемых для оценки пригодности животных к машинному доению.

Ключевые слова: пригодность к доению, системы управления, молокоотдача, хозяйственно-биологические параметры коров, корреляция.

На современных молочно-товарных фермах содержится большое поголовье коров, что существенно затрудняет реализацию индивидуального подхода к животным. Для решения данной проблемы фермы насыщаются новым автоматизированным оборудованием, позволяющим учитывать и использовать в управлении стадом и реализации технологических процессов различные хозяйственно-биологические параметры животных [1]. Важнейшим элементом технологии производства молока является машинное доение, которое представляет собой сложный и вариативный процесс взаимодействия элементов триединой системы: человек-машина-животное, управляемый при помощи адаптивных автоматизированных систем [2].

Цель работы – изучить взаимосвязь регистрируемых при помощи автоматизированных систем доильного зала молочно-товарного комплекса показателей молокоотдачи коров.

Молокоотдача – это совокупность анатомо-физиологических свойств, обуславливающих легкое, быстрое, равномерное и полное выдаивание долей вымени. В ее основе лежат нейрогормональная регуляция молоковыведения и морфологические свойства, влияющие на опорожнение вымени [3]. На показатели молокоотдачи влияют объем альвеолярной ткани отдельных долей и развитие емкостной системы вымени, строение и растяжимость соскового канала при расслаблении сфинктера, полноценность рефлекса молокоотдачи, величина удоя и внутривыменное давление. Кроме того, на молокоотдачу коров влияют уровень вакуума под соском, частота и соотношение тактов пульсации,

характеристики сосковой резины [4]. Свойства молокоотдачи связаны с продуктивностью коров, устойчивостью лактационной кривой, продолжительностью лактации, заболеваемостью животных маститами и общей пригодностью коров к машинному доению [5]. Опыт показывает, что имеются значительные индивидуальные различия коров по реакции на доение. Важнейшими итоговыми показателями являются величина удоя и скорость молокоотдачи. Проверка и оценка свойств молокоотдачи позволяют определить пригодность коровы к машинному доению [6, 7].

Используются различные показатели, характеризующие молокоотдачу коров: процентное соотношение удоев в отдельных четвертях, продолжительность машинного доения, средняя скорость доения, максимальная скорость доения, степень выдоенности за первые 2, 3 или 4 мин, продолжительность машинного додоя и объем додоя, его процентное отношение к общему удою, средняя и максимальная скорость доения отдельных четвертей вымени, вычерчивание кривых скорости доения отдельно для каждой коровы и другие показатели [8, 9]. Указанные показатели в большей или меньшей степени зависят от трех составляющих – коровы, оператора и доильного оборудования. Применение нестандартных инструментов и оборудования, а также отсутствие единой методики затрудняют сравнение данных, полученных отдельными исследователями [10].

Исследование проводилось на базе МТК «Головачи» СПК «Озёры Гродненского района». В ходе исследования получены данные о среднесуточном удое, дне лактации, максимальной и средней скорости молокоотдачи, а также времени доения коров стада за трое суток с промежутком между измерениями два месяца.

Таблица

Результаты обработки полученных данных

Показатели	День лактации	Среднесуточный удой	Скорость молокоотдачи			Время доения
			Средняя	Максимальная	Разница (макс. - ср.)	
Сред. арифметическая	179,82	22,63	2,44	4,17	1,73	4,80
стандартная ошибка	3,50	0,22	0,02	0,04	0,03	0,05
крит. достоверности	51,31	104,45	120,32	100,88	55,83	94,83
Медианное значение	174,00	22,50	2,40	4,10	1,50	4,47
Стандартное отклонение	114,04	7,05	0,66	1,35	1,01	1,65
Эксцесс	0,58	-0,39	0,15	2,63	12,47	3,36
Скос	0,69	0,02	0,19	0,67	2,09	1,40
Коэфф.корреляции с:						
днем лактации	-	-0,63	-0,27	-0,18	-0,06	-0,41
среднесуточным удоем	-0,63	-	0,49	0,33	0,12	0,56
скоростью молокоотдачи:						
средней	-0,27	0,49	-	0,69	0,27	-0,38
максимальной	-0,18	0,33	0,69	-	0,88	-0,27
разницей (макс. - ср.)	-0,06	0,12	0,27	0,88	-	-0,11
временем доения	-0,41	0,56	-0,38	-0,27	-0,11	-

По результатам статистической обработки полученных данных установлено, что среднесуточный удой коррелирует со средней и максимальной скоростью молокоотдачи, при этом отсутствует четкая связь удоя и разницы между этими показателями. В то же время удой связан с длительностью доения, несмотря на ее отрицательную связь со средней и максимальной скоростью молокоотдачи. День лактации имеет отрицательную корреляцию со среднесуточным удоём, что не столь существенно, временем доения, средней и максимальной скоростью молокоотдачи. Следует отметить, что наиболее полноценно характеризует коров средняя скорость молокоотдачи, но даже этот показатель не позволяет полностью учесть все особенности молокоотдачи, поскольку коэффициент корреляции с другими хозяйственно-биологическими параметрами коров недостаточно высок.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что имеющиеся на современных молочно-товарных фермах автоматизированные системы управления доением, позволяющие с высокой точностью определять большое количество хозяйственно-биологических параметров коров, которые должны быть использованы для оценки коров по пригодности к машинному доению в рамках интенсивных технологий производства молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, Д.А. Машинное доение – «гравитационный» центр технологии производства молока / Д.А. Григорьев, К.В. Король // Наше сельское хозяйство – 2017. – № 8 (160). – С 16-23.
2. Король, К.В. «Умное» доильное оборудование / К.В. Король, Д.А. Григорьев // Цифровизация агропромышленного комплекса: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, (Тамбов, 10-12 октября 2018 года). – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – Т.2. – С. 60-62.
3. Григорьев, Д.А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография / Д.А. Григорьев, К.В. Король. – Гродно: ГГАУ, 2017. – 216 с.
4. Гарькавый, Ф.Л. Селекция коров и машинное доение: монография / Ф.Л. Гарькавый. – М: «Колос», 1974. – 146 с.
5. Efficient Dairy Herd Management / DeLaval. – 2001. – 48 с.
6. Король, К.В. Молочная продуктивность коров при дифференцированной динамической пульсации в процессе доения / К.В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 37: Зоотехния. – С. 113-119.
7. Король, К.В. Морфофункциональные свойства вымени при дифференцированной динамической пульсации в процессе доения / К.В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 37 : Зоотехния. – С. 106-112.
8. Король, К.В. Молочная продуктивность и молокоотдача коров при использовании дифференцированных динамических параметров доения / К. В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 41 : Зоотехния. – С. 107-113.
9. Григорьев, Д.А. Изучение хозяйственно-биологических параметров коров с использованием автоматизированных систем управления / Д.А. Григорьев, В.С. Журко, К.В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 41 : Зоотехния. – С. 34-40.
10. Григорьев, Д.А. Использование автоматизированных систем для учета продуктивности коров / Д.А. Григорьев, К.В. Король, В.С. Журко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, (Минск, 21-23 ноября 2018 года). – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 510-512.

УДК 621.56
ГРНТИ 55.39.41

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Григорьев Д.А., канд. техн. наук, доцент;
Потреба В.В., магистрант,
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно Республика, Беларусь

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования параметров холодильной установки, определяющих эффективность реализации холодильного цикла при заданных условиях холодильной обработки продуктов животноводства.

Ключевые слова: Холодильная обработка, энергетическая эффективность, продукция животноводства, холодильный цикл, холодильный коэффициент.

Производство и переработка продукции животноводства представляют собой сложный процесс, энергетическая эффективность которого определяется как соотношение совокупной затраченной энергии и энергии получаемого продукта [1]. Энергетическая эффективность технологий в животноводстве и перерабатывающей промышленности обеспечивается за счет комплексного использования различных источников энергии [2]. В тоже время прямые затраты в структуре энергетической себестоимости производимой продукции не являются определяющими. Значительные резервы кроются в повышении эффективности наиболее энергоёмких технологических процессов, одним из которых является холодильная обработка получаемого сырья и готовой продукции.

Параметры технологий охлаждения продуктов должны быть четко увязаны как по времени и месту в технологическом цикле, так и по энергетике технологического процесса с работой холодильной машины. Такой подход позволяет учитывать не только энергетику холодильного цикла, но и энергетику самого продукта, которая во многом определяется способом и режимами холодильной обработки, способными существенно повлиять на его качество, функциональные и технологические свойства [3].

Цель работы: исследование основных параметров холодильной установки, определяющих эффективность реализации обратного холодильного цикла при заданных условиях холодильной обработки продуктов животноводства.

Для постановки задач на проведение лабораторного исследования были изучены результаты применения холодильной обработки некоторых видов сырья и продукции. Полученные данные позволили определить необходимый интервал температур испарения и конденсации. Важнейшим параметром работы холодильной машины является её холодильный коэффициент, который в самом общем случае определяется как отношение холодопроизводительности к работе, совершаемой компрессором [4]:

$$\varepsilon = Q_0/A,$$

где Q_0 – холодопроизводительность холодильной машины;

A – работа компрессора.

Для исследования параметров холодильной машины использовался универсальный стенд НТЦ-63 со встроенным электронным регулятором для холодильных установок с «принудительным обдувом» марки eliwell ID 974.

Лабораторный стенд (рис. 1) включает 2 блока: наружный и внутренний. Наружный содержит компрессор, конденсатор, реле давления. Внутренний блок состоит

из испарителя, обдуваемого вентилятором. При сжатии пара повышается давление холодильного агента от давления кипения (P_2) до давления конденсации (P_1). Процесс сжатия сопровождается повышением температуры холодильного агента от значения (T_3) до значения (T_1). Сухой насыщенный пар поступает в конденсатор, где при постоянном давлении конденсации охлаждается до состояния насыщения (T_2), превращаясь в жидкость. Жидкость направляется на дросселирование через терморегулирующий вентиль (ТРВ).

Измерительный блок обеспечивает контроль параметров температуры на входе и выходе конденсатора, испарителя, давления испарения и конденсации, температуры и влажности воздуха во внутреннем блоке. Электронный регулятор обеспечивает программирование, контроль и корректировку параметров холодильной машины.

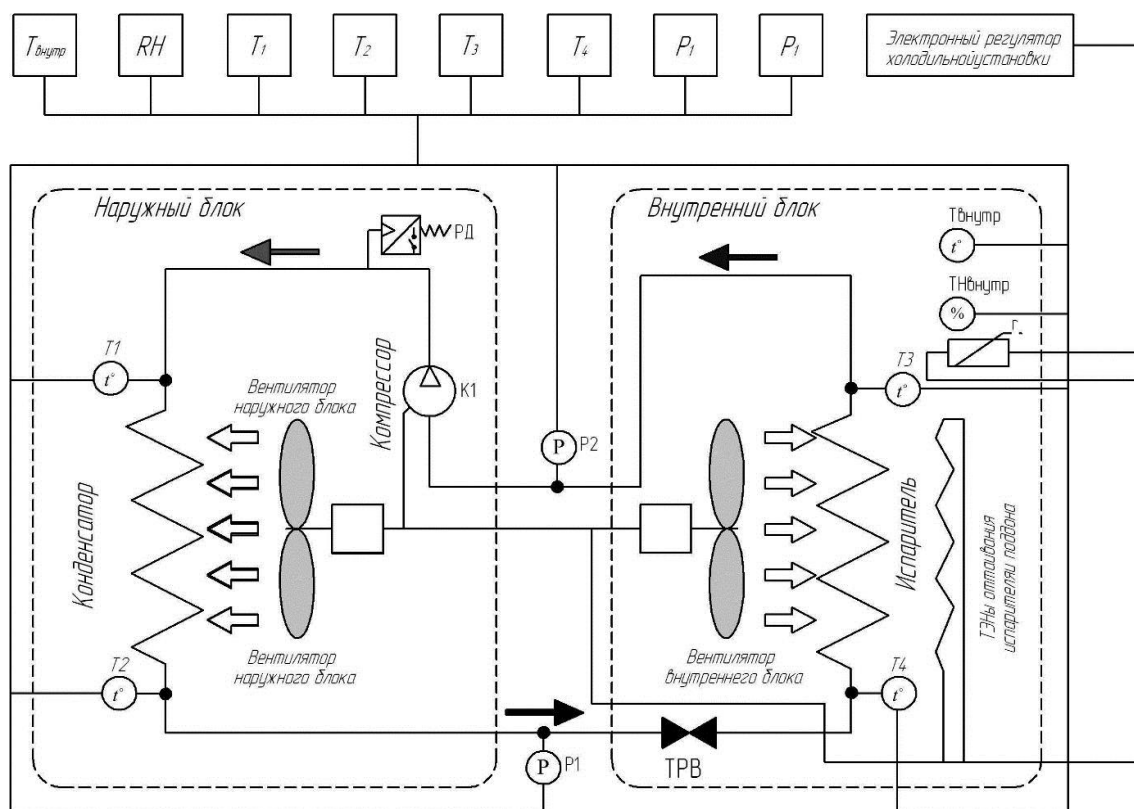


Рис. 1. Схема работы экспериментальной холодильной установки

Проведенные исследования показали, что холодильный цикл исследуемой холодильной машины значительно отличается от теоретического цикла, что по всей видимости связано с необходимостью перегрева хладагента в испарителе, наличием потерь в компрессоре, снятием перегрева и переохлаждением конденсатора, а также потерями при дросселировании.

Экспериментальная установка обеспечивает контроль основных параметров холодильной машины, что позволило провести их измерение при различных режимах использования охлаждаемого объема с контролируемыми теплотериями. На рис. 2 представлен экспериментальный график зависимости холодильного коэффициента от разницы в исследуемом интервале температур. Анализ результатов измерения показал, что зависимость холодильного коэффициента от разницы температур в исследуемом диапазоне носит характер близкий к линейному.

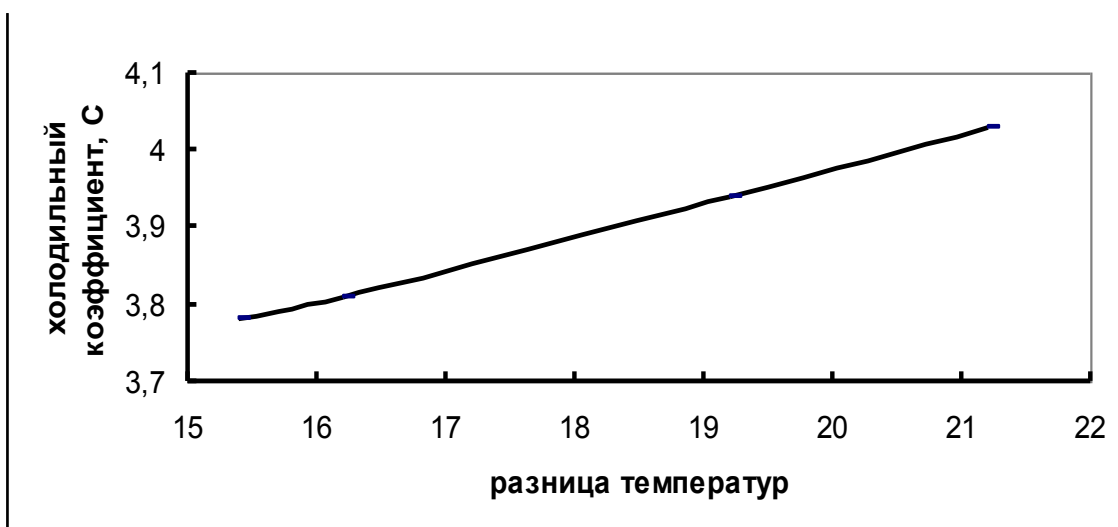


Рис. 2. Зависимость холодильного коэффициента от разницы температур

Холодильный коэффициент определялся как отношение холодопроизводительности к количеству затраченной электрической энергии. При увеличении разности температур и фиксированном значении тока расход электрической энергии логично увеличивается, а холодопроизводительность падает. Полученный характер зависимости холодильного коэффициента позволяет использовать данные эксперимента для расчета энергоемкости процесса холодильной обработки с учетом фиксированных расчетных теплотерь охлаждаемого объема, массы и теплоемкости охлаждаемого продукта, что в целом позволит сопоставить совокупные прямые энергозатраты с изменением технологических и функциональных свойств продукции в процессе холодильной обработки. Полученная зависимость холодильного коэффициента от разности температур позволяет выбрать режим холодильной обработки продукции с учетом их свойств, нормативных и действительных сроков безопасного хранения при заданной температуре, а также энергетической эффективности работы холодильной машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, Д.А. К вопросу о локальном теплоснабжении объектов животноводства / Д.А. Григорьев, Г.С. Цыбульский // Актуальные вопросы энергетики в АПК: матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. – С. 37-42.
2. Григорьев, Д.А. Энергетическая эффективность автоматизированного доения / Д.А. Григорьев, К.В. Король // Актуальные вопросы энергетики в АПК: матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. – С. 30-36.
3. Холодильная технология пищевых продуктов: учебник для вузов: в 3 книгах. Часть 1. Теплофизические основы / В.Е. Куцакова [и др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2007. – 224 с.
4. Термодинамические диаграммы $i\text{-lg}P$ для хладагентов. – М.: AVISANKO, 2003. – 50 с.

УДК 336.226.142
ГРНТИ 06.73.15

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Горелова И.В., канд. эконом. наук,
доцент кафедры учета, анализа и аудита,
Волгоградский институт управления – филиал
Российской академии народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации,
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В статье обосновываются необходимые изменения в системе налогообложения сельхозтоваропроизводителей, направленные на усиление стимулирующей и регулирующей функции налогов.

Ключевые слова: сельхозтоваропроизводитель, единый налог, ЕСХН, земельный налог, Налоговый кодекс РФ.

Вступление России во ВТО обусловило рост конкуренции в сельском хозяйстве как на внутреннем, так и на внешних рынках, а также изменились правила государственной финансовой поддержки данной отрасли, что обострило ситуацию с конкурентоспособностью отечественной сельхозпродукции. Кроме того, в условиях обострения геополитической ситуации в мире, а также проведения политики импортозамещения в Российской Федерации, развитие агропромышленного комплекса как стратегической отрасли экономики стало важнейшим приоритетом государственной политики в рамках удовлетворения потребностей населения в продовольствии, снабжения промышленности сельскохозяйственным сырьем и обеспечения продовольственной безопасности. Все это предопределяет необходимость усиления со стороны государства поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, которые не в полной мере справляются с обеспечением внутригосударственных нужд, отстают по уровню инновационного развития и инвестиционной привлекательности от зарубежных. При этом важное значение приобретает поддержка сельхозтоваропроизводителей не только за счёт предоставления целевых средств финансирования, но и за счёт совершенствования правового регулирования налогообложения этой отрасли экономики.

Россия обладает уникальными природными ресурсами и в состоянии не только обеспечивать себя экологически чистой продукцией, но и поставлять излишки на мировой рынок. Однако пока этого не происходит, в том числе по причине несовершенства правового регулирования налогообложения указанной категории налогоплательщиков. В связи с этим необходимо рассмотреть возможные пути совершенствования систем налогообложения предприятий сельского хозяйства.

Во-первых, необходимо изменить критерий отнесения налогоплательщиков к категории «сельскохозяйственный товаропроизводитель», понизив долю дохода от реализации произведенной сельскохозяйственной продукции в общем доходе от реализации товаров (работ, услуг), изменив соответственно пп.1 п.2 ст. 346.2 НК РФ порог с 70% на 50% и таким образом унифицировать определение «сельскохозяйственный товаропроизводитель» для целей налогообложения. Напомним, что в разных законодательных актах определение толкуется по-разному.

Во-вторых, необходимо изменить порядок смены режима налогообложения. В настоящее время порядок предполагает подачу уведомления о переходе на единый сельхозналог не позднее 31 декабря календарного года, предшествующего налоговому периоду. Необходимость смены срока подачи заявления обусловлено тем, что только после того, как окончательно сформирована годовая бухгалтерская отчетность (30 марта), экономический субъект может объективно оценить соответствие своей деятельности критерию перехода на специальный налоговый режим. Если по итогам налогового периода деятельность сельскохозяйственного производителя соответствует установленному критерию, он получает право на использование специального налогового режима в следующем налоговом периоде. Если же сельскохозяйственный товаропроизводитель, используя специальный налоговый режим, по итогам налогового периода получил долю выручки от реализации сельскохозяйственной продукции менее необходимого процента в общем объеме выручки, то он теряет право на использование специального налогового режима лишь в следующем налоговом периоде, в текущем налоговом периоде использует специальный налоговый режим и перерасчет налоговых обязательств при этом не производится.[1] Использование такой процедуры является более удобной для сельскохозяйственных организаций и снижает трудоемкость обратного перехода на общую систему налогообложения.

В-третьих, в системе налогообложения сельскохозяйственных товаропроизводителей в соответствии с главой 26.1 Налогового кодекса РФ необходимо расширить перечень расходов, учитываемых при расчете налоговой базы по единому сельскохозяйственному налогу в части расходов на улучшение и восстановление плодородия земли и ее рекультивацию, а также представительских расходов.

В-четвертых, с целью усиления регулирующей функции единого налога в рамках применения положений главы 26.1 Налогового кодекса РФ, необходимо учитывать фактор сезонности производства сельскохозяйственной продукции. Предлагается законодательно закрепить календарный год в качестве налогового периода без использования отчетных периодов по основным налогам, уплачиваемым сельхозтоваропроизводителями. На сегодняшний день в соответствии со статьей 346.7 установлен отчетный период – полугодие. Перенос момента исполнения обязательств по ЕСХН, налогу на прибыль организаций, налогу на имущество организаций, а также НДС сельскохозяйственными производителями на конец календарного года позволит значительно повысить финансовую устойчивость как отдельных экономических субъектов, так и аграрной сферы в целом, а также направлять высвободившиеся собственные средства на развитие производства. [2]

В-пятых, в рамках совершенствования налогообложения сельхозтоваропроизводителей земельным налогом предлагается изменить подход к контролю и применяемым мерам ответственности за нецелевое использование сельскохозяйственных земель, усилить стимулирующую функцию налога. В соответствии со статьей 394 Налогового кодекса РФ допускается установление дифференцированных налоговых ставок в зависимости от категорий земель и (или) разрешенного использования земельного участка, а также в зависимости от места нахождения объекта налогообложения. В настоящее время наказание за использование земельных участков не по целевому назначению регулируется статьей 8.8 Кодекса об административных правонарушениях РФ. Предлагается отменить административное наказание в случае нецелевого использования земли и заменить его мерами налогового характера, а именно установить повышающие коэффициенты земельного налога. Таким образом, если организация будет использовать сельскохозяйственные земли не по целевому назначению, она будет платить повышенный земельный налог (что приведет к ежегодному росту доходов местных бюджетов), но при этом не будет риска принудительного прекращения права постоянного (бессрочного)

пользования (владения) земельным участком. [3] Однако для того, чтобы защитить регионы с дефицитом сельскохозяйственных земель, предлагается дифференциация повышающих коэффициентов.

Также в рамках совершенствования земельного налога предлагается введение понижающих коэффициентов для территорий, которые относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям (в данный перечень включено 29 субъектов РФ) [4]. Так, например, ввести в Волгоградской области понижающие коэффициенты в зависимости от показателей плодородности почвы. Условием применения понижающих коэффициентов должно стать осуществление данным налогоплательщиком расходов на улучшение и восстановление плодородия земли и ее рекультивацию, то есть данные расходы должны быть отражены при расчете налоговой базы по единому сельскохозяйственному налогу.

Представленные предложения по совершенствованию системы налогообложения сельхозтоваропроизводителей направлены на обеспечение условий, которые учитывали бы особенности процесса производства, а также специфику финансовых потоков в сельском хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипкова, Е.П. Актуальные проблемы налогообложения субъектов аграрного сектора экономики и пути их решения / Е.П. Хрипкова // Международный студенческий научный вестник. – 2014. – С. 4.
2. Доштаева, Е.Д. Перспективы развития налогообложения аграрного сектора в условиях вступления России в ВТО / Е.Д. Доштаева // Вестник Волгогр. ин-та бизнеса. – 2014. – № 1 (26). – С. 94.
3. Тихонова, А.В. Налоговое стимулирование в системе государственной финансовой поддержки агропромышленного комплекса России : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.10 . М. : ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», – 2015. – С. 122.
4. Распоряжение Правительства РФ от 25.01.2017г. № 79-р «Об утверждении перечня сельскохозяйственной продукции, производство, первичную и последующую (промышленную) переработку которой осуществляют сельскохозяйственные товаропроизводители» // Собрание законодательства РФ. 2017. № 5. Ст. 852.

УДК 621.314.6:621.3.018.3
ГРНТИ 45.33

АНАЛИЗ ФОРМЫ ВХОДНОГО ТОКА ТРЕХФАЗНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ С АКТИВНО-ЕМКОСТНОЙ НАГРУЗКОЙ

**Воронин В.А., ст. преподаватель,
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово, Россия**

Аннотация. Форма входного тока трехфазных мостовых выпрямителей, входящих в состав преобразователей частоты частотно-регулируемого электропривода, несинусоидальная и зависит от множества факторов.

Ключевые слова: выпрямитель, преобразователь частоты, гармоники, качество электроэнергии

В настоящее время полупроводниковые выпрямители широко применяются в различных электроустановках. Достаточно часто выпрямители можно встретить в составе преобразователей частоты со звеном постоянного тока частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Существующая тенденция к замене неуправляемого электропривода на частотно-регулируемый, обуславливает существенное увеличение числа преобразователей частоты на промышленных предприятиях.

Хорошо известно, что выпрямители являются источниками высших гармоник тока и приводят к искажению синусоидальности кривых тока и напряжения во внутрипроизводственных электрических сетях, что может привести к нарушению электромагнитной совместимости в точках общего присоединения.

Трехфазный мостовой выпрямитель с активно-емкостной нагрузкой представляет собой достаточно сложную систему, что значительно усложняет разработку его математической модели. Как отмечается в работе [1], наиболее точный расчет схем вентильных преобразователей возможен только на основе численного решения системы дифференциальных уравнений. Для этого можно использовать «кусочно-припасовочный» метод, решая системы дифференциальных уравнений для каждого промежуточного состояния преобразователя, что является весьма трудоемкой задачей. В связи с этим в настоящее время отсутствует достаточно простая и удобная методика расчета токов высших гармоник выпрямителей с активно-емкостной нагрузкой, входящих в состав преобразователей частоты частотно-регулируемого электропривода, пригодная для инженерных расчетов. Решение данной задачи, как правило, осуществляется методами компьютерного моделирования или выполнением измерений.

Программные комплексы, позволяющие выполнить имитационное моделирование преобразователей частоты (например, Matlab-Simulink), достаточно широко распространены в настоящее время. От пользователя требуется корректно составить моделируемую электрическую цепь и правильно задать ее параметры. Все вычисления программный комплекс производит самостоятельно, предоставляя пользователю искомую форму входного тока и коэффициенты гармонических искажений в любых режимах работы электрической сети и преобразователя. Точность моделирования зависит от выбранного интервала дискретизации. Однако с уменьшением интервала дискретизации существенно увеличивается число вычислений и время моделирования.

Форма входного тока выпрямителя с активно-емкостной нагрузкой существенно зависит от параметров питающей сети, параметров нагрузки выпрямителя, а также от качества питающего напряжения. На рис. 1 приведено семейство кривых входного тока выпрямителя при различных значениях индуктивности питающей сети (L_s) и индуктивности дросселя звена постоянного тока (L_d), а на рис. 2 показано влияния несимметрии питающего напряжения на форму входного тока выпрямителя. Данные зависимости получены с помощью программного комплекса Matlab-Simulink.

Как следует из представленных зависимостей (рис. 2), коэффициент суммарных гармонических искажений кривой входного тока выпрямителя THD многократно увеличивается при уменьшении индуктивности питающей сети. При достаточно малом значении индуктивности питающей сети, а также при загрузке преобразователя ниже номинальной [2], входной ток выпрямителя становится прерывистым, состоящим из двух импульсов в каждом полупериоде. Такой режим характеризуется наибольшей величиной гармонических искажений.

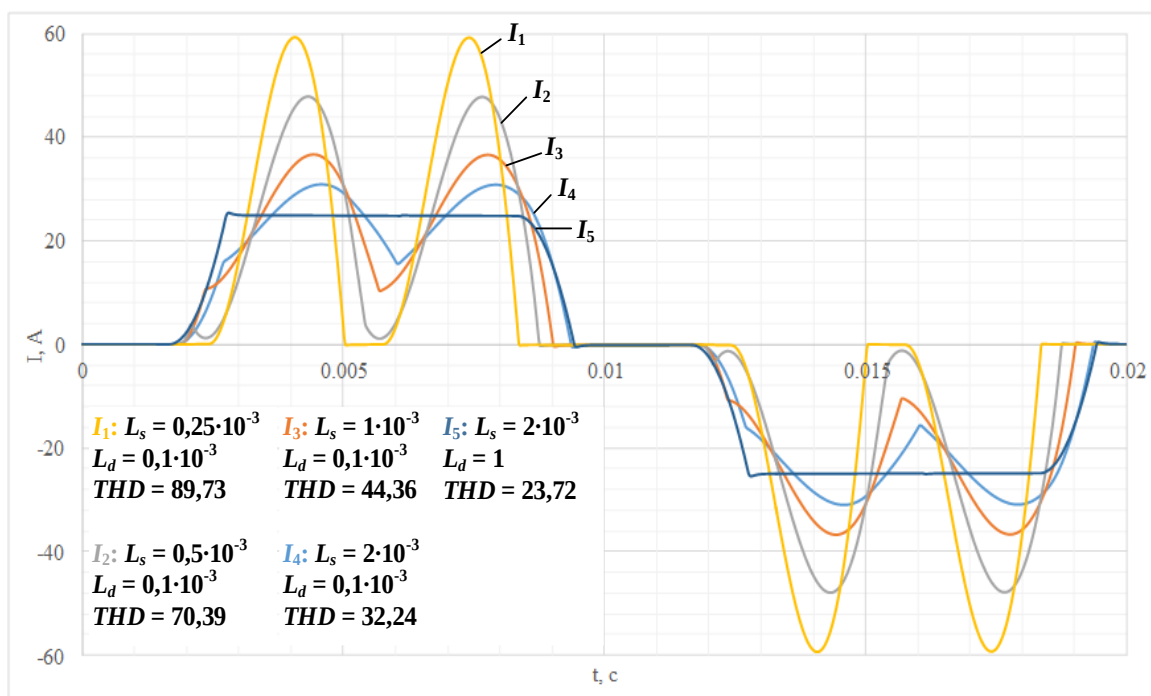


Рис. 1. Зависимость формы входного тока выпрямителя от индуктивности питающей сети L_s и индуктивности звена постоянного тока L_d

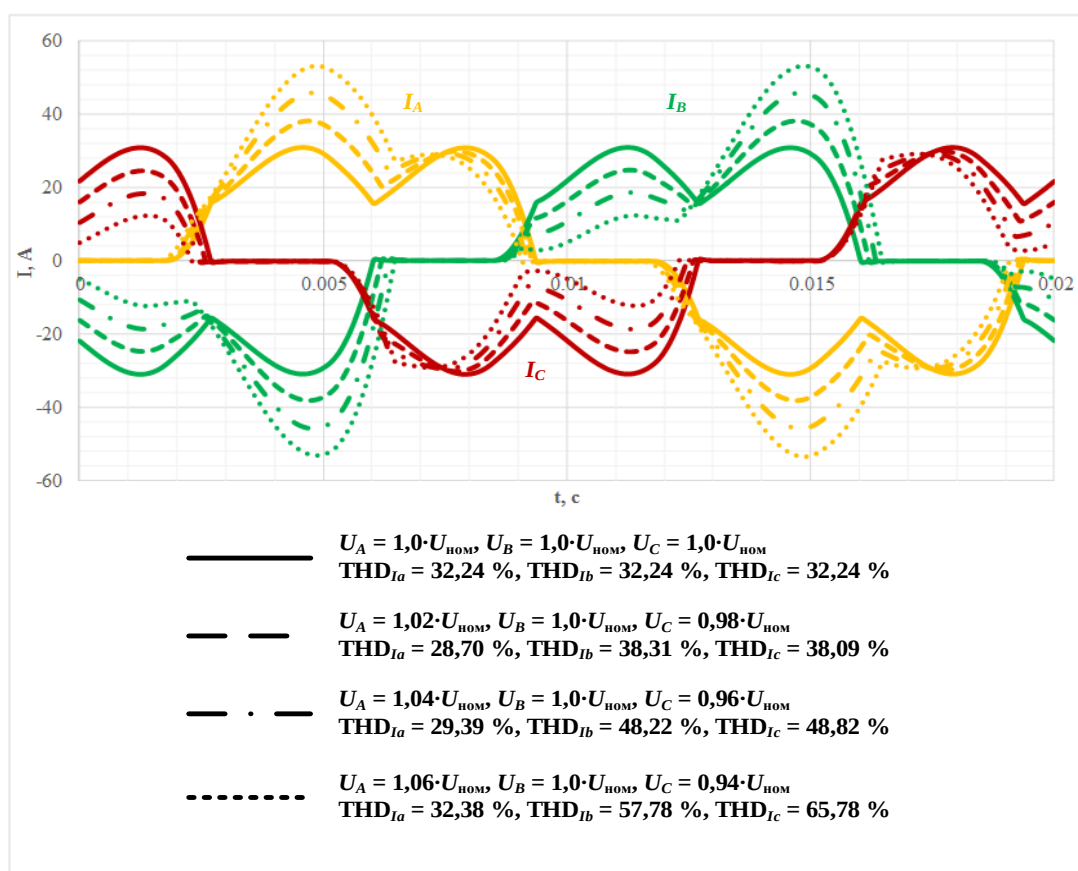


Рис. 2. Зависимость формы входного тока выпрямителя от симметрии питающего напряжения

Из рисунка 2 следует, что при оценке высших гармоник входного тока выпрямителя необходимо учитывать степень несимметрии питающего напряжения, т.к. она оказывает существенное влияние на величину THD . Кроме того, при несимметрии питающего напряжения в спектре высших гармоник входного тока появляются неканонические гармоники, кратные трем, отсутствующие при симметричном питающем напряжении (рис. 3).

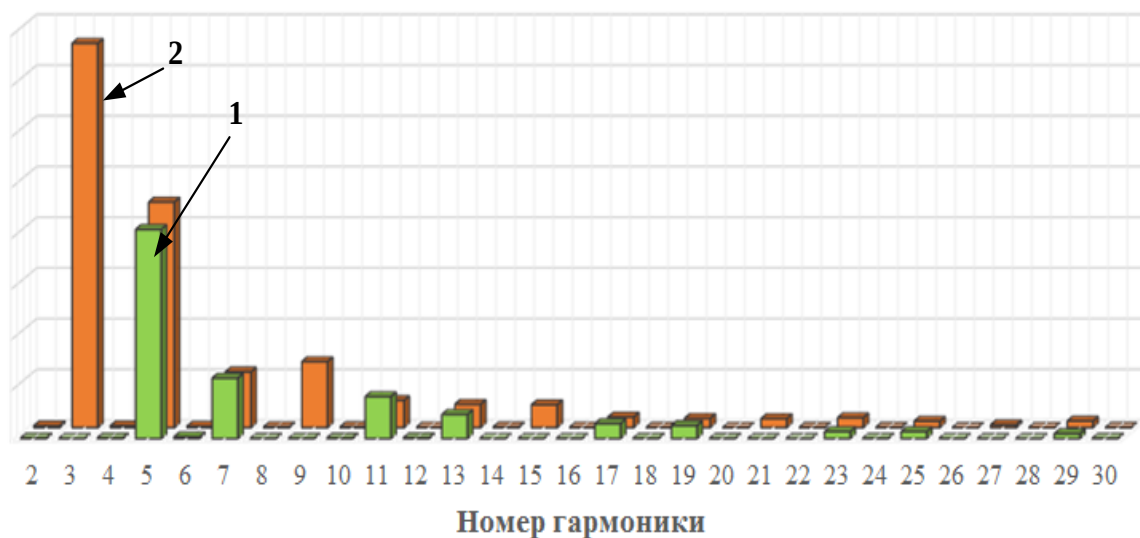


Рис. 3. Пример спектра гармоник входного тока фазы выпрямителя при симметричном (1) и несимметричном (2) питающем напряжении

Как следует из рисунка 2 и 3 между несимметрией и несинусоидальностью напряжения в электрических сетях с выпрямителями существует взаимное влияние, выражающееся в изменении уровня несинусоидальности и спектра гармоник при наличии несимметрии напряжения. Кроме того, наличие выпрямителей в электрической сети может оказать влияние на распределение токов обратной последовательности и величину напряжений обратной последовательности в узлах сети, т.к. сопротивление обратной последовательности выпрямителей с активно-емкостной нагрузкой по предварительным оценкам меньше сопротивления прямой последовательности. В настоящее время данный вопрос недостаточно освещен в литературе и требует более детальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.
2. Фираго, Б. И., Медведев К. М. Оценка влияния несимметрии напряжения питающей сети на гармонический состав прерывистого входного тока системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» / Б.И. Фираго, К.М. Медведев // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2005. – №3 (22). – С. 19-27.

УДК 621.3
ГРНТИ 44.29.37

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ И РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4 кВ, СОВМЕЩЁННЫХ В ОДНОМ УСТРОЙСТВЕ

**Виноградова А. В., канд. техн. наук, ст. научный сотрудник
лаборатории электро- и энергоснабжения и электробезопасности
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
г. Москва, Россия;
Сухинин А.С., магистрант
Орловский государственный аграрный университет,
г. Орёл, Россия**

Аннотация. Обоснована актуальность применения устройств секционирования и резервирования в электрических сетях 0,4 кВ.

Ключевые слова: электроснабжение, секционирующий пункт, пункт АВР, резервирование, секционирование.

Секционирование и резервирование электрических сетей – одно из важных направлений повышения надёжности электроснабжения потребителей. Принципы секционирования и резервирования активно внедряются в электрических сетях 10 кВ на основе использования реклоузеров, что позволяет изолировать повреждённые участки ЛЭП, непосредственно подходить к этапу осуществления проектов «умных» электрических сетей. Эти решения, наряду с другими решениями по автоматизации включаются в концепции сетей SMARTGRID [1, 2, 3, 4, 5].

Ранее были созданы устройства секционирования электрических сетей 0,38 (0,4) кВ и устройства сетевого АВР [6, 7, 8, 9, 10], но они имеют ряд недостатков, таких как большие габариты (что не позволяет выполнить их столбовое исполнение), использование электромеханической релейной защиты и автоматики, отсутствие дистанционного контроля и управления, отсутствие совмещения функций секционирования (СП) и резервирования (АВР) в одном устройстве.

Суть разработки заключается в совмещении функций СП и АВР в одном устройстве (СПАВР), что позволит унифицировать данные устройства и расширит область их применения. Так же предполагается выполнить СПАВР в столбовом исполнении, что даст возможность уменьшить вероятность вандализма по отношению к СПАВР, а также повысит электробезопасность за счёт сокращения возможностей доступа сторонних лиц к устройству. Управление СПАВР предполагается осуществлять с помощью микроконтроллерного блока управления.

Предлагаемые решения позволяют уйти от указанных недостатков, поскольку за счёт применения микроконтроллерного блока управления появилась возможность не использовать электромеханические устройства РЗА, осуществлять дистанционный контроль и управление СПАВР, совместить в одном устройстве функции СП и АВР, использовать СПАВР в качестве одного из компонентов умных электрических сетей 0,38 кВ. При этом себестоимость одного устройства СПАВР снизилась, по сравнению с проведёнными расчётами для СП и АВР [6, 11] более чем в 2 раза. Кроме того, применение СПАВР позволяет защищать ЛЭП от удалённых коротких замыканий, за счёт деления сети на участки – дифференцировать учёт электроэнергии и выявлять участки с повышенными потерями электроэнергии, решать другие задачи. Разработаны необходимые

методики расчётов для выбора места установки устройств секционирования и резервирования, расчётов параметров ЛЭП при их использовании и определения эффектов от СПАВР [6, 12, 13].

Предполагается разработка СПАВР, оснащенных функциями:

- коммутация линии электропередачи 0,38 кВ с автоматическим отключением поврежденного участка;
- учет электроэнергии в точке установки СПАВР;
- включенное состояние после исчезновения напряжения на головном участке ЛЭП
- в зависимости от настройки СПАВР на функции СП или АВР;
 - световая сигнализация о режимах работы: наличие напряжения (пофазно) на вводе, включенное/отключенное состояние СП, наличие напряжения (пофазно) на отходящей линии;
 - оповещение дежурного персонала об отключении/включении СПАВР;
 - функция автоматического повторного включения (АПВ);
 - оповещение дежурного персонала об исчезновении напряжения на одной или нескольких фазах до/после СП;
 - информация по запросу на устройство о параметрах сети (напряжение, ток и т.п.);
 - возможность ручного и дистанционного управления;
 - реализация связи между устройствами СПАВР (СМ), установленными в сети для осуществления автоматизации из совместной работы;
 - реализация, в результате совместной работы с пунктом АВР, алгоритмов определения вида повреждения на участке ЛЭП между СП и АВР (однофазное к.з., двухфазное к.з., обрыв провода, обрыв 2-х проводов, обрыв 3-х проводов.).

Внедрение разрабатываемого оборудования секционирования и резервирования электрических сетей 0,38 кВ должно обеспечивать получение приведенных ниже результатов.

1. Повышение надежности электроснабжения потребителей, получающих питание от ВЛ 0,38 кВ, ВЛИ 0,38 кВ за счет выделения поврежденного участка ЛЭП и сохранения питания на неповрежденных участках.

2. Сокращение ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям за счет отключения поврежденного участка ЛЭП и подачи резервного питания на неповрежденные участки;

3. Обеспечение чувствительной, селективной защиты ЛЭП 0,38 кВ на всем ее протяжении.

4. Получение экономии за счет оптимизации сечения провода, применяемого при монтаже вновь сооружаемых и реконструируемых ВЛИ 0,38 кВ при условии обеспечения требований к защите данных ЛЭП 0,38 кВ от токов короткого замыкания.

5. Получение экономии за счет уменьшения времени отыскания мест повреждения ЛЭП 0,38 кВ посредством автоматического выделения поврежденного участка ЛЭП 0,38 кВ.

6. Получение экономии при проведении плановых работ на ЛЭП 0,38 кВ за счет обеспечения возможности выделения участка ЛЭП 0,38 кВ, на котором необходимо проводить работы и сохранения электроснабжения потребителей, подключенных к другим участкам.

7. Повышение электробезопасности ЛЭП 0,38 кВ за счет повышения чувствительности их защит.

8. Получение экономии за счет сокращения коммерческих потерь электроэнергии в сельских электрических сетях 0,38 кВ посредством дифференциации учета электро-

энергии на ЛЭП 0,38 кВ (то есть учета электроэнергии на разных участках ЛЭП) и возможности выделения участка ЛЭП с повышенными коммерческими потерями электроэнергии.

9. Получение экономии за счет сокращения времени получения информации об отключениях в ЛЭП 0,38 кВ (посредством оснащения разрабатываемого оборудования средствами передачи данных об отключениях) и соответственно, более быстрого реагирования на данные отключения средствами ОБВ, ОРБ, что сокращает ущербы от недоотпуска электроэнергии потребителям.

Таким образом, применение СПАВР позволяет более экономично получать результат повышения надёжности электроснабжения потребителей, повышения электробезопасности электрических сетей, особенно при оснащении его системами мониторинга, контроля, учёта и управления, характерными для умных электрических сетей [14]. Это устройство может применяться в интеллектуальных электрических сетях наряду с другими новыми коммутационными аппаратами [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smart Grid или умные сети электроснабжения. Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.eneca.by/ru_smartgrid0/. – Дата обращения: 28.01.2018
2. Grid Modernization and the Smart Grid [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: <https://www.energy.gov/oe/activities/technology-development/grid-modernization-and-smart-grid/>. – Дата обращения: 28.01.2018
3. Smart Grids European Technology Platform Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: www.smartgrids.eu/. – Дата обращения: 28.01.2018
4. Основные положения концепции интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ies_aas.pdf. / – Дата обращения: 28.01.2018г.
5. Интеллектуальные сети SmartGrid — будущее российской энергетики. Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: <http://www.sicon.ru/about/articles/?base&news=16>. / – Дата обращения: 28.01.2018
6. Виноградов А.В. Повышение надёжности электроснабжения сельских потребителей посредством секционирования и резервирования линий электропередачи 0,38 кВ: монография / А. В. Виноградов, А. В. Виноградова. – Орел: Изд-во Орловского ГАУ, 2016. – 224 с.
7. Виноградова А.В. Применение секционирования линий электропередачи 0,38 кВ для повышения надёжности электроснабжения сельских потребителей / А.В. Виноградова, А.В. Виноградов, А.В. Константинов // Теоретический и научно-практический журнал «Инновации в АПК: проблемы и перспективы». – 2016. – №2 (10). – С. 12-27.
8. Виноградов А.В. Секционирующий пункт для линий электропередач 0,38 кВ. /А. В. Виноградов, А. В. Виноградова // Техника в сельском хозяйстве. – №5. – 2014. – С 4-6.
9. Виноградова А. В. Модернизация пункта секционирования электрических сетей 0,38 кВ с учетом использования в качестве коммутационного аппарата вакуумного контактора LSM/TEL. / А. В. Виноградова, А. В. Виноградов, А. В. Константинов, С. Н. Якунин / Инновации в сельском хозяйстве. – №2 (12). – 2015. – С. 67-71.
10. Виноградов, А.В. Пункт сетевого автоматического включения резерва для электрических сетей 0,38 кВ. / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова, А.В. Евстратов // Актуальные проблемы в энергетике и агропромышленном комплексе: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием (г. Благовещенск, 10 апреля 2015 г.) – Благовещенск: ДальГАУ, 2015. – 250 с.

11. Виноградов, А.В. Техничко-экономическое обоснование применения секционирующих пунктов для линий электропередач напряжением 0,38 кВ. / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова // Автоматизированный электропривод и автоматика [Текст]: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. 1-4 июля 2014 г. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2014. – 75 с.

12. Виноградова А.В. Математическое моделирование электрической сети, оснащенной средствами секционирования и резервирования и усовершенствованная схема секционирующего пункта 0,38 кВ / Виноградова А.В., Виноградов А.В., Лукьянов Ю.И. // Вестник НГИЭИ. – 2016. – №12 (67). – С. 46-54.

13. TIME FACTOR FOR DETERMINATION OF POWER SUPPLY SYSTEM EFFICIENCY OF RURAL CONSUMERS/ Bolshev V.E., Vasilev A.N., Vinogradov A.V., Semenov A.E., Borodin M.V. // Вкниге: Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural DevelopmentСep. "Advances in Environmental Engineering and Green Technologies" Hershey, Pennsylvania, 2018. С. 394-420.

14. Vinogradov A., Bolshev V., Vinogradova A., Kudinova T., Borodin M., Selesneva A. & Sorokin N. (2019) A System for Monitoring the Number and Duration of Power Outages and Power Quality in 0.38 kV Electrical Networks. In: Vasant P., Zelinka I., Weber GW. (eds) Intelligent Computing & Optimization. ICO 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 866: 1-10. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-00979-3_1

15. Виноградов, А.В. Новые мультиконтактные коммутационные системы и построение на их базе структуры интеллектуальных распределительных электрических сетей / А.В. Виноградов. – Агротехника и энергообеспечение. – №3 (20). – 2018. – С. 7-20.

УДК 621.3
ГРНТИ 44.29.37

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИКОНТАКТНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Виноградов А.В., канд. тех. наук, вед. науч. сотр.
лаборатории электро- и энергоснабжения и электробезопасности
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
г. Москва, Россия**

Аннотация. Предложена концепция построения интеллектуальных электрических сетей на базе применения мультиконтактных коммутационных систем.

Ключевые слова: электроснабжение, ультиконтактная коммутационная система, интеллектуальные электрические сети, SmartGrid.

Выполненный анализ концепций интеллектуальных электрических сетей (ИЭС, SMART GRID, умные сети) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] показал, что под интеллектуальными сетями, в общем случае, понимается следующее: «SMART GRID (умные сети) – это система передачи электроэнергии от производителя к потребителю, которая самостоятельно отслеживает и распределяет потоки электричества для достижения максимальной эффективности использования энергии. Используя современные информационные и коммуникационные технологии, всё оборудование сетей Smart Grid взаимодействует друг с другом, образуя единую интеллектуальную систему

энергоснабжения. Собранные с оборудования информация анализируется, а результаты анализа помогают оптимизировать использование электроэнергии, снизить затраты, увеличить надежность и эффективность энергосистем». Отечественное определение звучит так: «Интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) представляет собой электроэнергетическую систему нового поколения, основанную на мультиагентном принципе организации и управления ее функционированием и развитием с целью обеспечения эффективного использования всех ресурсов (природных, социально-производственных и человеческих) для надежного, качественного и эффективного энергоснабжения потребителей за счет гибкого взаимодействия всех ее субъектов (всех видов генерации, электрических сетей и потребителей) на основе современных технологических средств и единой интеллектуальной иерархической системы управления».

Предлагается новый подход к построению интеллектуальных электрических сетей. Его особенность в использовании в данных сетях мультиконтактных коммутационных систем. Мультиконтактные коммутационные системы (МКС) – это коммутационные аппараты, имеющие 3 и более контактных групп, причём управление контактными группами осуществляется независимо. Применение МКС в электрических сетях 0,38 (0,4) кВ даёт возможность автоматически изменять конфигурацию сети при изменении ситуации в ней или по заданию оператора. Для этого МКС оснащаются устройствами мониторинга, учёта, контроля и управления, позволяющими обмениваться данными с единым информационный центр сети, что, в свою очередь даёт возможность реализовывать принципы SMART GRID.

Разработанная концепция интеллектуальных электрических сетей содержит следующие основные положения:

1. Применение схем распределительных электрических сетей, содержащих мультиконтактные коммутационные системы (МКС). Предложено определение «Мультиконтактные коммутационные системы (МКС) – это коммутационные аппараты, имеющие 3 и более контактных групп, причём управление контактными группами осуществляется независимо». Применение МКС в электрических сетях 0,38 (0,4) кВ даёт возможность автоматически изменять конфигурацию сети при изменении ситуации в ней или по заданию оператора. МКС оснащаются устройствами мониторинга, учёта, контроля и управления, позволяющими обмениваться данными с единым информационный центр сети, что, в свою очередь даёт возможность реализовывать принципы SMART GRID.

2. Оснащение электрических сетей средствами резервирования и секционирования.

3. Оснащение оборудования электрических сетей, линий электропередачи системами:

- Система контроля оборудования сети предназначена для отслеживания фактического состояния элементов сети, таких как коммутационные аппараты, силовые элементы. Система строится на базе SCADA систем. Система контроля может объединяться с системами мониторинга и учёта.

- Система мониторинга выполняет функции: мониторинга технического состояния всех элементов сети (состояние линий электропередачи и их элементов, например, опор, состояние зарастания трасс ЛЭП, состояние изоляции оборудования и т.п.); мониторинга режимов работы сети и отдельных её элементов (загрузка, направление потоков энергии и т.п.); мониторинга выполнения договорных обязательств потребителей и энергоснабжающих организаций (электросетевых, энергосбытовых, генерирующих и т.д.); мониторинга надёжности электроснабжения в части количества отключений, повреждаемости элементов сети; мониторинга качества поставляемой электроэнергии;

мониторинга энергоэффективности сети (потерь электроэнергии, других показателей энергоэффективности); мониторинга других параметров функционирования сети и в целом системы электроснабжения в зависимости от возможностей. Система мониторинга может объединяться с системами контроля и учёта.

– Система учёта выполняет функции: учёт количества потреблённой электроэнергии с корректировкой стоимости потреблённой электроэнергии в зависимости от её качества или показателей надёжности электроснабжения (например, при нарушении договорных условий по надёжности стоимость снижается); учёт количества и продолжительности перерывов в электроснабжении; учёт количества фактов работы того или иного оборудования сети; учёт других данных. Система учёта может объединяться с системами контроля и мониторинга.

– Система управления осуществляет управление всеми элементами сети в зависимости от режимов её работы, заданных требований по переключениям, полученных данных от систем контроля, мониторинга и учёта с целью повысить энергоэффективность сети, повысить надёжность электроснабжения и т.п.

4. Создание систем баз данных и обработки информации в составе:

базы данных потребителей, подключенных к сети с их характеристиками, параметрами режимов работы;

базы данных оборудования, установленного в сети с характеристиками и параметрами режимов работы;

базы данных надёжности электроснабжения, с указанием характеристик перерывов в электроснабжении, повреждаемости оборудования;

базы данных качества поставляемой электроэнергии с указанием параметров качества в разных точках сети;

базы данных техприсоединений с указанием характеристик присоединений, срокам осуществления и т.п..

Информация, собираемая в базы данных, должна служить основой для составления прогнозов потребления электроэнергии, аварийности и т.д. Она же используется системами управления, осуществляющими изменение конфигурации сети в различных режимах, переключения, отключения оборудования и т.п.

5. Обеспечение возможности использования различных, в том числе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и накопителей энергии как параллельно с централизованными системами, так и в структуре сети, но без включения на параллельную работу.

6. Обеспечение возможности автоматического изменения схемы сети при возникновении различных ситуаций в ней.

7. Возможность организации микросетей с различными источниками энергии, работающими параллельно или изолированно друг от друга на разных потребителей.

На рисунке 1 приведён пример распределительной ИЭС, содержащей две трансформаторные подстанции (ТП), различные типы коммутационного оборудования. Показано, что действие каждого аппарата, установленного в ИЭС должно отслеживаться системами мониторинга, учёта и контроля. Каждый аппарат должен дистанционно управляться. Для этого осуществляется связь аппаратов с блоками обработки информации и управления (БОИиУ) сети. Каналы связи в сети могут быть организованы разными способами. Это и JPS, JPRS, радиочастоты, PLC- модемы и т.п. Кроме того, микроконтроллерные (или микропроцессорные) блоки управления устройств должны иметь алгоритмы работы при отсутствии связи. Эти алгоритмы могут быть построены на использовании анализа признаков режимов работы сети, подробно рассмотренных, например, в [8].

На трансформаторных подстанциях устанавливаются следующие системы мониторинга, контроля, учёта и управления:

- системы (комплекты оборудования) определения мест повреждений в ЛЭП и ТП - ОМП;

- системы (комплекты оборудования) регулирования параметров качества электроэнергии (в т.ч. средства адаптивного автоматического регулирования напряжения, например, [9]) – РПКЭ;

- системы (комплекты оборудования) автоматизации подстанции (АВР, АПВ, АЧР, перераспределение нагрузки по шинам, комплекты РЗА и т.п.) – БАП (блок автоматизации подстанции);

- системы (комплекты оборудования), обеспечивающие безопасность на подстанции (защита от обратной трансформации при несанкционированной подаче напряжения с низкой стороны, средства контроля расстояния от работника до частей ТП, находящихся под напряжением и т.п.) – ББП (блок безопасности подстанции);

- системы (комплекты оборудования) автоматического регулирования (компенсации) реактивной мощности – КРМ;

- системы умного учёта – КУУ. Система КУУ описана ранее при описании СПАВР. Но КУУ ТП имеет ту особенность, что учитывают работу систем автоматики ТП, режимы работы, загрузки трансформатора, а также осуществляют учёт электроэнергии по каждой отходящей линии, на вводах трансформатора по высокой и низкой стороне. На основе измерений на ТП и посредством связи с КУУ потребителей и коммутационных устройств, установленных в сети, системы КУУ определяют потери электроэнергии в силовом трансформаторе, в каждой ЛЭП с ранжированием, для трансформатора, на потери холостого хода и короткого замыкания, а в целом (в том числе отдельно по участкам ЛЭП) – на технические и коммерческие;

- другие системы по мере их разработки.

Информация со всех указанных и перспективных систем должна передаваться в БОИиУ, которые должны иметь канал связи между собой, а также в единый центр управления (ЕЦУ) (им может быть диспетчерская сетевой организации). Это позволяет осуществлять дистанционный контроль работы ТП и, при необходимости, дистанционное управление.

Вводы всех потребителей оснащаются системой КУУ, что позволяет, как указано выше, определять значения потерь электроэнергии, время перерывов в электроснабжении, отслеживать работу средств защиты и автоматики сети потребителя, выявлять несанкционированное подключение электроприборов (например, сварочного трансформатора), выявлять несанкционированное подключение генераторов без соблюдения правил безопасности и т.п. Кроме того, КУУ потребителей позволяет осуществлять корректировку стоимости электроэнергии в зависимости от её качества, в зависимости от количества и продолжительности перерывов в электроснабжении, других факторов. Должна быть обеспечена возможность предварительной оплаты электроэнергии и другие перспективные функции.

Линии электропередачи, не зависимо от их исполнения (кабельные или воздушные) оснащаются системами дистанционного мониторинга технического состояния (состояние изоляции, зарастание, наклон опор и т.п.), передающими данные о состоянии элементов ЛЭП на БОИиУ и, соответственно в ЕЦУ.

В случае аварийной ситуации на одном из участков ЛЭП, на основе полученных данных от систем контроля и управления, систем мониторинга и учёта происходит автоматическое управление коммутационным оборудованием сети. То есть конфигурация сети изменяется благодаря переключениям контактов МКС, секционирующих пунктов (СП), универсальных секционирующих пунктов (СПАВР),

- автоматически изменять стоимость электроэнергии в зависимости от её качества, времени перерывов в электроснабжении и других параметров;
- вырабатывать рекомендации по изменению условий технологического присоединения (изменение мощности, изменение схемы и т.п.);
- получать расчётные параметры ЛЭП и оборудования, строить математические модели сети;
- получать совокупные графики нагрузки посуточные, помесечные, годовые...;
- вырабатывать рекомендации по объемам и параметрам хранения электроэнергии, режимам работы балансирующих электростанций;
- получать показатели надежности сети и оборудования, установленного в ней с анализом наиболее/наименее надежных элементов сети, марок и типов оборудования, выдачей рекомендаций по выбору, обслуживанию и ремонту;
- вырабатывать рекомендации по выбору и настройке средств защиты и автоматики;
- получать отображение состояния коммутационных аппаратов, рекомендации по разработке и установке новых аппаратов;
- получать диагностические параметры оборудования и рекомендации по срокам обслуживания, ремонта, замены, прогноз аварийности;
- получать другие результаты исходя из возможностей системы.

Внедрение указанных систем интеллектуализации электрических сетей позволит внедрить и технико-экономические механизмы повышения эффективности электрических сетей и в целом систем электроснабжения, в том числе механизм корректировки тарифов и стоимости электроэнергии, механизм санкционной политики и стимулирования в отношении энергокомпаний и потребителей. Можно автоматизировать выполнение обоснований применения микросетей и сетей с разной степенью автоматизации, формировать многолетние базы данных по всем параметрам функционирования систем электроснабжения, прогнозировать на этой основе режимы работы электрических сетей, объектов генерации, прогнозирование актуальных направлений развития сетей, формировать новые экономические принципы функционирования систем электроснабжения, рынка электроэнергии. Всё это позволяет интегрировать системы электроснабжения, интеллектуальные электрические сети в цифровую экономику, создать новые рынки оборудования, средств связи и ПО для интеллектуальных электрических сетей и микросетей, рынки услуг в сфере электроснабжения. Автоматизация расчётов за электроэнергию, внедрение принципа «плати и пользуйся», механизмы корректировки стоимости электроэнергии позволят стимулировать потребителей и энергоснабжающие организации к повышению эффективности систем электроснабжения и соблюдению договорных условий. Создание нового интернет-оборудования и интернет-услуг на базе возможностей управления оборудованием сети, регулирования качества электроэнергии, надёжности электроснабжения, накопления электроэнергии, использования возобновляемых источников энергии – это также элементы цифровой экономики с вовлечением возможностей интеллектуальных электрических сетей.

Кроме того, внедрение указанных систем позволит значительно повысить электробезопасность при функционировании электрических сетей. Получение информации о состоянии системы электроснабжения и аварийных режимах в ней даёт возможность оперативно, а при наличии системы управления и дистанционно локализовать место аварии, или участок сети, где возникает опасность поражения электрическим током, например, при обрыве провода.

Разработанная концепция построения интеллектуальных электрических сетей на базе применения мультиконтактных коммутационных систем, позволяет автоматически

изменять конфигурацию сети при использовании различных источников энергии, осуществлять мониторинг ситуации в сети, включая параметры технического состояния оборудования, параметров режимов работы сети, выделяя аварийные режимы, управлять коммутационным оборудованием. Это даёт возможность использовать в сети несколько источников электроэнергии, в том числе возобновляемых, которые могут работать как параллельно, так и изолированно друг от друга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Michael T. Burr, «Reliability demands drive automation investments» Public Utilities Fortnightly, Technology Corridor department, Nov. 1, 2003. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. <http://www.fortnightly.com/fortnightly/2003/11/technology-corridor/>. – Дата обращения: 19.02.2019
2. SmartGrid или умные сети электроснабжения. Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.eneca.by/ru_smartgrid0/. – Дата обращения: 19.02.2019
3. Grid Modernization and the Smart Grid [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: <https://www.energy.gov/oe/activities/technology-development/grid-modernization-and-smart-grid/>. – Дата обращения: 19.02.2019
4. Smart Grids European Technology Platform Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: www.smartgrids.eu/. – Дата обращения: 19.02.2019г.
5. SmartGrid или умные сети электроснабжения. Электронный ресурс. Заголовок с экрана. Режим доступа: https://www.eneca.by/ru_smartgrid0/. – Дата обращения: 19.02.2019
6. Основные положения концепции интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ies_aas.pdf. / . – Дата обращения: 19.02.2019
7. Интеллектуальные сети SmartGrid — будущее российской энергетики. [Электронный ресурс]. Заголовок с экрана. Режим доступа: <http://www.sicon.ru/about/articles/?base&news=16>. / . – Дата обращения: 19.02.2019
8. Виноградов, А.В. Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством секционирования и резервирования линий электропередачи 0,38 кВ : монография / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова. – Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016. – 224 с.
9. Голиков, И.О. Адаптивное автоматическое регулирование напряжения в сельских электрических сетях 0,38 кВ:/ Монография / Голиков И.О., Виноградов А.В. – Орел; Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2017. – 166 с.

УДК 631.371
ГРНТИ 55.57

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИГЛЫ ДИЗЕЛЬНОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ

Болотоков, А. Л., ст. преподаватель;
Сабанчиева Ф. Р., бакалавр,
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет,
г. Нальчик, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены проблемы повышение надежности распылителя путем создания закрученного осесимметричного движения иглы.

Ключевые слова: дизельная форсунка, игла, топливная система, винтовая канавка.

Эффективность работы тракторов и других мобильных сельскохозяйственных агрегатов в основном зависит от технического состояния и показателей работы их энергетических установок.

Экономичность, эффективность, надежность и токсичность отработавших газов тракторных дизелей в значительной степени определяется качественной работой топливной системы.

В процессе эксплуатации форсунок нарушается герметичность запирающего конуса распылителя, происходит зависание и износ иглы распылителя, падение давления начала впрыска, закоксовывание и износ распыливающих отверстий распылителя, ухудшение качества распыливания топлива.

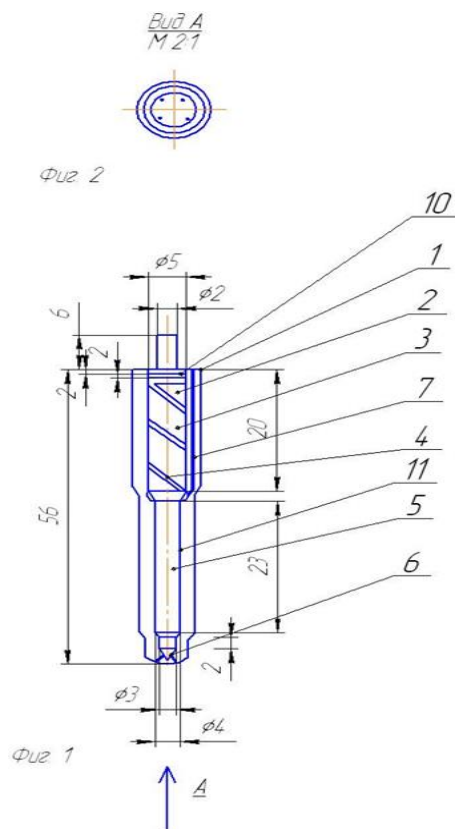


Рис. 1. Чертеж опытного распылителя дизельной форсунки

От работоспособности распылителя зависит не только качество распыливания топлива, но и точность его дозирования, мощность, экономичность, надежность, дымность и токсичность дизеля.

Объектом исследования является двигатель 4Ч 11/12,5 (Д-240) тракторов МТЗ 80/82 и его топливная аппаратура как наиболее распространенные в регионе.

Целью, данной работы является повышение надежности распылителя путем создания винтовой канавки в направляющей части иглы, при котором уменьшается вероятность заклинивания или «прихватывания», а также увеличивается ресурс распылителя.

На рис. 1 (фиг. 1) изображен продольный разрез распылителя дизельной форсунки, на рис. 1 (фиг. 2) – вид распылителя дизельной форсунки со стороны распыливающих отверстий.

Таблица 1

Результаты испытаний форсунок с серийными распылителями

Показатели	№ секции ТНВД							
	№-1		№-2		№-3		№-4	
	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч
Давление впрыска, МПа	18	16,8	18	17	18	17	18	16,9
Качество распыливания топлива	Хор.	Хор.	Хор.	Удов.	Хор.	Хор.	Хор.	Удов.
Герметичность по запирающему конусу	Гер.	Гер.	Гер.	Не герм.	Гер.	Не герм.	Гер.	Не герм.
Гидроплотность	10	8	16	5	12	4	8	6
Подвижность иглы	Подв. зв.	Подв. зв.	Подв. зв.	Неподв. глухой	Подв. зв.	Подв. зв.	Подв. зв.	Неподв. глухой

Для реализации этой цели на направляющей части иглы выполнены осесимметричные винтовые канавки 4, заканчивающиеся кольцевой канавкой 10 в верхней части направляющей иглы, отделяющей винтовую часть от запирающего пояса 11, выполненного в верхней части направляющей иглы.

Таблица 2

Результаты регулировки форсунок с опытными распылителями

Показатели	№ секции ТНВД							
	№-1		№-2		№-3		№-4	
	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч	Наработка 0 мото-ч	Наработка 500 мото-ч
Давление впрыска, МПа	18	16,8	18	17	18	17	18	16,9
Качество распыливания топлива	Хор.	Хор.	Хор.	Хор.	Хор.	Хор.	Хор.	Хор.
Герметичность по запирающему конусу	Гер.	Гер.	Гер.	Гер.	Гер.	Гер.	Гер.	Гер.
Гидроплотность	10	8	16	7	12	6	8	6
Подвижность иглы	Подв. зв.	Подв. Зв.	Подв. Зв.	Неподв. глухой	Подв. Зв.	Подв. Зв.	Подв. Зв.	Подв. зв.

Из данных представленных в таблицах 1 и 2 следует, что у серийных распылителей после наработки 500 мото-ч. произошли следующие изменения параметров: у №2, №3, №4 ухудшились герметичность по запирающему корпусу, у №2 и №4 изменилась подвижность.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, у опытных распылителей практически не произошло изменение основных параметров. Подвижность и гидроплотность иглы распылителей определялось на приборах КИ-3333 и ПУФ-3 ЦНИТА. На стенде ТНВД КИ-35478 проводились испытания опытных распылителей для определения цикловой подачи на номинальном режиме [7]. На приборе КИ-3333 все распылители показали их соответствие техническим условиям. Все распылители по данным полученные прибором ПУФ-3 ЦНИТА удовлетворяют по подвижности иглы техническим условиям.

Таблица 3

**Результаты испытаний серийного комплекта распылителя
по подаче при наработке 500 мото-ч**

Наименование параметра	Значение параметров по секциям				Среднее значение /отклонение, %
	1	2	3	4	
Цикловая подача на частоте номинальная 1100 об/мин	75	76	76	76,5	75,8/1,9%
Цикловая подача на частоте Макс. крутящий момент 850 об/мин	82,3	84	86,9	105	89,5 / 20,2
Цикловая подача на частоте Пусковая 100 об/мин					
Цикловая подача на частоте Макс. холостой ход 1160 об/мин					
Работа регулятора					
Геометрический угол начала подачи топлива					-1/

Таблица 4

**Результаты испытаний серийного комплекта распылителя
по подаче после наработки 500 мото-ч**

Наименование параметра	Значение параметров по секциям				Среднее значение /отклонение, %
	1	2	3	4	
Цикловая подача на частоте номинальная 1100 об/мин	77,2	81,3	81,2	81,6	80,3/ 5,5%
Цикловая подача на частоте Макс. крутящий момент 850 об/мин	83,1	86,5	89,3	111,1	92,5 / 28,8
Цикловая подача на частоте Пусковая 100 об/мин					/
Цикловая подача на частоте Макс. Холостой ход 1160 об/мин					/
Работа регулятора					/
Геометрический угол начала подачи топлива					-1/

Таблица 5

**Результаты испытаний серийного комплекта распылителя по подаче
при наработке 500 мото-ч.**

Наименование параметра	Значение параметров по секциям				Среднее значение /отклонение, %
	1	2	3	4	
Цикловая подача на частоте номинальная 1100 об/мин	74,1	73,7	78,4	78,4	76,1/6,2%
Цикловая подача на частоте Макс. крутящий момент 850 об/мин	109	89,3	92,8	89,4	95,1 / 19,9%
Цикловая подача на частоте Пусковая 100 об/мин					
Цикловая подача на частоте Макс. холостой ход 1160 об/мин					
Работа регулятора					
Геометрический угол начала подачи топлива					-1/

Таблица 6

**Результаты испытаний серийного комплекта распылителя по подаче
после наработки 500 мото-ч.**

Наименование параметра	Значение параметров по секциям				Среднее значение /отклонение, %
	1	2	3	4	
Цикловая подача на частоте номинальная 1100 об/мин	77,2	81,3	81,2	81,6	80,3/5,5%
Цикловая подача на частоте Макс. крутящий момент 850 об/мин	83,1	86,5	89,3	111,1	92,5 / 28,8%
Цикловая подача на частоте Пусковая 100 об/мин					/
Цикловая подача на частоте Макс. холостой ход 1160 об/мин					/
Работа регулятора					/
Геометрический угол начала подачи топлива					-1/

Данные таблицы 3, 4, 5, 6 и рис. 2, 3 и 4, 5 свидетельствуют, изменения цикловой подачи на номинальном режиме и в режиме максимального крутящего момента и серийных и опытных распылителей различно. У серийных она растет, что приводит к перерасходу топлива, а у опытных стабильна.

Исследования показали, что форсунки выходят из строя в основном в результате потери герметичности запирающего конуса распылителя, заклинивания и зависания иглы в направляющей части корпуса, а также закоксовывания распылителей форсунок.

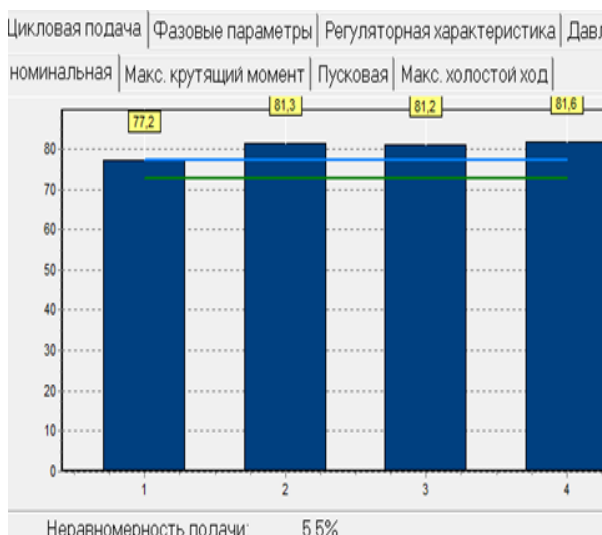


Рис. 2. График измерения цикловой подачи на номинальном режиме серийного комплекта распылителей при наработке 500 мото-ч

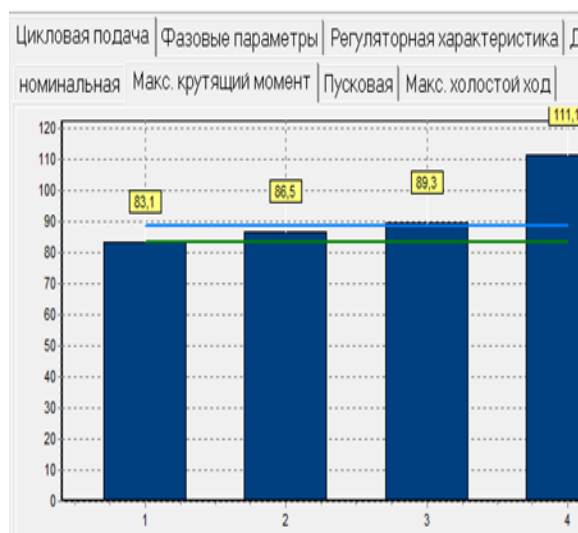


Рис. 3. График измерения максимального крутящего момента серийного комплекта распылителя на режиме максимального крутящего момента при наработке 500 мото-ч

Следовательно, работы направленные на повышение стабильности и надежности параметров распылителя существенно влияют на работоспособность форсунки дизеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство № 1.201544, 04.10.83 г.
2. Власов, П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры / П.А. Власов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 127 с.
3. Патент на распылитель дизельной форсунки № 2231673 от 27.06.2004 г.
4. Фомин, Ю.Я. Топливная аппаратура дизелей / Ю.Я. Фомин. – М.: Машиностроение, 1982. – 169 с.
5. Файнлеб, Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей / Б.Н. Файнлеб. – Л.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
6. Хаширов, Ю.М. Улучшение показателей работы автотракторных дизелей в эксплуатации / Ю.М. Хаширов, В.Х. Нагоев. – Нальчик, 2002. – 85 с.
7. Пустовая О.А. Расчёт системы разгонной вентиляции / О.А. Пустовая, Е.А. Пустовой // Сельский механизатор. – 2018 – №1 – С.24-25.

УДК 681.5:621.31
ГРНТИ 50.09; 44.29.31

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**Бодруг Н.С., ст. преподаватель;
Скрипко О.В., д-р. техн. наук, профессор кафедры
автоматизации производственных процессов и электротехники,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия**

Аннотация. Внедрение АСКУЭ является необходимым условием перехода к оплате по дифференцированным тарифам за электроэнергию, является стратегическим направлением повышения эффективности энергетического потенциала страны.

Ключевые слова: автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии, энергопотребление.

В период активного технического и интеллектуального развития энергетики в России, остается ряд вопросов, которые на сегодняшний день являются проблемными и актуальными. К ним можно отнести проблемы контроля и учета электроэнергии, особенно в сельских сетях. Для решения таких проблем в настоящее время используется автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), которая может охватывать потребителей разного уровня [1].

Целью работы является рассмотрение теоретических вопросов применения автоматизированной системы контроля и учета энергопотребления и практических подходов к внедрению данной системы в сельских сетях.

Современные АИИС КУЭ представляют собой масштабные системы, которые производят одновременно измерение и учет количества энергии и энергоресурсов по территориально распределенным точкам учета. Они работают в реальном времени и передают информацию по иерархическому уровню [2]. Потребитель полностью контролирует весь свой процесс энергопотребления, имеет возможность снизить свои затраты путем смены тарифной системы [3].

В состав АИИС КУЭ входят технические средства и программное обеспечение. Счетчики электрической энергии, измерительные трансформаторы тока и напряжения (ТТ и ТН), средства телекоммуникации, устройства сбора и передачи данных (УСПД), а также вычислительные средства относятся к техническим средствам АИИС КУЭ. Программным обеспечением АИИС КУЭ являются программы функционирования и конфигурирования УСПД, программное обеспечение (ПО) телекоммуникационных средств, центра сбора и обработки данных, баз данных, автоматизированных рабочих мест (АРМ) [4].

Рассмотрим эффективность внедрения АИИС КУЭ в Дальневосточном регионе. Планируется внедрить АИИС КУЭ, установить приборы учета электроэнергии с включением в автоматизированную систему по филиалу АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания» – «Хабаровские электрические сети» (АО «ДРСК» – «ХЭС»).

Объектом автоматизации будут являться трансформаторные подстанции (ТП) 6(10),04 кВ, подстанции 110/35/6 кВ и точки учета, электрически присоединенные к ним,

а также пункты учета 6 кВ. Задачей внедрения АИИС КУЭ является оснащение приборами учета и организация автоматизированного съема показаний электроэнергии на территории населенных пунктов: поселков Гайтер, Хурба, Картель, Водозабор, а также автоматизация 10 подстанций, с установкой УСПД. По имеющимся данным, потери электроэнергии в данном районе составляют до 17% от объема потребляемой энергии.

Для организации учета электроэнергии на ТП 10(6)/0,4 кВ необходимо провести следующие работы: произвести сборку шкафов учета в комплектации; выполнить монтаж: измерительных трансформаторов тока 0,4 кВ на вводных и отходящих фидерах распределительного устройства 0,4 кВ; шкафа учета на ТП 10/0,4 кВ, собрать вторичные цепи и подключить измерительный комплекс к питанию; для ТП провести проверку на качество сигнала сотовых операторов (МТС, Мегафон, Билайн) с обязательным указанием точных географических координат в системе WGS84 с помощью GPS-приемника; выполнить для всех ТП установку GSM антенн типа ANT-996 А и для улучшения качества сигнала сотовой связи установить внешние направленные антенны, например, типа DESTGSM-900 AKL-B; осуществить пуско-наладочные работы по всем приборам учета электрически присоединенных к данному объекту автоматизации (ТП 6(10)/0,4 кВ) и УСПД с целью осуществления автоматизированного опроса с АРМ; произвести настройку приборов учета для полного (100%) автоматического съема показаний по радио и PLC-каналам с УСПД и по радиоканалу; сформировать базу данных по приборам учета, электрически присоединенным к автоматизируемой ТП 10/0,4 кВ в программном продукте.

Для модернизации учета электроэнергии на частных сельских домовладениях и у юридических лиц, в первую очередь, необходимо смонтировать новый ввод самонесущим изолированным проводом (СИП) от воздушной линии (ВЛ) на опоре до ввода у абонента. Затем выполнить настройку прибора учета электрической энергии, установленного на опоре, и дистанционного дисплея, которые, как правило, поставляются единым комплектом. По окончании установки приборов учета произвести процедуру конфигурации для осуществления дистанционного опроса элементов по объекту автоматизации (на ТП 6(10)/0,4 кВ).

Работы по модернизации систем учета на ПС 110/35/10(6) кВ состоят из следующих этапов: установка и подключение счетчиков электроэнергии в соответствии с уточненным перечнем точек учета; установка разветвительной коробки интерфейсной линии связи; монтаж шкафа автоматизации. Если используются счетчики электроэнергии разных производителей (ООО «Инкотекс-СК», ОАО «ННПО имени Фрунзе», ОАО «Концерн «Энергомера»)), то необходимо разделить по отдельным интерфейсным группам. Каждая интерфейсная группа счетчиков должна быть подключена к отдельному порту RS-485 в УСПД. В конце каждой интерфейсной линии установить согласующий резистор номиналом 120 Ом; выполнить для всех подстанций установку выносных GSM антенн типа BEST GSM-900 AKL-B; проверить функционирование счетчика электроэнергии, УСПД.

Конечным результатом работы по модернизации систем учета электроэнергии является полный (сто процентный) автоматизированный сбор данных о потребленной электроэнергии со всех приборов учета, установленных:

1. На вводах и отходящих фидерах подстанций 110/35/6(10) кВ и ТП-6(10)/0,4 кВ филиала АО «ДРСК» – «ХЭС», по GSM-каналу до центра сбора и обработки данных и/или на автоматизированное рабочее место (АРМ) со специализированным программным продуктом;

2. На границе балансовой принадлежности с абонентами, электрически подключенных к ТП-6(10)/0,4 кВ, по GSM каналу до центра сбора и обработки данных

и/или на автоматизированное рабочее место (АРМ) со специализированным программным продуктом;

3. На границе балансовой принадлежности с абонентами по сети 6 кВ.

По результатам внедрения АИИС КУЭ по филиалу АО «ДРСК» – «ХЭС» можно сделать вывод, что целесообразность осуществления проекта подтверждается. Экономический эффект образуется за счёт нескольких факторов, которые проявляются поэтапно, в соответствии с этапами внедрения АИИС КУЭ.

Первый этап (установка счетчиков, ТТ, ТН) обеспечит до 3,5 % снижение потерь электрической энергии при её получении за счёт использования более точного счётчика (вместо класса «2» – класс «0,5») и замены трансформаторов тока, которые на данный момент не исправны.

Второй этап (данные счетчиков) – потребление по активной и реактивной энергии (до внедрения АИИС КУЭ - учет реактивной электрической энергии не производится) будут передаваться на компьютер диспетчера. Такие мероприятия приводят к снижению потерь электрической энергии в сетях, разница составит от 1 до 4 %.

Третий этап – это переход на зонный тариф (например, ночью электрическая энергия дешевле, чем днём в 1,5 раза и более).

В результате, общий экономический эффект от внедрения АИИС КУЭ в электрических сетях по данному примеру достигнет до 12 % от объёма потребляемой энергии.

Таким образом, внедрение АИИС КУЭ обеспечит высокую надежность и оперативность коммерческого учета электрической энергии, при круглосуточном дистанционном контроле за работоспособностью всех средств учета. Экономический эффект будет достигнут за счет получения точной и достоверной информации, доведения до минимума потерь и эксплуатационных издержек, максимального снижения затрат на ремонт оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства РФ № 1234-р: [принят 28.03.2003].
2. Иванов, А.С. Внедрение автоматизированных систем учета энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве [Текст] / А.С. Иванов // Вестник поморского университета. Серия «Естественные и точные науки». – Архангельск: ПГУ им. Ломоносова, 2006. – С. 179-182.
3. Ерёмина, М.А. Развитие автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ) [Электронный ресурс] / М.А. Ерёмина // Молодой ученый. – 2015. – №3. – С. 135-138. – URL <https://moluch.ru/archive/83/15320>
4. Дементьева, Н.А. Автоматизированная система коммерческого учета энергии [Электронный ресурс] / Н.А. Дементьева, В.И. Нейфельд // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 12. URL: <http://sibac.info/archive/technic/12.pdf>

УДК 621.548+620.91
ГРНТИ 44.37.44.39

ПЛОЩАДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Богданович П. Ф., канд. техн. наук, доцент;
Журко В. С., ассистент кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства;
Федичкина В.А., студент,
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь

Аннотация. Оценка эффективности использования земельных угодий для производства электроэнергии с помощью гидро-, ветро- и солнечных электростанций.

Ключевые слова: солнечная электростанция, гидроэлектростанция, ветровая электростанция, сельскохозяйственные угодья, возобновляемые источники энергии.

Мировой опыт использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) указывает на тенденцию дальнейшего развития. В период с 2007 года по 2017 год мощность мировой возобновляемой энергетики, основанной на использовании ВИЭ, выросла с 989 МВт до 2 тыс. ГВт. Лидерами здесь являются развитые страны Европы, Америки и Китай. В ближайшей перспективе Франция собирается постепенно отказаться от использования ископаемых энергоресурсов, что позволит ей снизить зависимость от мирового нефтяного рынка. [1] Зависимость экономики Республики Беларусь от импорта энергоносителей предопределяет объективную необходимость развития альтернативной энергетики.

Использование ВИЭ для АПК нашей республики напрямую соотносится с обеспечением энергетической и продовольственной безопасности страны т.к. для получения энергии используются определенные площади лесных угодий и сельскохозяйственных земель, динамика развития и использования которых во всем мире имеет отрицательную направленность [2]. В Беларуси за период с 1981 по 2007 г., в нашей стране площадь сельскохозяйственных земель сократилась на 522,2 тыс. га, или на 5,4%, что обусловлено рядом причин: исключением из оборота загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территорий, уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий при зарастании кустарником и мелкоколесьем небольших по площади сенокосов и пастбищ, необходимостью отвода земель под строительство гидроэлектростанций (ГЭС), атомной электростанции (АЭС), тепловых электростанций (ГРЭС, ТЭЦ) и котельных, использующих как ископаемые виды топлива, так и альтернативные, а также отводами земель на природоохранные цели. Вопрос рационального землепользования решается на государственном уровне с выбором оптимального варианта.

В этой связи важно оценить потребность в отводе земельных угодий под ГЭС, ветровые электростанции (ВЭС) и солнечные электростанции (СЭС) с учетом количества получаемой энергии.

В качестве критерия оценки предлагается использовать коэффициент $K_{\%}$, указывающий на преобразование энергии солнечного излучения E_C , поступающего на единицу площади земной поверхности (1 гектар = 10^4 м²) в течение года, в электрическую энергию E_{Π} , получаемую с одного гектара этой площади за год.

$$K_{\%} = \frac{E_{\Pi}}{E_C} \cdot 100\%.$$

Величину E_C можно принять равной $1000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ или $10^4 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$ для условий Беларуси [3].

Ландшафт республики предопределяет строительство равнинных ГЭС, которые согласно принятой классификации имеют следующие мощности: малые до 10 МВт, средние с мощностью от 10 до 30 МВт, большие с мощностью более 30 МВт а также мини-ГЭС – от 0,1 до 1,0 МВт, микро-ГЭС – не более 0,1 МВт. Необходимо рассмотреть несколько ГЭС построенных в Беларуси для получения значения $K\%$.

Гродненская ГЭС: мощность – 17 МВт; годовая выработка электроэнергии – 84,4 млн. кВт·ч; площадь водохранилища около 1940 га. Удельная годовая выработка электроэнергии $43,505 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$. Значение $K\%$ составляет 0,435%.

Витебская ГЭС – типичная равнинная низконапорная гидроэлектростанция мощностью 40 МВт, среднегодовая выработка электроэнергии которой составляет $138\cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$. Водохранилище имеет площадь 882 га. $E_{II} \approx 156,5 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$ $K\% = 1,56\%$ –высокое значение для таких объектов.

В последние десятилетия в Беларуси возрождается интерес к микро- и мини-ГЭС [4]. Новоселковская мини-ГЭС, функционирующая в Дятловском районе Гродненской области, имеет мощность 0,22 МВт. Средняя годовая выработка электроэнергии около 675,3 тысяч кВт·ч (с 2002 г. по 2010 г.), площадь водохранилища 57 га, $E_{II} = 11,85 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$. $K\% \approx 0,12\%$. В этом же регионе на р. Молчадь находится ГЭС «Гезгалы» с установленной мощностью 620 кВт. Водохранилище мини-ГЭС занимает площадь 122 га. Средняя годовая выработка электроэнергии равна $916849 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$, $E_{II} \approx 7,5 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$, $K\% \approx 0,075\%$.

Для размещения солнечных электростанций площадь является важным параметром. Например, на монтаж СЭС мощностью 10 кВт требуется площадь порядка 75 м^2 , для этого достаточно крыши дома и отвод дополнительных земельных угодий не требуется, чего нельзя сказать о более мощных электростанциях [5]. Так СЭС в Брагине (Гомельская область) мощностью 18,48 МВт занимает площадь 41 га. Ее годовая производительность по электроэнергии должна составлять не менее $20\cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$. Удельная годовая выработка электроэнергии $E_{II} \approx 488 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$. Значение $K\%$ составляет около 4,9%. В Чериковском районе Могилевской области строится крупнейшая в нашей стране СЭС мощностью 109 МВт. Планируемая годовая выработка электроэнергии составит $130\cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$. Под объект выделен участок в 220 га. Для этой станции: $E_{II} \approx 590 \text{ МВт}\cdot\text{ч}/\text{га}$; $K\% \approx 5,9\%$.

Ветроустановки занимают только 1% от всей территории ВЭС. На 99% площади ВЭС можно заниматься сельским хозяйством или другой деятельностью, что и происходит в таких густонаселённых странах, как Дания, Нидерланды, Германия [1, 6]. Фундамент ветроустановки обычно в диаметре не более 10м и находится под землёй, позволяя использовать землю практически до самого основания башни. В Новогрудском районе Гродненской области, ветровая электростанция из шести ветроустановок за год эксплуатации выработала $21,83\cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$ электроэнергии [6]. Предположив, что для всей ВЭС потребовалось отведение 1га земельных угодий, получим значение коэффициента $K\% > 200\%$.

По результатам, полученным в ходе исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Большее преимущество для использования имеют ВЭС, для которых величина $K\%$ на один-два порядка больше чем у ГЭС и СЭС.

2. Наименьшие значения $K\%$ имеют ГЭС, для постройки которых требуется в 3 - 4 раза больше средств, чем для ВЭС и СЭС. Из-за этого срок окупаемости ГЭС без учета экологических и хозяйственных потерь составляет около 20 лет. Наряду с этим ГЭС необходимы в энергосистеме страны для стабилизации мощности – они

запускаются за считанные минуты, тогда как для запуска котлов ТЭЦ требуются часы, а для АЭС – сутки и более.

3. СЭС имеют низкое значение $K_{\%}$, но наличие таких качеств как экологичность и относительно невысокая стоимость генерируемой электроэнергии делают их перспективными для использования в условиях Беларуси.

4. Для СЭС мощностью до 10 кВт отвод земли может не учитываться, так как для размещения солнечных панелей могут использоваться крыши и стены строений [7], а использование пристенного гелиоколлектора [8, 9], особенно удобно в частном жилом секторе и для производственных построек АПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свежие новости солнечная энергетика, события, факты, мнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teknoblog.ru/tag/солнечная-энергетика> — Дата доступа 16.02.2019
2. В Беларуси сокращаются площади сельскохозяйственных земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://thinktanks.by/.../v-belarusi-sokraschayutsya-ploschadi-selskohozyaystvennyh-z>. – Дата доступа: 15.02.2019
3. Богданович, П.Ф. Альтернативный гектар [Текст] / П.Ф. Богданович // Статья в сб. научных трудов УОГрГАУ «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы», том 4, ч. 3: Зоотехния / УО «ГрГАУ», Гродно, 2005. – 329 с.
4. Мини- и микро-ГЭС сократят затраты белорусов на электроэнергию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/421843.html> – Дата доступа 13.02.2019
5. Какая площадь нужна для солнечной электростанции? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rent techno.ua/blog/ploscha.html>. – Дата доступа 16.02.2019
6. «Ветра хватит на всех». Как под Новогрудком получают энергию из ветра и сколько на этом зарабатывают. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/547628.html>. – Дата доступа 11.02.2019
7. Пристенный гелиоколлектор: Патент РБ на изобретение № 21449 / ВУ 21449 С1 // 2017.10.30 / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.В. Заневский, В.К. Пестис, В.С. Журко.
8. Богданович, П.Ф. Пристенный гелиоколлектор [Текст] / П.Ф. Богданович, В.С. Журко // Актуальные вопросы энергетики в АПК: матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та. – Благовещенск, 2018. – С. 16-20.
9. Богданович, П.Ф. Исследование солнечной батареи пристенного гибридного солнечного коллектора [Текст] / П.Ф. Богданович, В.С. Журко // Актуальные вопросы энергетики в АПК: матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та., 2018. – С. 11-15.

УДК 621.311
ГРНТИ 44.29.37

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

**Бедретдинов Р.Ш., канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетики,
электрообеспечения и силовой электроники;
Фитасов А. Н., ст. преподаватель;
Ворошилов А. А., магистрант,
Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия**

Аннотация. Выполнен анализ методов и средств повышения качества электрообеспечения потребителей на основе технологий SmartGrid.

Ключевые слова: интеллектуальная электрическая сеть, качество электрообеспечения, средства регулирования, возобновляемые источники энергии.

Основным назначением электроэнергетической системы является обеспечение потребителей электрической энергией соответствующего качества в необходимом объеме. Однако отечественной электроэнергетике характерен ряд проблем (повышенный износ электрооборудования, высокий уровень потерь, низкий уровень автоматизации, ограниченные возможности управления сетевыми параметрами), которые не позволяют обеспечить электрообеспечение потребителей на достаточно высоком уровне.

На сегодняшний день определяющим вектором в развитии современной электроэнергетики является интеллектуализация электрических сетей[1]. Данный подход закреплен на государственном уровне и призван стать ключевым в вопросах повышения качества электрообеспечения [2]. Под качеством электрообеспечения понимается интегральная характеристика, включающей в себя показатели надежности, качества электрической энергии и энергоэффективности [3].

Исследования методов повышения качества электрообеспечения, позволило классифицировать их по воздействию на показатели составляющих качества [4-7]. Полученная классификация приведена на рисунке 1.

Рассмотренные методы повышения качества электрообеспечения основаны на технологиях SmartGrid [4-7]. Условно разработки в области технологий SmartGrid делятся на два уровня (табл.): энергетический и информационный. Энергетический уровень – это уровень физических устройств: энергоэффективных установок и оборудования, твердотельных регуляторов, комбинированных электрогенерирующих установок на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). К информационному уровню относятся программно-аппаратные средства системы управления, алгоритмы, протоколы взаимодействия. Энергетический и информационный уровни тесно связаны между собой.

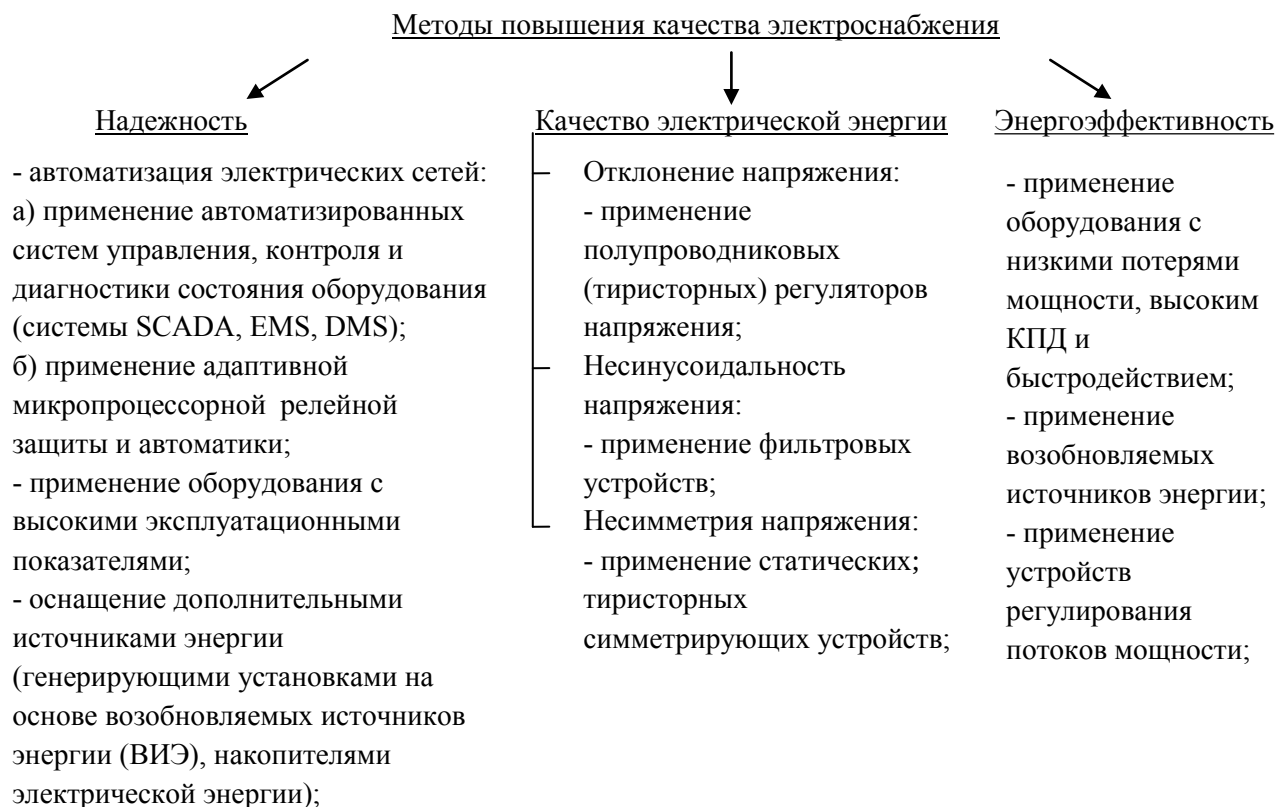


Рис. Методы повышения качества электроснабжения

Таблица

Основные направления разработок в области технологий Smart Grid для сетей 0,4-20 кВ

Технология	Описание	Уровень
D-FACTS	– энергоэффективные силовые трансформаторы; – устройства регулирования потоков мощности; – автоматизированные трансформаторные подстанции с цифровым программным управлением; – тиристорные регуляторы напряжения; – устройства продольно-поперечной компенсации;	Энергетический
Micro Grid	– накопители электрической энергии; – генерирующие установки на основе возобновляемых источников энергии; – устройства сопряжения разнородных источников энергии; – система SCADA, EMS, DMS, Web-технологии, биллинговая система	Информационный

В связи с растущим потреблением электрической энергии актуальна интеграция в существующий электроэнергетический комплекс дополнительных генерирующих мощностей на основе ВИЭ, что соответствует концепции MicroGrid. Важным вопросом при этом, является возможность регулирования параметров электрической сети (потоков мощности и уровней напряжения). Подобные технологии за рубежом получили название D-FACTS (гибкие системы передачи переменного тока для распределительных электрических сетей). Устройства на основе технологий D-FACTS позволяют реализовать следующие функции:

– изменения напряжения в точке подключения за счет генерации или потребления активной или реактивной мощности. Это позволяет повысить пропускную способность ЛЭП и снизить потери;

– оптимизации потоков мощности за счет включения в сеть управляемого источника напряжения или управляемого сопротивления.

Важным фактором технологий D-FACTS является применение активно-адаптивных устройств, позволяющих осуществлять оперативный контроль и регулирование параметров электроэнергетической системы.

Наиболее перспективным на сегодняшний день считается применение переключающих устройств на полупроводниковой элементной базе (Solid-state load tapchanger – SSLTC). В состав данных устройств входят трансформаторы 10(20)/0,4 кВ с модулем РПН (устройство регулирования напряжения под нагрузкой), где в качестве высоковольтных переключателей отпаек выступают IGBT-транзисторы или тиристоры. Примером SSLTC на основе IGBT-транзисторов является разработанный немецкими учеными трансформатор Smarttrafo [6]. Российской разработкой является устройство регулирования под нагрузкой, где в качестве переключающих устройств выступают тиристоры [5-8]. Данное устройство позволяет обеспечить как дискретное, так и плавное регулирование напряжения. Рассмотренные устройства отличаются высоким быстродействием и точностью регулирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Севостьянов, А.А. Оценка влияния источников электромагнитных помех в интеллектуальной электрической сети на качество электроснабжения потребителей / А.А.Севостьянов, Р.Ш. Бедретдинов, Д.С. Кочина // Материалы III всероссийской научно-практической конференции «Актуальные направления развития техники и технологий в России и за рубежом – реалии, возможности, перспективы». – Княгинино: НГИЭИ, 2018. – Т.1. – С. 364-367.

2. Государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики». Утв. Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 371 в ред. от 30.03.2018.

3. Лукутин, Б.В. Качество электроснабжения промышленных потребителей: учебное пособие / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, А.И. Муравлев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 89 с.

4. Куско, А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества / А.Куско, М. Томпсон. – пер. с англ. – М.: Додэка-XXI, 2010. – 336 с.

5. Sosnina, E. Power flow control device prototype tests / E. Sosnina, A. Loskutov, A. Asabin, R. Bedretdinov, E. Kryukov // IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe Integration of IT Technologies in Future Power Grids (ISGT-Asia), 2016. – P. 312-316.

6. Соснина, Е.Н. Средства регулирования напряжения в распределительных электрических сетях 6 – 20 кВ / Е.Н. Соснина, А.А. Асабин, Р.Ш. Бедретдинов [и др.] // Будущее технической науки: тез. докл. XIV Междунар. молодеж. научно – техн. конф. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2016. – С.137.

7. Соснина, Е.Н. Разработка твердотельного регулятора напряжения и мощности для сетей 6-20 кВ / Е. Н. Соснина, А.А. Асабин, Р.Ш. Бедретдинов [и др.] // Электроэнергетика глазами молодежи: материалы VII Международной научно – технической конференции: сборник статей: в 3 т. – Казань: КГЭУ, 2016. – Т.1. – С. 214-217.

8. Бедретдинов, Р.Ш. Исследование влияния тиристорного регулятора напряжения и мощности на качество электроснабжения низковольтных потребителей: дисс. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Р.Ш. Бедретдинов. – Нижний Новгород, 2016. – 178 с.

УДК 621.311
ГРНТИ 44.29.37

СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ ПОСРЕДСТВОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ

**Виноградов А.В., канд. техн. наук, вед. науч. сотр.
лаборатории электро- и энергоснабжения и электробезопасности,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
г. Москва, Россия;
Баскаева А.К., магистрант,
Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия**

Аннотация. В статье рассмотрен подход к повышению эффективности системы электроснабжения потребителей посредством совершенствования деятельности по осуществлению технологических присоединений к электрическим сетям.

Ключевые слова:порядок осуществления технологических присоединений, время осуществления технологических присоединений к электрическим сетям.

Ежегодно в адрес сетевых организаций поступают заявления на технологическое присоединение впервые вводимых в эксплуатацию энергопринимающих устройств.

Федеральным законом «Об электроэнергетике» предусмотрено, что технологическое присоединение к объектам электросетевого хозяйства энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, и носит однократный характер [1].

Процедура технологического присоединения выполняется в следующих случаях: при присоединении впервые вводимых в эксплуатацию энергопринимающих устройств; при увеличении мощности ранее присоединенных реконструируемых энергопринимающих устройств; в случаях, при которых в отношении ранее присоединенных энергопринимающих устройств изменяются категория надежности электроснабжения, точки присоединения, виды производственной деятельности, не влекущие пересмотр величины присоединенной мощности, но изменяющие схему внешнего электроснабжения таких энергопринимающих устройств [2, 3].

Наибольшее число по количеству технологических присоединений (порядка 90%) составляют потребители, использующие электроэнергию в коммунально - бытовых целях, в сельских населенных пунктах, пригороде, частном городском секторе с запрашиваемой мощностью до 15 кВт включительно.

Данная процедура состоит из следующих этапов:

1. Подача и обработка заявки на технологическое присоединение;
2. Заключение договора на технологическое присоединение, согласование технических условий;
3. Выполнение сторонами мероприятий, предусмотренных договором;
4. Фактическое присоединение энергопринимающего устройства потребителя к электрической сети сетевой организации;
5. Составление Акта о технологическом присоединении [2, 3].

Согласно указанных этапов, технологическое присоединения можно представить в следующем виде:

$$T_{\text{тп}} = t_{\text{заявка}} + t_{\text{закл. договора}} + t_{\text{вып. договора}} + t_{\text{факт. присоединение}} + t_{\text{состав. акта}} \quad (1)$$

где $t_{\text{заявка}}$ – интервал времени на подачу и обработку заявки на технологическое присоединение;

$t_{\text{закл. договора}}$ – интервал времени на заключение договора об осуществлении технологического присоединения, согласование технических условий;

$t_{\text{вып. договора}}$ – интервал времени на выполнение соответствующих мероприятий сторонами договора;

$t_{\text{факт. присоединение}}$ – интервал времени на фактическое присоединение энергопринимающего устройства потребителя к электрической сети сетевой организации;

$t_{\text{состав. акта}}$ – интервал времени на составление Акта о технологическом присоединении.

На практике, уже на 3 этапе сетевые организации не всегда соблюдают сроки осуществления технологического присоединения, что может негативно сказаться на деятельности потребителя.

Раскрыв данный интервал времени более подробно, его можно представить в следующем виде:

$$t_{\text{вып. договора}} = t_{\text{вып. договора с.о.}} + t_{\text{вып. договора заявит.}} \quad (2)$$

где $t_{\text{вып. договора с.о.}}$ – интервал времени на выполнение мероприятий, предусмотренные договором, сетевой организацией;

$t_{\text{вып. договоразаявит.}}$ – интервал времени на выполнение мероприятий, предусмотренные договором, заявителем.

Основной причиной невыполнения заявок в срок, является занятость бригад электромонтеров иными работами, например, выезд на аварийные участки линий, что соответственно приводит к отсрочке запланированного выполнения технологических присоединений. Существующая структура электросетевых компаний такова, что все бригады электромонтеров подчинены непосредственно руководству районов электрических сетей, то есть, нет специализированных бригад, занимающихся непосредственно осуществлением технологических присоединений. Значимость выполнения работ бригадами зависит от эффективности планирования, складывающейся аварийной обстановки в электрических сетях, особенно в периоды ухудшения климатических условий, а также от достаточной укомплектованности бригад, в связи с этим, руководство службы занимающейся технологическими присоединениями не может непосредственно влиять на сроки осуществления технологических присоединений.

Кроме предложений, приведённых в [4], для решения данной проблемы предлагается два варианта усовершенствования структуры электросетевых компаний.



Рис. Варианты совершенствования структуры электросетевых компаний

Данные варианты имеют как преимущества, так и недостатки, для выбора наиболее рационального требуется выполнение тщательного технико-экономического обоснования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 26.03.2003 N 35-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об электроэнергетике».
2. Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 N 861 (ред. от 30.01.2019) «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям»
3. Виноградов А.В. Время осуществления технологического присоединения к электрическим сетям как фактор эффективности систем электроснабжения /А.В. Виноградов, А.В. Виноградова, А.А. Кучинов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – №6 (73). – С. 54-60.
4. Совершенствование деятельности по энергосбережению и по осуществлению технологических присоединений филиала ОАО «Орёлэнерго»: монография / А.В. Виноградов, М.В. Бородин, Ю.А. Волченков, Ж.В. Пешехонова. – Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2015. – 196 с.

УДК 621.313.13
ГРНТИ 55.42

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Астахов В.А., магистрант,
Тюменский индустриальный университет,
г. Тюмень, Россия

Аннотация. Применение метода векторного преобразования токов фаз асинхронного электродвигателя совместно с алгоритмами нечеткой логики с целью повышения надежности электроснабжения нефтехимических предприятий.

Ключевые слова: алгоритм, диагностика, изоляция, нечеткая логика, статор.

Электродвигатели нефтехимических предприятий являются одним из главных элементов всего технологического процесса предприятия. Выход из строя одного электродвигателя приводит не только к экономическим издержкам, но и расстройству технологического процесса, а также повышает вероятность возникновения аварийной ситуации. Статистика показывает, что на отказы из-за дефектов изоляции приходится около 30-50% [1]. Остаточный ресурс изоляции асинхронного электродвигателя зависит главным образом от температуры его обмоток, в свою очередь зависящей от величины тока фаз. Поэтому для обеспечения надежного и безаварийного технологического процесса необходимо контролировать состояние изоляции. Диагностирование должно осуществляться в режиме реального времени, так как большинство электрических машин работают в продолжительном режиме, не менее 8400 часов по основному технологическому процессу, а останов оборудования осуществляются только для проведения ремонта согласно графикам ППР.

В работе Cardoso A.J.M. [2] используется метод преобразований векторов Парка для диагностики АД, получающих питание от сети. Метод преобразований векторов Парка - это метод мониторинга, идея которого заключается в двумерном представлении трехфазных токов, согласно векторным преобразованиям Парка (рис.1). В зависимости от переменных фазных токов (i_a, i_b, i_c) текущие векторные компоненты по преобразованию Парка находятся как:

$$i_d = \sqrt{\frac{2}{3}} i_a - \frac{1}{\sqrt{6}} i_b - \frac{1}{\sqrt{6}} i_c \quad (1)$$

$$i_q = \frac{1}{\sqrt{2}} i_b - \frac{1}{\sqrt{2}} i_c \quad (2)$$

где i_a, i_b, i_c – входные токовые характеристики фаз А, В, С [А].

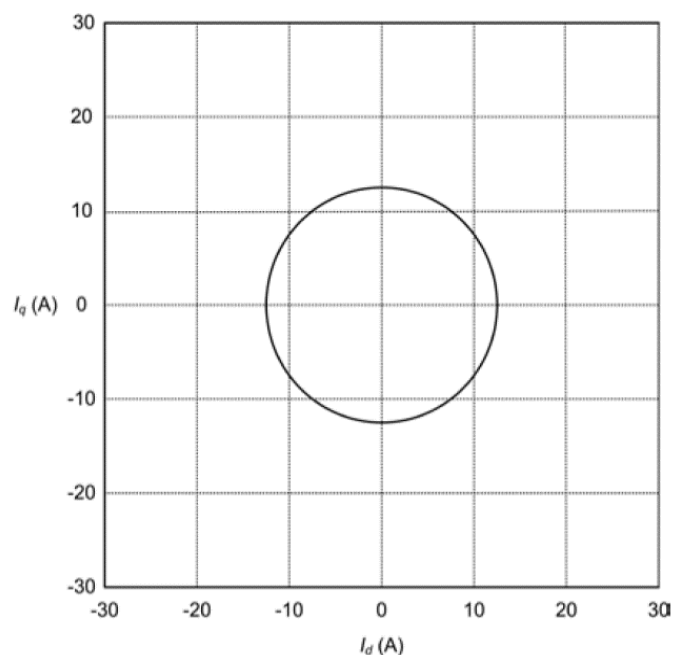


Рис. 1. Изображение характеристик исправного АД

Если изображение после преобразования выглядит как идеальный круг, с незначительными отклонениями, то АД может считаться исправным. Но если картина после преобразований приобретает эллиптический характер, это служит основанием о наличии неисправности.

Экспериментальные исследования подтверждают целесообразность данного метода в качестве онлайн диагностики остаточного ресурса изоляции. Следует отметить, что диагностика актуальна для низковольтных электродвигателей 380 В и 660 В мощностью от 5 до 75 кВт, так как оборудование обладает малой стоимостью и, как следствие, не располагает множеством устройств диагностирования неисправностей.

В процессе исследования процессов, происходящих в обмотках, разработана база состояний электродвигателя, которая представлена на рис.2.

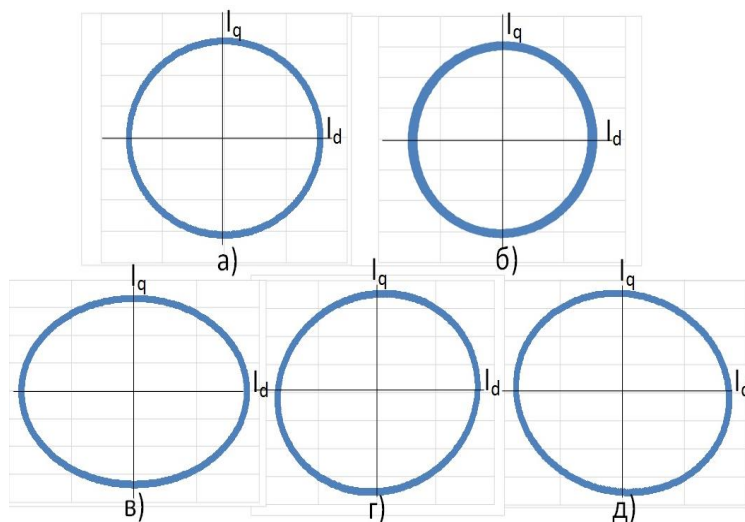


Рис. 2. Примеры векторных преобразований: а) нормальная работа АД; б) износа подшипникового узла; в) межвитковое замыкание в фазе А; г) межвитковое замыкание в фазе В; д) межвитковое замыкание в фазе С

Для дальнейшего диагностирования полученных векторных преобразований необходимо использовать аппарат нечеткой логики. Обучение модели на основе нечеткой логики существенно легче, чем при использовании других видов искусственного интеллекта. Разработанная модель является эффективной для технологических процессов с непрогнозируемыми событиями [3]. Суть поставленной задачи состоит в оценке вероятности отказа при эксплуатации по заданным параметрам: ток фаз статора, площадь векторного преобразования [4]. В общем виде структура разработанной модели оценки вероятности отказа электродвигателя представлена на рисунке 3.

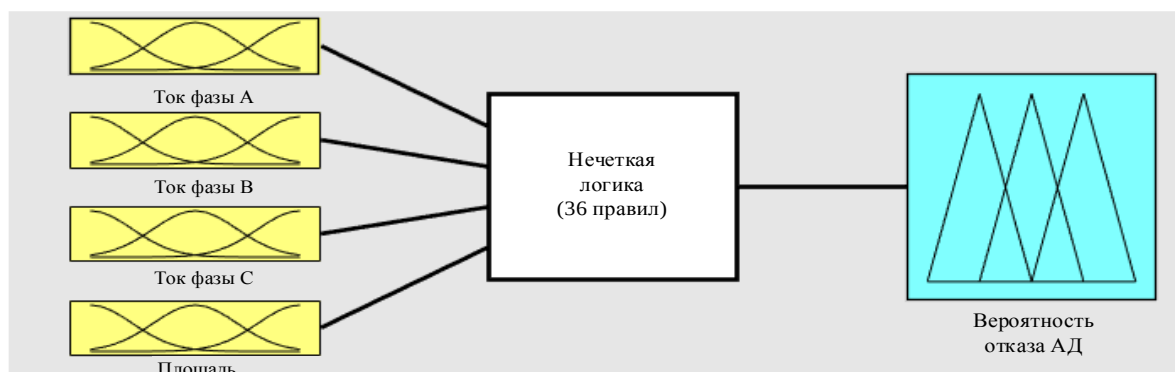


Рис. 3. Структура разработанной модели оценки отказа АД

В качестве терм-множества для первых трех входных лингвистических переменных используем термы $T_1=T_2=T_3=\{\text{«низкий»}, \text{«умеренный»}, \text{«высокий»}\}$, символическом виде $\{\text{«L»}, \text{«M»}, \text{«H»}\}$. Для последней входной переменной используем множество $T_4=\{\text{«нормальная»}, \text{«умеренная»}, \text{«большая»}\}$, которое в символической форме записи имеет вид $\{\text{«N»}, \text{«M»}, \text{«B»}\}$. Для выходной лингвистической переменной используем множество $T_5=\{\text{«0»}, \text{«0,1»}, \text{«0,2»}, \text{«0,3»}, \text{«0,4»}, \text{«0,5»}, \text{«0,6»}, \text{«0,7»}, \text{«0,8»}, \text{«0,9»}, \text{«1»}\}$.

Так для входных данных токов фаз ($T_1=T_2=T_3$) множество «низкий» принимает значения от 0 до $0,9 \cdot I_n$; множество «умеренный» - значения от $0,8 \cdot I_n$ до $1,1 \cdot I_n$; а множество «высокий» - от $1,1 \cdot I_n$. Для площади, вычисляемой после векторного преобразования (T_4) множества принимают значения: $7 \cdot 10^4 - 9,18 \cdot 10^4$ о.е.; $8,87 \cdot 10^4 - 9,94 \cdot 10^4$ о.е.; от $9,7 \cdot 10^4$ о.е. соответственно. Функции разработаны в программной среде MATLAB пакет FuzzyLogicToolbox [5] (рис. 4).

Система правил включает в себя 36 правил. Рассмотрены 2 случая, параметры указаны на рисунке 5. Величина выходной переменной «Вероятность отказа» в первом случае составляет 0,68 о.е., а во втором 0,187 о.е. Можно сделать вывод об адекватности полученной модели.

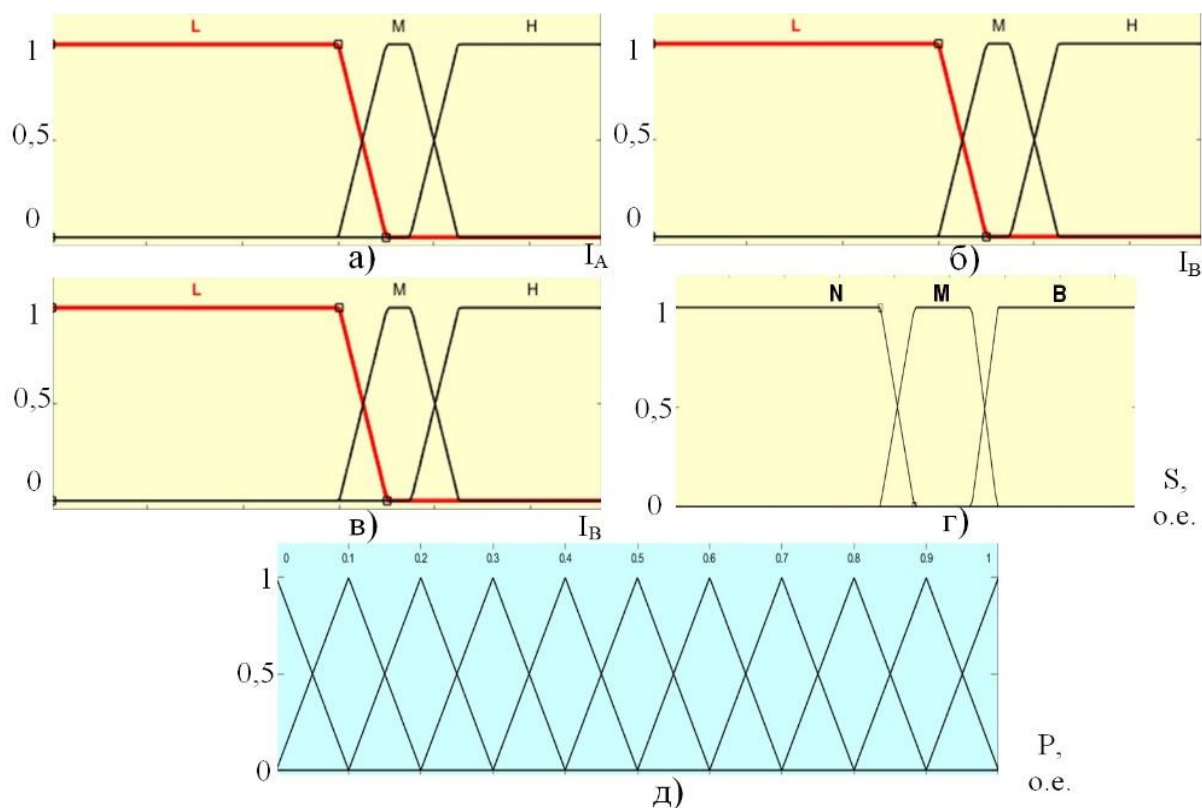


Рис. 4. Функции принадлежности входных и выходной переменных: а) переменная «Ток фазы А»; б) переменная «Ток фазы В»; в) переменная «Ток фазы С»; г) переменная «Площадь»; д) переменная «Вероятность отказа»

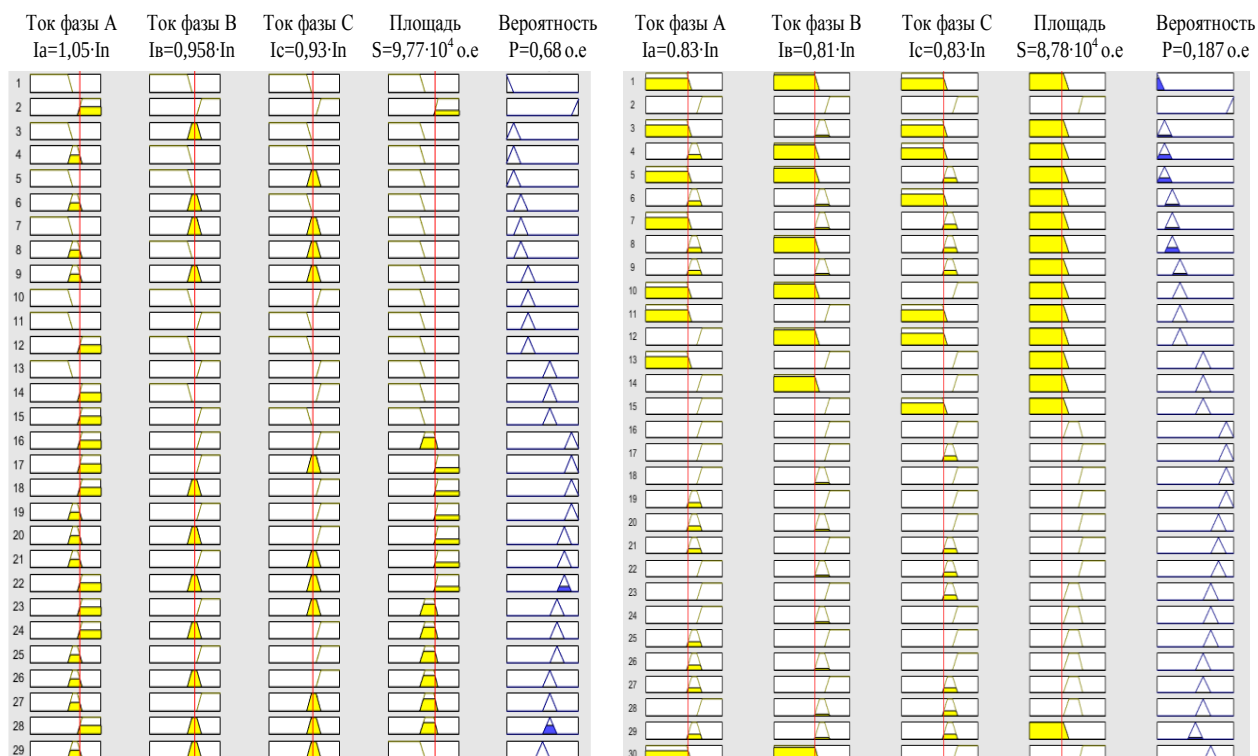


Рис. 5. Обзор систем правил после процесса нечеткого вывода

Таким образом, разработанная диагностическая система производит оценку остаточного ресурса изоляции АД, что позволяет корректировать план ремонтных мероприятий для ремонтного цеха предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сурков, Д.В. Электромагнитные способы определения эксцентриситета и несимметрии короткозамкнутой клетки ротора асинхронных двигателей: дисс.... на канд. техн. наук/ Д.В. Сурков; Оренбург, 2008. – 127 с.
2. Cardoso, A.J.M. Computer-aided detection of airgap eccentricity in operating three-phase induction motors by Park's vector approach / A.J.M. Cardoso // IEEE Transactions on Industry Applications. – 1993. – Vol. 29, No. 5. – pp. 897-901.
3. Схиртладзе, А.Г. Надежность и диагностика технологических систем / А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов. – Москва: Новое знание, 2008. – 518 с.
4. Круглов, В.В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети / В.В.Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Физмат лит, 2001. – 221 с.
5. Sivanandam, S.N. Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB / S.N. Sivanandam, S. Sumathi, S.N. Deepa. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – 430 p.

УДК 62-83

ГРНТИ 75.31.23; 45.41

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРИВОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**Артюшевская Е.Ю., ассистент кафедры энергетики,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия**

Аннотация. Статья посвящена вопросу применения частотно-регулируемого привода с целью повышения надежности теплоснабжения. Рассмотрены основные проблемы реализации данного мероприятия. Проведен анализ преимуществ использования частотно-регулируемого привода на насосах.

Ключевые слова: частотно-регулируемый привод, надежность, теплоснабжение, тепловая энергия, потребитель, тепловые сети, тепловой пункт.

Российское централизованное теплоснабжение является самым масштабным в мире. Централизованное теплоснабжение – это снабжение потребителей тепловой энергией от источников тепла посредством общей тепловой сети. На сегодняшний день система теплоснабжения России включает в себя около 50 тыс. локальных систем теплоснабжения, которые обслуживаются 17 тыс. предприятий теплоснабжения. Надежное теплоснабжение – это важная задача, которая определяется как социально, так и экономически значимая. В холодные времена года жители России нуждаются в теплоснабжении, от его качества зависит жизнедеятельность всей страны. Улучшение качества и надежности теплоснабжения потребителей приоритетная миссия.

Актуальность исследования заключается в изучении рационального использования энергоресурсов с помощью систем автоматического управления.

Одним из способов повышения надежности теплоснабжения, а также уменьшения экономических затрат является применение автоматизированных систем подкачки воды с использованием частотно-регулируемых преобразователей (ЧРП). При реализации

данного метода достигаются две важные задачи: снижение расходов тепла, электроэнергии и воды; повышение надежности теплоснабжения, за счет снижения количества аварий, как у потребителей, так и на тепловых сетях.

Потребители в течение суток производят разбор воды неравномерно: в ночные часы потребление практически отсутствует, в то время как утром и вечером наблюдается максимальное потребление. Насосы работают с одинаковой мощностью на протяжении суток, тем самым в период минимального водоразбора напор резко увеличивается, а в пиковые часы падает.

Во время пуска насоса, не оснащенного частотно-регулируемым приводом, гидравлический удар неизбежен, он может повредить разводящие сети, внутренние сантехнические системы в присоединенных зданиях. Существует еще одна проблема, связанная с невозможностью регулирования производительности насосного оборудования - нерациональный расход энергетических ресурсов.

Основные причины, по которым данное мероприятие не нашло реализации в России в массовом масштабе, следующие: низкая заработная плата сотрудников жилищно-коммунального хозяйства послужила причиной, что эксплуатация систем теплоснабжения сводится только к поддержанию их жизнедеятельности, и вторая причина, недостаточное финансирование, средств хватает только на осуществление ремонтных работ, на покупку топлива и электроэнергии. Соответственно оптимизация режимов теплоснабжения не реализуется ввиду нехватки финансирования.

На современном этапе наиболее эффективным способом внедрения данного мероприятия в массовое применение является распространение информации в качестве рекламы.

Установка частотно-регулируемых приводов позволяет обеспечить минимально необходимые напоры в системе, а также плавный пуск насосов, в свою очередь продлевает срок службы без аварий тепловых пунктов и тепловых сетей.

Установка ЧРП является эффективным энергосберегающим мероприятием. Данное мероприятие позволяет не только экономить энергоресурсы, но также снизить неблагоприятные выбросы в атмосферу и повысить надежность системы теплоснабжения. Потребителям также выгодна установка ЧРП в тепловых пунктах, поскольку данное мероприятие ведет к уменьшению тарифа на тепловую энергию.

Предварительное обследование насосного оборудования и гидравлических режимов работы дает возможность получения максимального эффекта от мероприятия. По результатам обследования выполняется проект на установку ЧРП и предлагаются мероприятия по замене насосов и запорной арматуры, что в совокупности повышает эффективность реконструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сеннова, Е.В. Развитие теплоснабжения: современные проблемы и пути их решения / Е.В. Сеннова, В.В. Мирошниченко // Энергетик. – 1999. – №12. – С.10-12.
2. Анализ эффективности выработки тепловой энергии за счет применения регулируемого привода питательных насосов / О.О. Усик, Н.О. Железняк, А.А. Акопян, В.А. Губанов // Вестник науки и образования. – 2019. – №1-2 (55).
3. Волков, Д.В. К вопросу о применении асинхронного частотно-регулируемого привода / Д.В. Волков, Ю.П. Сташинов // ГИАБ. – 2005. – №11.
4. Свистунов, В.А. Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемого электропривода / В.А. Свистунов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. – №12-2.
5. Применение термогидравлического распределителя в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения / В.В. Сенников, А.А. Генварев, А.М. Смирнов, А.С. Магницкий, Ю.В. Яворовский // Вестник ИГЭУ. – 2012. – №5.
6. Варварский, В.С. Новые направления работ в области теплоснабжения В.С. Варварский, Я.А. Ковылянский // Энергетик. – 1994. – № 11. – С. 6-8.

УДК 620.9
ГРНТИ 44.09.37

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОДА ДИЗЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Абдулина Е.Р., аспирант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
г. Иркутск, Россия

Аннотация. В статье представлены ключевые проблемы перевода действующих ДЭС на альтернативные, более доступные, дешевые виды топлива: природный газ и сырую нефть.

Ключевые слова: дизельная электростанция, дизельное топливо, нефть, природный газ, альтернативные виды топлива

В удаленных изолированных районах Крайнего Севера в качестве источника электроснабжения используют дизельные электростанции (далее по тексту - ДЭС). Используемое на ДЭС дизельное топливо является дорогостоящим нефтепродуктом, а также сложность его доставки в труднодоступные районы, приводят к необходимости перевода действующих ДЭС на альтернативные виды топлива.

После освоения северных месторождений углеводородов в районах Крайнего Севера сырая нефть и природный газ стали более доступны, чем дизельное топливо. Перевод на сырую нефть или природный газ действующих ДЭС сделает возможным не только значительное снижение затрат на производство электроэнергии, но и сократит расход используемого топлива. Но перевод ДЭС на любой вид другого топлива требует её модернизации, строительства недостающих коммуникаций, хранилищ.

При переводе на природный газ инвестиции будут состоять из затрат на проектно-изыскательские работы, стоимости оборудования и его доставки до места установки, пуско-наладочные работы, строительство распределительных газопроводов.

Требуемое оборудование для модернизации определяется проектом и может в себя включать как основное, так и дополнительное оборудование.

Транспортировка природного газа по газопроводам влечет его потери [1], которые должны учитываться при определении перспективного расхода топлива.

Принципиально технология сжигания газа не отличается от технологии сжигания дизельного топлива. Поэтому структура затрат, кроме топливной составляющей, серьёзно не изменится после модернизации. Затраты на оплату труда и условно-постоянные затраты останутся как при сжигании дизельного топлива.

Перевод ДЭС на использование природного газа сохраняет срок службы компонентов установки и график проведения технического обслуживания и капитального ремонта в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

Не смотря на преимущества природного газа перед дизельным топливом [2]: отсутствие вредного воздействия на окружающую среду; высокая удельная теплота сгорания; легкость воспламенения; минимальные затраты на добычу, транспортировку и подготовку газа к сжиганию; полное сгорание без золы и шлака, можно выделить возникающие трудности перевода существующей ДЭС на другое топливо.

Ключевые проблемы перевода ДЭС на природный газ:

– требуется переподготовка кадров, работающих на действующей ДЭС;

- необходимость одновременного использования двух видов топлива дизельного (запального) и природного газа (расход дизельного топлива около 10-15%), высокая степень пожароопасности топлива;

- возможна небольшая потеря мощности;

- необходимы значительные инвестиции для создания газовой инфраструктуры;

- затраты на смазочное масло увеличивают затраты на эксплуатацию.

Плюсы перевода действующих ДЭС на природный газ:

- снижение затрат на топливо;

- улучшение экологических показателей (сокращение выбросов в среднем на 20%), сокращение платы за загрязнение окружающей среды;

- увеличение срока службы оборудования, сокращение издержек на обслуживание и ремонт оборудования.

При переводе действующей ДЭС на сырую нефть затраты аналогичным образом будут состоять из затрат на проектно-изыскательские работы, стоимости оборудования и его доставки до модернизируемой ДЭС, пуско-наладочные работы, затрат на реконструкцию системы топливных трубопроводов.

Так как сырая нефть является неочищенным нефтепродуктом и представляет собой смесь нефти, воды, твердых загрязнений и растворенных газов [3], необходимо производить её очистку. Если же требуется нефть с показателями, которые отличаются от используемой сырой нефти, то в таком случае потребуются дополнительное оборудование системы очистки сырой нефти непосредственно перед использованием. Также потребуются оборудование поддержания требуемой температуры и давления в заданных параметрах, трубопроводы. Дополнительно потребуются модернизация существующего оборудования машинного зала ДЭС: монтаж системы контроля загазованности, реконструкция системы вентиляции и системы пожарной сигнализации.

При модернизации ДЭС с переводом с дизельного топлива на сырую нефть, необходимо предусматривать хранение сырой нефти в резервуарах с водяными подогревателями для нагрева нефти до необходимой вязкости.

Принципиально технология сжигания нефти не отличается от технологии сжигания дизельного топлива. Поэтому структура затрат, кроме топливной составляющей, серьёзно не изменится. Увеличатся затраты на обслуживание основного оборудования, насосного оборудования, топливного хозяйства. Для учёта этого необходимо заложить рост на 10% Фонда оплаты труда с и рост на 10% условно-постоянных затрат.

При переводе ДЭС на использование нефти возрастут расходы топлива на собственные нужды (подогрев нефти), также возможны потери небольшого количества нефти при транспортировке и распределении, что в свою очередь должно учитываться при определении перспективного расхода топлива.

Ключевые проблемы перевода ДЭС на сырую нефть:

- ограниченные размеры зданий ДЭС приведут к необходимости установки дополнительного оборудования вне здания, что влечет снижение надежности всего энергокомплекса;

- двухступенчатая система подогрева нефти приведет к увеличению собственных нужд станции до 5-8%;

- газовая коррозия металлов, образование нагара в топках и отложения кокса на форсунках приведут к увеличению затрат на эксплуатацию и ремонт;

- выбросы вредных веществ;

- высокая степень пожароопасности топлива;

- увеличение условно-постоянных затрат и Фонда оплаты труда до 10%.

Единственным плюсом перевода ДЭС на сырую нефть является снижение затрат на топливо.

Технически более простым из предложенных вариантов перевода ДЭС на альтернативные виды топлива является перевод на природный газ. В этом варианте требуется меньше инвестиций; не требуется дополнительная очистка топлива и дополнительные затраты топлива на собственные нужды; сокращаются издержки на эксплуатацию и ремонт оборудования ДЭС, также использование этого вида топлива ведет к улучшению экологических показателей по сравнению с дизельным топливом и сырой нефтью.

Вариант перевода ДЭС на сырую нефть более сложный в техническом плане, требует дополнительного оборудования и качества используемого топлива, что влечет за собой значительные инвестиции на модернизацию и затраты на дальнейшую эксплуатацию ДЭС.

Окончательный выбор оптимального варианта осуществляется методом оценки эффективности перевода существующих ДЭС на альтернативные виды топлива, основанную на разнице денежных потоков базового и альтернативного вариантов. Для оценки эффективности перевода существующих ДЭС на альтернативные виды топлива используются принятые в Российской Федерации № ВК 477 от 21.06.1999 «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по энергетической статистике. Франция: Международное энергетическое агентство, Организация экономического сотрудничества и развития при содействии Статистического бюро Европейских сообществ (Евростат), 2007. –68 с.
2. Основы современной энергетики [Электронный ресурс] // Корпоративный университет «ЕвроСибЭнерго». URL: <https://university.ie.corp/> (26.11.2018)
3. Нефть [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8C> (14.12.2018)

УДК 636.087.8+636.4

ГРНТИ 68.39.15;68.39.35

ФЕРМЕНТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ

Давыдова М.Н., студент

**Орловский государственный аграрный университет,
г. Орел, Россия**

Аннотация. Ферментные комплексы – препараты, повышающие переваримость кормов в рационах свиней. Полноценность рациона можно обеспечить введением в него биологически активных веществ и ферментов.

Ключевые слова: ферменты, корма, свиньи, рацион, препараты.

Достаточно широко в составе комбикормов и рационов для поросят в последние годы стали использоваться препараты гидролитических ферментов, повышающие переваримость кормов и увеличивающие тем самым их КПД [3, 6].

Тенденция развития промышленности ферментных препаратов направлена на разработку узкоспецифичных комплексов, обеспечивающих расщепление отдельных групп биополимеров в конкретных кормах. Часто комплексы объединяются в композиции и начинают представлять собой мощное средство-дополнение к слаборазвитой пищеварительной системе животных [1, 2, 4].

Ранее бытовало мнение, что использование ферментов у молодняка раннего возраста тормозит развитие собственной ферментной системы организма и после прекращения употребления экзоферментного препарата фиксируется эффект понижения переваримости. Однако более чем двадцатилетняя практика разработки и использования подобного класса препаратов показала, что это не совсем так.

В практике животноводства последних лет стали использовать препараты, содержащие ферменты, не синтезируемые в организме животных. К ним относятся ферменты, расщепляющие: некрахмальные полисахариды — глюканы, ксиланы, гемицеллюлозы; нерастворимые белки; фитиновые соединения фосфора и некоторые другие вещества. Именно поэтому никаких декомпенсаторных последствий после прекращения скармливания эти препараты в организме не вызывают. Оказалось, что расщепление ранее полностью непереваримых полисахаридов способствует не только повышению энергетической ценности корма, но и обеспечило тем самым повышение доступности собственных ферментов организма к субстратам кормов. Это приводит к повышению переваримости протеина, жира, крахмала и других веществ рациона собственными ферментами [5, 6].

Объем производства и цены на ферменты позволяют использовать эти препараты весь период выращивания свиней, что существенно сказывается на энергии роста и не приводит к колебаниям собственной секреции ферментов желудочно-кишечным трактом.

Ранняя стимуляция повышенной переваримости компонентов рациона заставляет организм быстро приспосабливаться к повышению объема всасывания продуктов расщепления. Достоверно установлено, что у поросят, которым скармливали ферментные препараты, начиная с первых порций комбикорма-престартера быстро дифференцируются клетки ворсинок, ускоряется формирование крипт в зоне всасывания тощей кишки. Такая физиология развития животных обеспечивает быстрое физиологическое созревание всасывающей поверхности тонких кишок. В результате достоверно увеличивается поступление нутриентов в кровь и, как следствие всех этих процессов, ускоряется рост животных, повышается эффективность использования корма. Характеристики наиболее распространенных ферментных комплексов для свиней представлены в таблице.

Таблица

Основные характеристики ферментных комплексов, используемых в свиноводстве

Наименование	Изготовитель	Норма ввода в комбикорма	Сфера применения и эффект
1	2	3	4
Гриндазим ГП-5000	Дания	500	Для пшенично-ячменных рационов с большим содержанием подсолнечного жмыха. Увеличивает уровень обменной энергии в комбикорме на 8%.
Порзим 8100	Дания	1000	Для поросят и свиней в рационах на основе ячменя. Увеличивает обменную энергию рациона на 8%.
Ровабио Эксель АП	Франция	50,0	Применяется в рационах поросят, содержащих до 70% пшеницы и ячменя, до 40% ржи и овса. Повышает обменную энергию пшеницы на 4%, ячменя, овса, ржи на 7%. Повышает доступность аминокислот.

Продолжение таблицы

1	2	3	4
МЭК-СХ-2	Россия	500,0-1000,0	Применяется в ячменных и ячменно-пшеничных рационах. Допускает содержание нелущенного ячменя 60% для свиней, до 48% для поросят. Снижает затраты кормов на единицу продукции в свиноводстве на 8-10%.
Кемзайм HF	Бельгия	500,0-1000,0	Повышает калорийность корма на 5-8%, доступность аминокислот на 5%. Применяется преимущественно в кормах с высоким содержанием клетчатки, позволяет вводить 20-25% подсолнечного шрота и жмыха.
Хостаим Х	Нидерланды	500,0	Повышает обменную энергию корма для свиней на 3-4%, доступность протеина на 5-8%
Роксаим G-2	Швейцария	100,0-200,0	Применяется в комбикормах при включении 20-70% пшеницы, 50% ячменя, ржи и овса до 20%, шротов и жмыхов до 30%. Повышает уровень обменной энергии в комбикорме на 6-8%.
Ронозим	Швейцария	250,0-400,0	Применяется для улучшения переваривания растительных белковых компонентов, содержащих гемицеллюлозу (соевый шрот, горох, подсолнечный и рапсовый шрот с вводом до 30% в комбикорм)

Таким образом, результатом применения ферментов в качестве кормовых добавок является повышение усвояемости и степени конверсии кормов, повышение пищевой и энергетической ценности корма, улучшение физиологического состояния животных, уменьшение вязкости химуса, ускорение роста животных, удешевление кормовых рационов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абилов, Б.Т. Эффективность комбинированного использования БВМД при откорме помесных свиней / Б.Т. Абилов, В.В. Семенов, И.А. Сергеев // Зоотехния. – 2008. – № 8. – С. 18-19.
2. Абрамова, Н.В. Эффективность применения пробиотика «Проваген» в технологии выращивания поросят / Н.В. Абрамова, С.В. Мошкина, И.В. Червонова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (105). – С. 201-204.
3. Герасименко, М.А. Ферментные препараты в кормлении свиней / М.А. Герасименко // Зоотехния. – 1989. – № 3. – С. 41-42.
4. Мошкина, С.В. Особенности продуктивных и воспроизводительных качеств свиней при различных условиях их кормления / С.В. Мошкина // Эффективное животноводство. – 2018. – № 8 (147). – С. 31-33.
5. Кононенко С.И. Эффективность использования ферментных препаратов в комбикормах для свиней / С.И. Кононенко // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2009. – № 1. – С. 86-91.
6. Сиянов О.О., Характеристика ферментных комплексов целлюлозолитического действия / Сиянов О.О., Мошкина С.В. // Материалы регионального семинара-конференции: Фермерское животноводство и птицеводство. – Орел, 2017. – С. 102-106.

УДК 621.316
ГРНТИ 44.29.37

АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЙ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В КОЛЬЦЕВОЙ СЕТИ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

Фомина М.А., магистрант;
Беликов Р.П., канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения,
Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия

Аннотация. Проведен анализ работы выключателей, оборудованных устройствами автоматического включения резерва и автоматического повторного включения, при коротких замыканиях в условно-замкнутой кольцевой сети.

Ключевые слова: контроль, выключатель, АВР, АПВ.

Наиболее распространенными способами повышения надёжности функционирования систем электроснабжения потребителей служат автоматическое повторное включение (АПВ) и сетевое автоматическое включение резерва (АВР).

Контроль функционирования выключателей, оборудованных устройствами АПВ[1,2] и АВР имеет специфические особенности [3]. Прежде всего, это то, что они находятся, как правило, на значительном удалении от подстанций, к которым нередко затруднены подъезды, особенно в зимнее время. Контроль их функционирования производится редко. Кроме того, отказ срабатывания АПВ секционирующего выключателя или выключателя сетевого АВР при исчезновении основного питания, приводит к обесточиванию участка линии, от которого питается малое количество потребителей. Оставшееся без напряжения сравнительно небольшое число потребителей (хотя среди них могут быть и ответственные) уменьшает вероятность своевременного поступления информации обслуживающему персоналу. Все это увеличивает время поступления информации о работе выключателей в условно-замкнутой кольцевой сети, которое может быть достаточно продолжительным, до нескольких часов. Данное обстоятельство ещё больше обостряет необходимость дистанционного автоматического получения информации о результатах работы выключателей.

В литературе, практически, отсутствуют, как способы контроля результатов выключателей, так и признаки, по которым можно осуществлять такой контроль. В связи с этим возникает задача анализа изменения параметров электрической линии, содержащей устройства АПВ и АВР [4].

Рассмотрим работу выключателей с помощью схемы представленной на рисунке 1, где показаны ИП1 и ИП2 (основной и резервный источники питания, соответственно). В линиях W1 и W2 указаны выключатели отходящих линий Q1 и Q4, секционирующие выключатели Q2 и Q5 и пункт АВР с выключателем Q3. Выключатели Q1, Q2, Q4 и Q5 оборудованы устройствами АПВ однократного действия. Кроме того, все выключатели имеют токовые защиты, настроенные селективно, а выключатели Q2 и Q5 оснащены еще и устройствами делительной автоматики (ДА).

Проанализируем варианты работы выключателей в условно-замкнутой кольцевой сети в контролируемых точках в различных ситуациях [5], наиболее характерными из которых являются:

- короткое замыкание (КЗ) в точке К1;
- КЗ в точке К2.

В случае КЗ в точке К1 соответственно возможны следующие варианты работы выключателей в условно-замкнутой кольцевой сети:

- отключение выключателя Q2 токовой защитой;
- успешное АПВ выключателя Q2 при неустойчивом КЗ;
- неуспешное АПВ выключателя Q2 (с последующим отключением) на устойчивое КЗ;
- отказ АПВ выключателя Q2 после отключения его токовой защитой;
- отказ отключения при повторном включении выключателя Q2 на устойчивое КЗ;
- успешное включение АВР выключателя Q3 при устойчивом КЗ;
- неуспешное включение АВР выключателя Q3 (с последующим отключением) на устойчивое КЗ;
- отказ срабатывания АВР выключателя Q3;
- запрет включения АПВ и АВР соответственно выключателей Q2 и Q3 на КЗ, при условии наличия устройств осуществления запрета;
- включение выключателя сетевого АВР на КЗ и его неотключение.

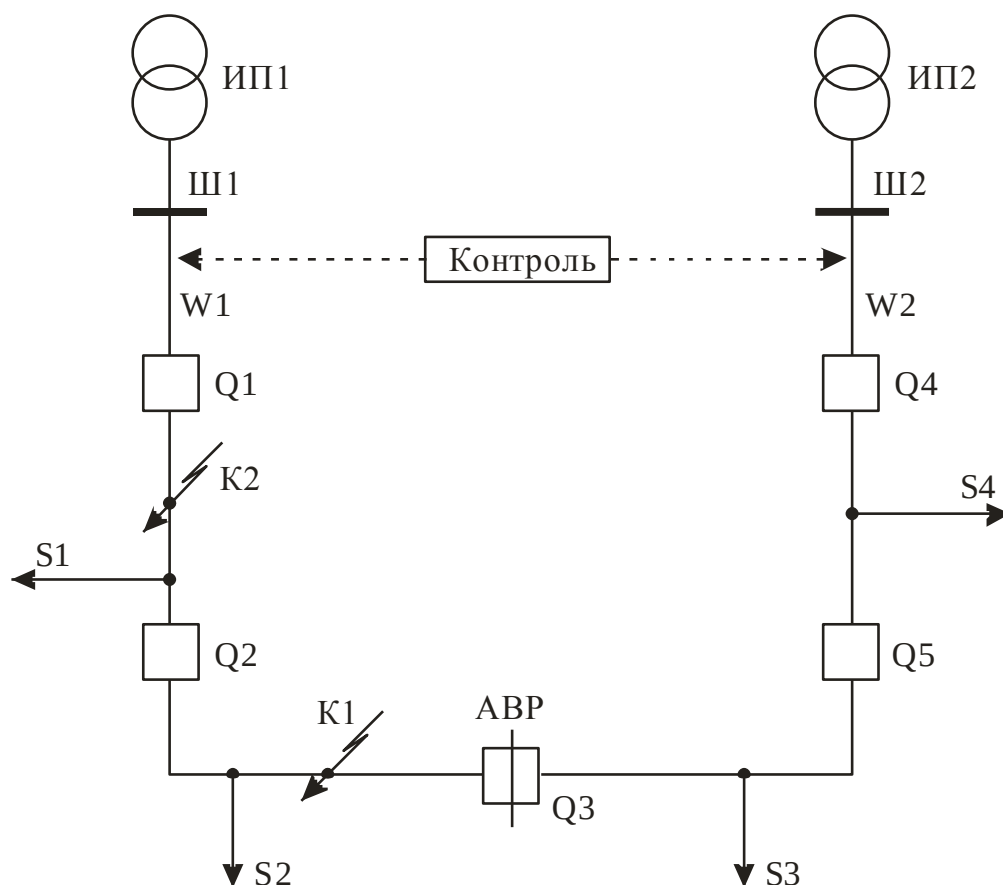


Рис. 1. К рассмотрению вариантов работы выключателей

В случае КЗ в точке К2 соответственно возможны следующие варианты работы выключателей в ЛЭП W1:

- успешное АПВ выключателя Q1 при неустойчивом КЗ;
- неуспешное АПВ выключателя Q1 (с последующим отключением) на устойчивое КЗ;
- отказ АПВ выключателя Q1 после отключения его токовой защитой;
- отказ отключения при повторном включении выключателя Q1 на устойчивое КЗ;

- успешное включение АВР выключателя Q3 при устойчивом КЗ;
- неуспешное включение АВР выключателя Q3 (с последующим отключением) на устойчивое КЗ при отказе отключения выключателя Q2 устройствами ДА;
- отказ срабатывания АВР выключателя Q3 [6];
- запрет включения АВР выключателя Q3 на устойчивое КЗ, при условии наличия устройств осуществления запрета, при отказе отключения выключателя Q2 устройствами ДА;
- включение выключателя сетевого АВР на КЗ и его неотключение, при отказе отключения выключателя Q2 устройствами ДА.

Информацию о действиях выключателя можно отразить на первом этапе в начале питающей линии [7]. Далее, она может быть при необходимости передана автоматически или обслуживающим персоналом на более высокий иерархический уровень, например, на районный диспетчерский пункт и значительно сократить недоотпуск электроэнергии потребителям за счет оперативных действий обслуживающего персонала на основании полученной информации о срабатывании или несрабатывании выключателя на КЗ и анализа работы выключателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суров, Л.Д. Контроль успешного автоматического повторного включения секционирующих выключателей в линии кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 22, № 1. – С. 23-25.
2. Суров, Л.Д. Контроль неуспешного автоматического повторного включения секционирующего выключателя / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 46-48.
3. Суров, Л.Д. Контроль срабатывания выключателя сетевого пункта АВР на короткие замыкания в кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин, В.Ф. Шумарин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 3. – С. 18-20.
4. Суров, Л.Д. Контроль изменений состояния головного выключателя в линии кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 29, № 2. – С. 112-117.
5. Суров, Л.Д. Структурная схема контроля отказа автоматического повторного включения секционирующего выключателя в линии кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин, Р.В. Лебедев. // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2009. – № 2. – С. 70-73.
6. Суров, Л.Д. Схема контроля отказа отключения выключателя сетевого пункта автоматического включения резерва в кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2008. – № 4. – С. 18-19.
7. Кузнецов, Ю.А. Дистанционный контроль автоматического повторного включения секционирующих выключателей / Ю.А. Кузнецов, Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 7. – С. 29-33.

УДК 621.316

ГРНТИ 44.29.37

СПОСОБ КОНТРОЛЯ ОТКЛЮЧЕНИЯ СЕКЦИОНИРУЮЩЕГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ПРИ ОТКАЗЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ПУНКТА АВР В КОЛЬЦЕВОЙ СЕТИ

**Фомин И.Н., ст. преподаватель,
Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия**

Аннотация. В статье рассматривается способ контроля отключения секционирующего выключателя при отказе отключения выключателя пункта АВР в кольцевой сети.

Ключевые слова: контроль, выключатель, АВР.

Надежность электроснабжения потребителей может быть повышена совершенствованием системы идентификации аварийных режимов в электрических распределительных сетях [1]. Так при отсутствии информации об изменении их состояния в случае отключения часть потребителей за ними может оставаться без питания длительное время. Этот недостаток может иметь более серьезные последствия при установке их в секционированных линиях кольцевой сети совместно с устройствами сетевого АВР, т.к. известные устройства и средства АВР обладают также существенным недостатком, а именно команда на АВР вырабатывается только на основе одного признака – отсутствия напряжения в резервируемой линии. Если напряжение исчезло на резервируемом участке линии кольцевой сети из-за появления устойчивого короткого замыкания (к.з.), то в данном случае также последует команда на включение резервного питания на неустранившееся к.з. И возможна ситуация когда после включения АВР произойдет его отказ отключения на устойчивое к.з и последующее отключение максималнотокковой защитой секционирующего выключателя резервной линии. При отсутствии контроля над действиями выключателей в этом случае создаются неблагоприятные условия вплоть до выхода из строя оборудования и возникновения опасных ситуаций для жизни людей. При этом реальная информация оперативному персоналу поступит о случившемся только после выезда оперативно-выездной бригады и спустя длительное время [2]. Для получения своевременной информации и принятия на основе полученной информации оперативным персоналом необходимых решений был разработан способ контроля.

Согласно способа контролируется появление первого броска тока к.з. в начале каждой линии условно-замкнутой кольцевой сети, а с момента его возникновения в одной из двух секционированных линий отсчитывают время, равное времени выдержки срабатывания сетевого пункта АВР плюс время срабатывания защиты его выключателя. Одновременно контролируют появление 2-го броска тока к.з. в начале другой (резервной) линии кольцевой сети. При его появлении начинают отсчет времени срабатывания защиты контролируемого секционирующего выключателя. И если момент окончания отсчета времени срабатывания защиты контролируемого секционирующего выключателя совпадает с моментом отключения броска тока к.з. в начале резервной линии кольцевой сети, то устанавливают факт отключения контролируемого

секционирующего выключателя при отказе отключения выключателя пункта АВР в кольцевой сети [3].

На основании способа контроля разработана структурная схема, изображенная на рисунке 1.

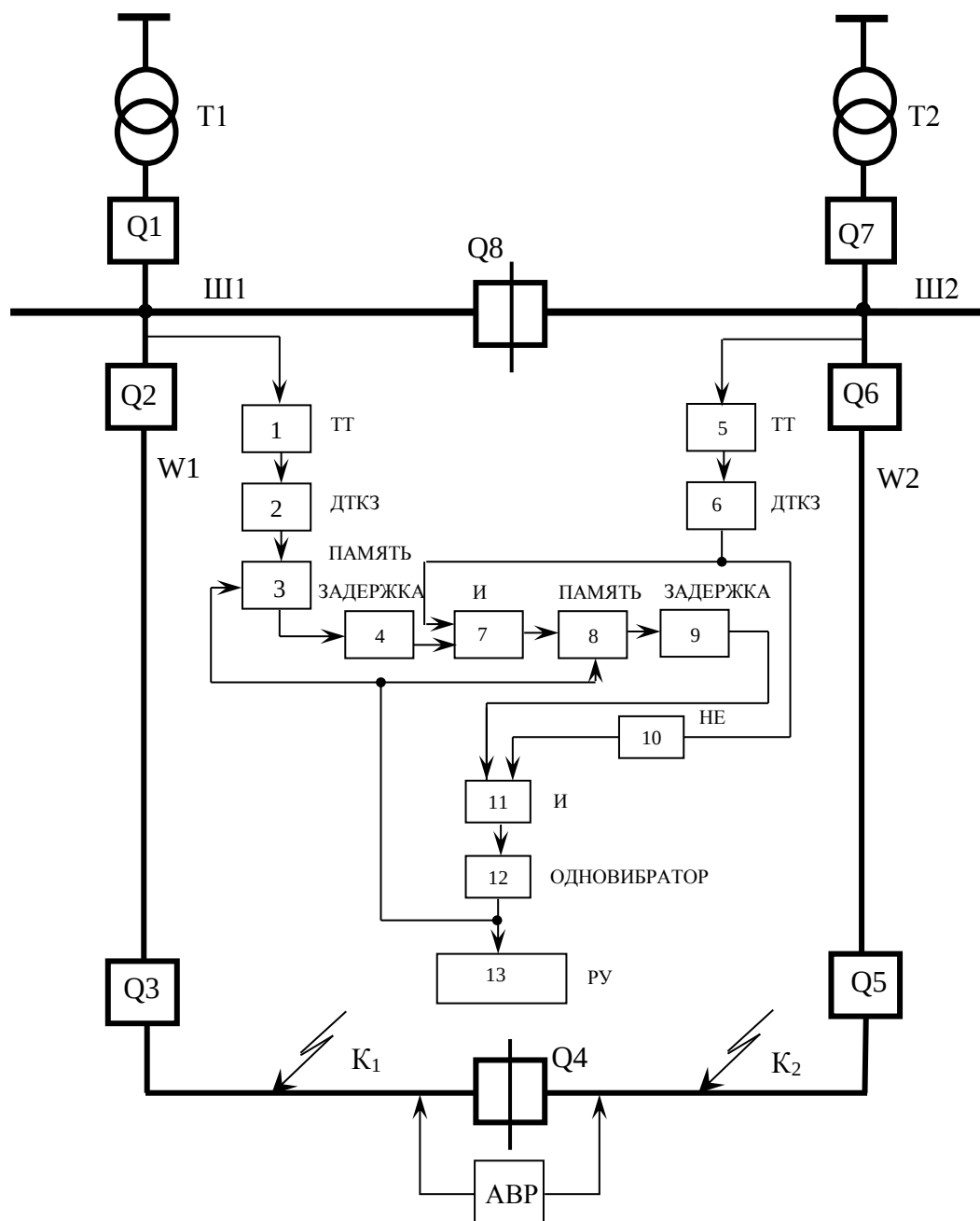


Рис. 1. Схема контроля отказа отключения выключателя сетевого пункта АВР условно-замкнутой кольцевой сети: Q1 и Q7 – выключатели на низкой стороне трансформаторов Т1 и Т2; Q2 и Q6 – головные выключатели линий W1 и W2; Q3 и Q5 – секционирующие выключатели линий W1 и W2; Q4 – секционный выключатель с сетевого пункта АВР; Q8 – секционный выключатель шин Ш1 и Ш2; K1-K2 – точки к.з.

Состоит схема контроля из трансформаторов тока (ТТ) 1 и 5, датчиков тока короткого замыкания (ДТКЗ) 2 и 6, элементов ПАМЯТЬ 3 и 8, ЗАДЕРЖКА 4 и 9, И 7 и 11, НЕ 10, ОДНОВИБРАТОРА 12, регистрирующего устройства (РУ) 13.

При работе сети по нормальной схеме на выходах ТТ 1 и ТТ 5 будут сигналы, но их значения недостаточны для срабатывания ДТКЗ 2 и ДТКЗ 6. Схема находится в режиме контроля.

Возникновение к.з. в точке К1 приведет к появлению тока к.з. в линии W 1 и сигнала на выходе ТТ 1, необходимого для срабатывания ДТКЗ 2. Сигнал на выходе элемента 2 «запоминает» ПАМЯТЬ 3 и он поступает на вход ЗАДЕРЖКА 4, с выхода которого появится через время, равное суммарному времени выдержки срабатывания сетевого пункта АВР и времени срабатывания защиты его выключателя. Далее он поступит на 1-й вход И 7. По истечении выдержки времени пункта АВР его выключатель Q4 сработает (рис. 1), при этом включится на устойчивое к.з. Поэтому после включения должно произойти его отключение через время срабатывания его защиты. Однако это может не произойти по причине какой-либо неисправности пункта АВР и ток к.з. должен будет отключить секционирующий выключатель. В этом случае на выходе ТТ 5 появится сигнал достаточный для срабатывания ДТКЗ 6. ДТКЗ 6 сработает и на его сигнал поступит на второй вход И 7 и на вход НЕ 10. Одновременное присутствие двух входных сигналов на элементе И 7 с ЗАДЕРЖКА 4 и ДТКЗ 6 приведет к поступлению его выходного сигнала на вход ПАМЯТЬ 8.

Выходной сигнал «запоминает» ПАМЯТЬ 8 и поступает на вход ЗАДЕРЖКА 9, с выхода которого он появится по истечении времени, равного времени срабатывания защиты секционирующего выключателя Q5 и поступит на 1-ый вход И 11. В случае если в этот момент под. воздействием максимальнотокковой защиты секционирующий выключатель Q5 отключит ток к.з., то с ДТКЗ 6 пропадет выходной сигнал. При выходном сигнале с НЕ 10 появится и поступит на вход И 11. Присутствие двух входных сигналов на входе И 11 приводит к его срабатыванию и его выходной сигнал, поступит на вход ОДНОВИБРАТОРА 12. ОДНОВИБРАТОР 12 выдаст однократный импульс, который поступит на вход РУ 13 и "сбросит" ПАМЯТЬ 3 и 8. Схема снова возвратится в состояние ожидания. А в РУ 13 будет информация о том, что случилось отключение секционирующего выключателя при отказе отключения выключателя пункта АВР, включившегося на устойчивое к.з. в кольцевой сети.

При появлении устойчивого к.з. в точке К2 (рис. 1) и отказе отключения выключателя Q 4 пункта АВР способ контроля отключения секционирующего выключателя Q 5 осуществляется аналогично, а контроль ведут в начале линии W 2. В случае оборудования секционирующих выключателей Q 3 и Q 5 линий кольцевой сети устройствами автоматического повторного включения необходимо ввести запрет на их повторное включение [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суров, Л.Д. Контроль успешного автоматического повторного включения секционирующих выключателей в линии кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 22, № 1. – С. 23-25.
2. Суров, Л.Д. Контроль срабатывания выключателя сетевого пункта АВР на короткие замыкания в кольцевой сети / Л.Д. Суров, И.Н. Фомин, В.Ф. Шумарин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 3. – С. 18-20.
3. Пат. 2371826 РФ, МПК H02J 13/00. Способ контроля отключения секционирующего выключателя при отказе отключения выключателя пункта автоматического включения резерва, включившегося на устойчивое короткое замыкание в кольцевой сети / Суров Л.Д., Фомин И.Н., Греков В.В.; патентообладатель ФГОУ ВПО Орловский государственный аграрный университет. – №2008138127/09; заявл. 24.09.2008; опубл. 27.10.2009, Бюл. №30. – 6 с.

4. Кузнецов Ю.А. Дистанционный контроль автоматического повторного включения секционирующих выключателей / Ю.А. Кузнецов, Л.Д. Суров, И.Н. Фомин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 7. – С. 29-33.

УДК 636.084
ГРНТИ 68.39.15

ПОЛНОЦЕННОЕ КОРМЛЕНИЕ – ЗАЛОГ ЗДОРОВОГО СОСТОЯНИЯ И ВЫСОКИХ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ ЖИВОТНЫХ

**Скребнева К.С., студент,
Орловский государственный аграрный университет
Россия, г. Орел**

Аннотация. Кормление – производственный процесс в животноводстве, предусматривающий рациональное использование кормовых средств для получения животноводческой продукции.

Ключевые слова: кормление, продуктивность, переваримость, корма.

В связи с импортозамещением, которое затронуло все российское сельское хозяйство, являющееся гарантом продовольственной безопасности нашей страны, в настоящее время наблюдается интенсивное развитие отечественного животноводства. Одной из основных задач эффективного животноводства является получение максимальной продуктивности.

В связи с этим происходит повышение роли полноценного кормления, обеспечивающегося получением продукции высокого качества за счёт снижения затрат на корма [1, 2, 3].

Организация правильного кормления сельскохозяйственных животных основывается на суточной потребности животных в питательных и минеральных веществах, витаминах и биологической ценности кормов. Питательность кормов определяется комплексной оценкой всех показателей норм кормления. Любой корм состоит из сухого вещества и воды. Для полноценного кормления сельскохозяйственных животных в пищу необходимы: белки, жиры, углеводы и протеины.

В настоящее время при комплексной оценке питательности кормов для крупного рогатого скота учитывают более 30 показателей, для свиней – более 40. В кормах определяют энергетическую питательность (в энергетических кормовых единицах и обменной энергии), содержание азотистых соединений (сырой протеин) и их переваримость (переваримый протеин, «байпасный» протеин), содержание жироподобных веществ (сырой жир), структурных углеводов (сырая клетчатка, нейтрально-детергентная клетчатка, кислотно-детергентная клетчатка), легкодоступных углеводов (крахмал, сахар), минеральных веществ (макро- и микроэлементы) и витаминов. Также, определяют содержание отдельных фракций протеина, его расщепляемость или растворимость, что крайне необходимо для жвачных животных, уровень незаменимых и критических аминокислот, а также их соотношение [5, 7].

Большие резервы увеличения производства продуктов животноводства таятся в повышении коэффициента полезного действия потребляемых животными кормов.

Многие питательные вещества в кормах находятся в труднодоступной форме. С этой целью широко используются ферментные препараты, которые наиболее эффективны в рационах молодняка. Добавление их в рацион животных и птицы позволяет увеличить среднесуточные привесы при снижении расхода кормов [4, 6].

Применение минерально-витаминных добавок позволяет не только увеличить продуктивность животных, но и снизить заболеваемость, улучшить товарный вид и пищевую ценность, получаемой продукции.

Необходимо отметить, что погрешности в кормлении могут привести к развитию ряда заболеваний, которые, в свою очередь, отрицательно повлияют на резистентность животных и их устойчивость к неблагоприятным факторам. Наиболее распространенными в молочном скотоводстве являются ацидоз и алкалоз.

Ацидоз – смещение кислотно-щелочного баланса организма в сторону увеличения кислотности (уменьшению pH). Основными причинами ацидоза является неправильно сбалансированный баланс рациона, в котором преобладает высокий уровень быстро усваиваемых углеводов (сахара и крахмал), в эту группу входит ячмень и другие зерновые культуры, свекла, концентраты, незрелая кукуруза (зерно и початки), картофель, яблоки, силос; недостаток кормов, содержащих грубые волокна; слишком измельченный корм; чересчур влажный корм; скармливание перекисленных кормов: силоса, кислого жома, барды; быстрый перевод коров с рационов сухостойных животных на рационы раздоя с включением значительного количества концентратов.

Алкалоз – нарушение кислотно-щелочного равновесия, при котором pH крови удерживается в пределах нормальных величин (7,35—7,45) и отмечаются лишь сдвиги в буферных системах и физиологических регуляторных механизмах. Алкалоз рубца возникает при применении завышенных доз азотсодержащих добавок (мочевина) или неправильном их применении, при скармливании большого количества бобовых трав, загнивших остатков корма со дна кормушек, длительном отсутствии в рационах, животных поваренной соли. Развитие данного заболевания приводит к смещению в организме животных кислотно-щелочного равновесия.

При ацидозе и алкалозе у животных нарушается процесс переваривания и усвоения кормов, что отражается на удоях и качестве молока, следовательно, приводит к преждевременной выбраковке [8].

Таким образом, сбалансированное полноценное кормление животных является одним из основополагающих факторов сохранения благосостояния животных и получения продукции высокого качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кердяшов, Н.Н. Кормление животных [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.Н. Кердяшов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – www.rucont.ru – 26.11.2014. – Режим доступа: <http://80.76.178.135/MarcWeb/Tmp/f21387.pdf>
2. Макарец, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Н.Г. Макарец. – Калуга : Ноосфера, 2012. – www.rucont.ru – 12.11.2013. – Режим доступа: <http://80.76.178.135/MarcWeb/Tmp/f22759.pdf>
3. Мошкина, С.В экологически чистой продукции / С.В. Мошкина, И.А. Козлов, А.И. Лунин [и др.] / Молодые ученые - возрождению АПК. – Брянск, 2006. – С. 149-151.
4. Абрамкова, Н.В. Эффективность применения пробиотика «Проваген» в технологии выращивания поросят / Н.В. Абрамкова, С.В. Мошкина, И.В. Червонова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (105). – С. 201-204.
5. Рядчиков, В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс]: учебник / В.Г. Рядчиков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 640 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64337>.

6. Сиянов, О.О. Характеристика ферментных комплексов целлюлозолитического действия / О.О. Сиянов, С.В. Мошкина // Материалы регионального семинара-конференции: Фермерское животноводство и птицеводство. – Орел, 2017. – С. 102-106.

7. Хазиахметов, Ф.С. Рациональное кормление животных [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ф.С. Хазиахметов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 364 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93711>

8. Правильное кормление – залог здоровья животных / С.В. Мошкина, Т.Ю. Колганова, М.Н. Васюхина, А.Е. Шманева / Материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых: Современный агропромышленный комплекс глазами молодых исследователей. – Орел, 2012. – С. 123-125.

УДК 621.315

ГРНТИ 44.29.37

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Газизов А.Х., инженер электротехнической лаборатории;

Комбарова Е.А., магистрант;

Чернов К.В., ведущий инженер электротехнической лаборатории,

Уфимский государственный нефтяной технический университет,

Республика Башкортостан, г. Салават

Аннотация. Описан практический подход определения состояния высоковольтной изоляции при испытании во время разряда диэлектрика (DD), испытании ступенчатым напряжениям (SV).

Ключевые слова: изоляция высоковольтного электрооборудования, индекс поляризации, испытание во время разряда диэлектрика (DD), испытание ступенчатым напряжениям (SV).

Для принятия решения о продлении срока эксплуатации электрических машин, допускается и значит, необходимо выработать соответствующие критерии на основе применения всех доступных методов испытаний и измерений. Эти методы позволяют получить ряд дополнительных, относительно, контролируемых переменных. Эти переменные потенциально наделены диагностическими ценностями, позволяющими выявлять в корпусной изоляции обмоток опасные дефекты и повреждения, влекущие за собой внезапные отказы обмоток. К числу этих переменных можно отнести такие характеристики изоляции как: сопротивление изоляции, DAR (коэффициент диэлектрической абсорбции), PI (индекс поляризации), испытание во время разряда диэлектрика (испытание тока повторного поглощения) (DD), испытание ступенчатым напряжениям (SV), испытание при линейном изменении напряжения.

Целью проделанной работы было практическое изучение отмеченных выше характеристик изоляции и выявление определенных диагностических маркеров, указывающих на тот или иной вид неисправности изоляции высоковольтного электрооборудования. Создание универсальных маркеров задача сложная и требующая серьезных теоретических изысканий, поэтому в своей работе мы исходили из предпосылки: выявление маркеров для каждой единицы электрооборудования, даст необходимый материал для обобщения результатов, применительно и видам электрооборудования. При этом наиболее

оправданным считали обращение, к результатам предыдущих измерений единицы электрооборудования, чем к массиву измерений сходных по характеристикам типов электрооборудования. Также исходным стало, предположение, что на практике целесообразнее исходить из того что каждая единица электрооборудования обладает своим набором изоляционных свойств и значит, скажем коэффициенты абсорбции и поляризации могут быть индивидуальными в каждом конкретном случае. Общность этих характеристик возможна только на однотипном электрооборудовании, при наличии определенных поправок. Время затухания емкостных, абсорбционных токов может варьировать в более широком диапазоне, чем это обычно представляется.

На основе полученных маркеров, стало возможным формирование диагностической карты конкретной единицы электрооборудования и по изменениям маркеров определять текущее состояние и соответственно принимать решение о том или другом виде дополнительных измерений или испытаний. Диагностическая карта, составленная на основе индивидуальных маркеров, позволяет отследить процесс формирования дефектов изоляции и отчасти прогнозировать динамику их развития. Маркеры выявлялись при варьировании параметрами измерений, доступных прибору МИТ 525, компании МЕГТЕР. В частности, особенностью прибора МИТ 525, является возможность варьирования временными промежутками и величиной испытательного напряжения, во всех видах измерений. Сами по себе коэффициент диэлектрической абсорбции и индекс поляризации, испытание во время разряда диэлектрика (DD), испытание ступенчатым напряжением (SV) тоже, являются диагностическими признаками, но больший интерес представляют кривые насыщения диэлектрика в процессе измерения перечисленных параметров и в частности анализ этих кривых в совокупности. Приведем примеры наиболее типичных кривых DAR, PI, DD, PI, SV. для однородной (рис.1, 2, 5) и многослойной изоляции (рис. 3, 4).

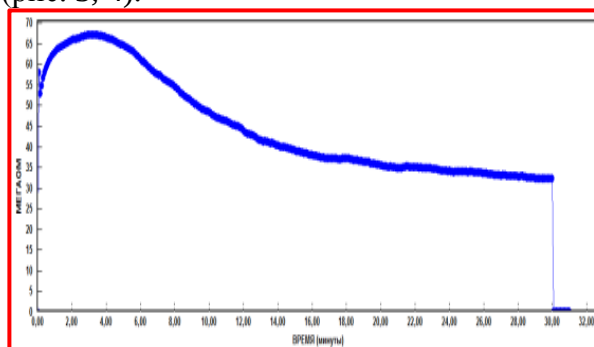


Рис. 1. Кривая DD для сырой однородной бумажной изоляции

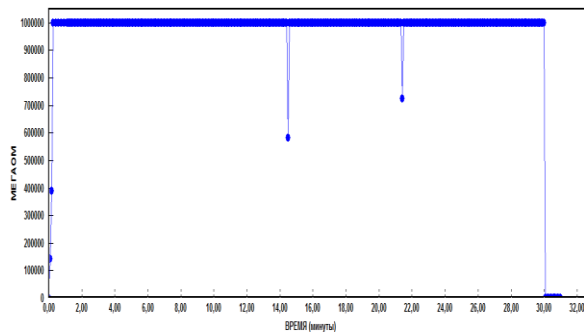


Рис. 2. Кривая DD для сухой однородной бумажной изоляции

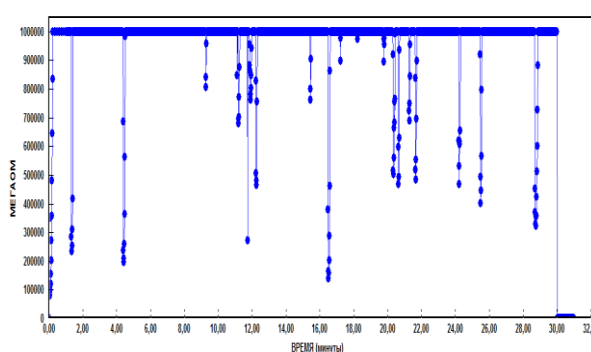


Рис. 3. Кривая DD для образца кабеля с ПВХ изоляцией

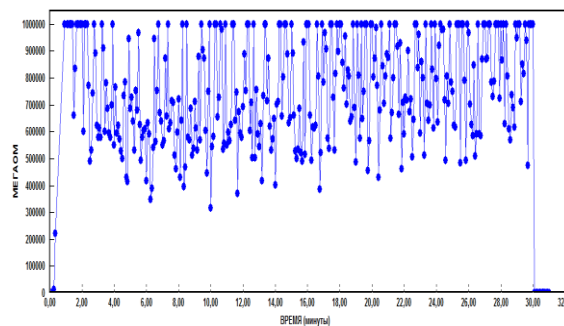


Рис. 4. Кривая DD для кабеля с резиновой изоляцией

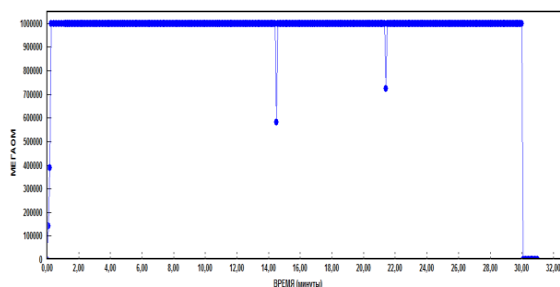


Рис. 5. Кривая DD для сухой однородной бумажной изоляции

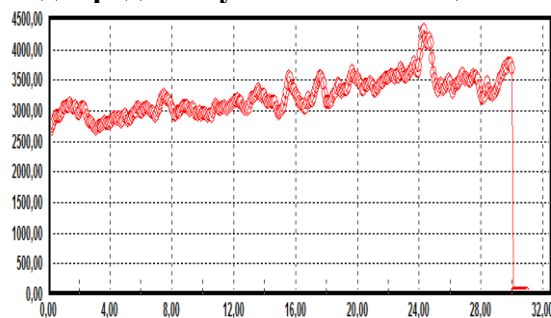


Рис. 6. Кривые DD сухого реактора (неоднородная изоляция)

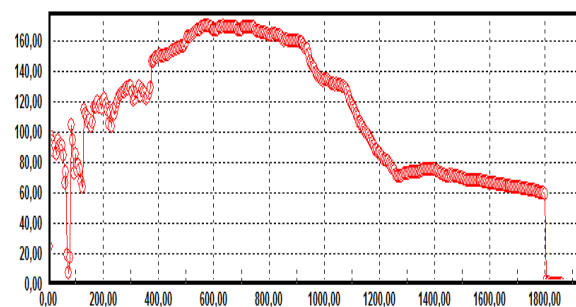


Рис. 7. Кривые DD для трансформатора с сырой изоляцией

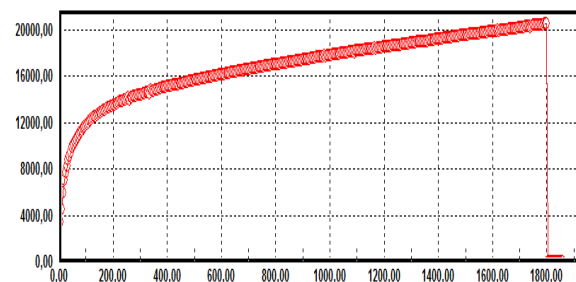


Рис. 8. Кривая DD для трансформатора с сухой изоляцией

Сопоставление кривых позволяет сделать следующие выводы:

- определенному типу электрооборудования соответствует определенная кривая насыщения;
- каждой единице электрооборудования соответствует своя кривая насыщения, что позволяет создать диагностическую карту этой единицы и определять текущее состояние изоляции (рис. 1-9);
- возможна визуальная методика сопоставления кривых насыщения по отклонениям от последних измерений.

Кроме того, что измерение дополнительных диагностических параметров, позволяет выявить индивидуальные маркеры параметров изоляции, можно обозначить маркеры указывающие на определенные неисправности однотипного электрооборудования. Рассмотрим это подробнее на примере диагностики изоляционных свойств электродвигателей напряжением 6 кВ.

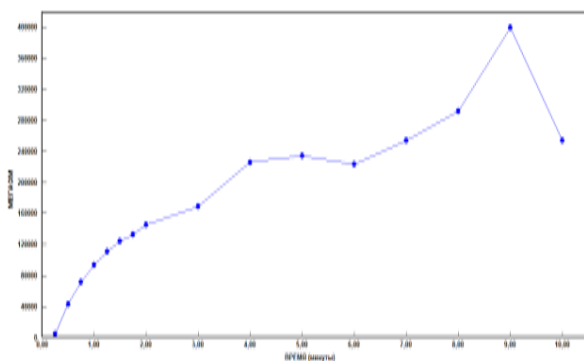


Рис. 9. Кривая PI для ЭД с пробоем изоляции

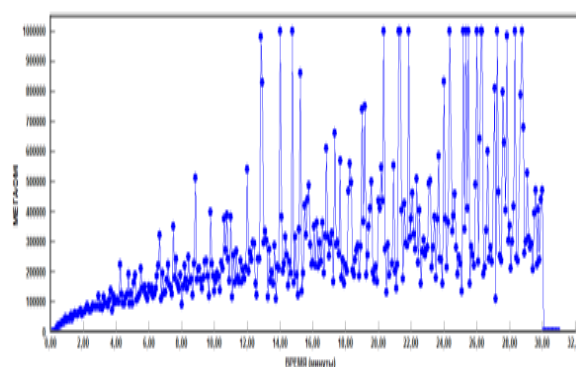


Рис. 10. Кривые DD для ЭД с пробоем изоляции

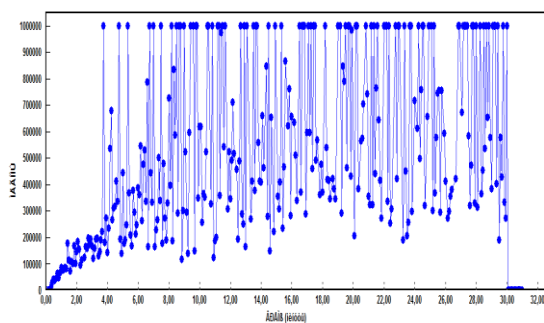
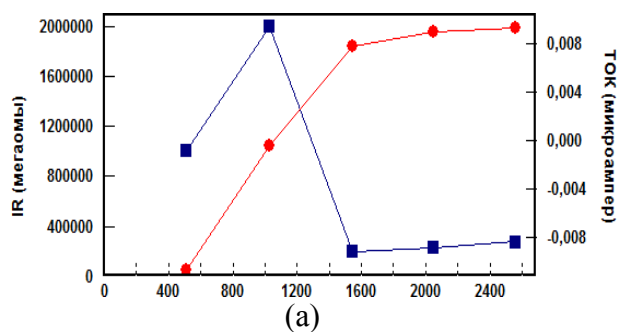


Рис. 11. Кривые DD для ЭД с хорошей изоляцией



(б)

Рис. 12. Кривые SV для ЭД с новой (а) и изношенной (б) изоляцией

Предварительный анализ позволяет определить следующие соответствия кривых насыщения состоянию изоляции определенного электродвигателя:

- идентичность кривых насыщения двигателей с большим сроком эксплуатации;
- кривые DD для ЭД с сохранившейся многослойностью изоляции имеют характерную динамику скачков значения сопротивления изоляции, начиная с 3-4 минуты (рис. 11);
- кривые DD для ЭД с большим сроком эксплуатации имеют характерную динамику скачков значения сопротивления изоляции, начиная с 15 минуты (рис. 10);
- кривая поляризации ЭД со старой изоляцией имеет тенденцию к резкому снижению значения сопротивления изоляции ко времени окончания процесса поляризации (≤ 500 сек) (рис. 9);
- кривые SV по форме и соответствиям значений токов, значениям сопротивлений изоляции позволяют судить о свойствах изоляции (рис. 12).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пиотровский, Л.М. Испытание электрических машин / Л.М. Пиотровский, С.Б. Васютинский, Е.Д. Несговорова. – М., Л.: Госэнергоиздат 1970. – 288 с.
2. СТО 34.01-23.1-001-2017, Объем и нормы испытания.
3. Бернштейн, Л.М. Изоляция электрических машин общепромышленного применения. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Энергия, 1977.
4. Помогаев, Ю.М. Диагностика изоляции электрооборудования / Ю.М. Помогаев, И.И. Картавец, И.В. Лакомов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48) – С. 98-104.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ И АПК

Материалы
всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(Благовещенск, 27 февраля 2019 г.)

Статьи публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка С.В. Ковалёвой

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 27.03.2019 г.

Формат 60×90/16. Уч.-изд.л. – 7,1. Усл.-п.л. – 9,8.

Тираж 50 экз. Заказ 72.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
издательства Дальневосточного государственного аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86