

Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова
Научно-образовательный центр «Инженер»

2-я Международная
научно-техническая конференция

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

сборник научных статей

24 марта 2023 года

ТОМ 1

Курск – 2023

УДК 621.31
ББК 31.2
Э45 СХА-06

Председатель оргкомитета:
Серебровский Владимир Исаевич, д.т.н., профессор, Курская ГСХА

Заместитель Председателя оргкомитета:
Агеев Евгений Викторович, д.т.н., профессор,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск.

Члены организационного комитета:
Сафронов Руслан Игоревич, к.т.н., доцент, Курская ГСХА
Калуцкий Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент, Курская ГСХА
Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент, Курская СХА
Ответственный секретарь – Серникова Ольга Сергеевна, ст.лаборант

Электроэнергетика сегодня и завтра: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции (24 марта 2023 года), в 2-х томах, Том 1. - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2023. - 401 с.

ISBN 978-5-907710-59-7

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных молодых ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области электроэнергетики и сельского хозяйства.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР, специалистов в области агроинженерии, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-907710-59-7

УДК 631
ББК 4

© Курская государственная
сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова, 2023
© Авторы статей, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Abolhassan A., Krivova L.V.</i> THE MODERN DESIGN OF THE ELECTRICAL SUBSTATION USING GIS DESIGN	9
<i>Абросимов И.П.</i> О ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	12
<i>Абросимов И.П.</i> О ПРОБЛЕМАХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	15
<i>Аветисян Т.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	18
<i>Аветисян Т.В.</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	21
<i>Агеев Д.В., Воронов А.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ	24
<i>Агеев Д.В., Воронов А.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ РАБОТЫ	27
<i>Агеева Е.В., Поданов В.О., Хорьякова Н.М., Пикалов С.В., Новиков Е.П., Сабельников Б.Н., Королев М.С.</i> РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОДИСПЕРГИРОВАНИЕМ СПЛАВА ЖС6У В КЕРОСИНЕ	30
<i>Аксенов Д.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ-20 В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ: СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	35
<i>Антипина О.Н.</i> УДОБСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛИС В СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ	39
<i>Антипина О.Н.</i> РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЕЕ КОМПЕНСАЦИИ.	42
<i>Антипина О.Н.</i> РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	45
<i>Артемьев П.Л., Осипов А.П.</i> ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ	48
<i>Бабков А.П., Белоусов Н.И., Маяков А.С.</i> МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЯГОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПЕРЕВОЗКЕ ГРУБЫХ КОРМОВ.....	52
<i>Башикирев А.П., Цыганов М.В., Чаплыгина И.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	57
<i>Башикирев А.П., Цыганов М.В., Чаплыгина И.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	59
<i>Башикирев А.П., Трошин А.Ю., Чаплыгина И.А.</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТЕРНЕВЫХ СЕЯЛОК	62
<i>Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Горлов А.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НУЛЕВОГО ПРОВОДНИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	65
<i>Блинков Б.С., Коняев Н.В., Иваницкий И.С.</i> РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ВАЛОВ И ВТУЛОК	71

Блинков Б.С., Коняев Н.В., Иваницкий И.С. РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗБОРОЧНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ	76
Боровлев А.И., Агеева Е.В. ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА	80
Бугорский И. А., Паньков Д.Н. ПРЕИМУЩЕСТВА СУПЕРМАХОВИКОВ ПЕРЕД ДРУГИМИ НАКОПИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ.....	85
Буданов А.В., Лавров С.В., Власов Ю.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В СИСТЕМЕ Cu-Sn-S	88
Букреев З.В., Павлов Е.В. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	92
Бурцев А.П., Михайлов Д.С., Булгаков А.В., Яковлева В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ	95
Бурцев А.П., Михайлов Д.С., Булгаков А.В., Яковлева В.Н. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПОПУТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВА В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГРУППЫ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ.....	106
Валеев А.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СФЕРЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	112
Варавин В.И., Крикунов Е.Д., Баринов А.И., Джафаров А.Т. ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЗАХВАТА И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ.....	115
Варавин В.И., Баринов А.И., Крикунов Е.Д., Исаев А.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ НАВЕСКИ ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА.....	125
Васильев А.Д., Агеева А.Е. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛАВА ТН20	133
Верютин Е.Н., Воробьев В.С., Белоусов Н.И. АНАЛИЗ КАТКОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	136
Воронин А.П., Рыжков В.В. ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЭКРАНОПЛАНОВ	140
Воронкина А.Н., Мясоедова М.А. КРАТКИЙ ОБЗОР ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ	142
Воронкина А.Н., Родионов П.А., Пашкова М.И. РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	145
Гнездилова Ю.П., Федорович Д.И. ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10 КВ	148
Гнездилова Ю.П., Ланин А.А., Гребенников А.А. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ.....	154
Гнездилова Ю.П., Ланин А.А., Гребенников А.А. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ	157

Гнездилова Ю.П., Ланин А.А., Гребенников А.А. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ	161
Грашков С.А., Сазонов Е.В., Коровин М.А. ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	165
Грашков С.А., Ланин А.А., Сазонов Е.В. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	169
Гребенников А.А., Сазонов Е.В., Грашков С.А. МЕТОДИКА УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ВАЛОВ И ВТУЛОК	173
Гречкин Е.И., Попова Т.С. АЭС МАЛОЙ МОЩНОСТИ – БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ	177
Давыдов Е.С., Попова Т.С. ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАМЕНЫ ДВС НА ЯДЕРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ В АВТОМОБИЛЕ	180
Дедов Д.Д., Смакова А.Р., Пудовинникова М.В. АВТОМАТИКА ЧАСТОТНОЙ РАЗГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ (АЧР)	183
Дедов Д.Д., Смакова А.Р., Пудовинникова М.В. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПУСК И ВКЛЮЧЕНИЕ СИНХРОННЫХ МАШИН	186
Дедов Д.Д., Смакова А.Р., Пудовинникова М.В. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОВТОРНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ	189
Дернова К.К., Князькина О.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ	192
Дерябин Р.Н., Сазонов Е.В., Грашков С.А. СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕДУЩЕГО ДИСКА СЦЕПЛЕНИЯ	196
Достов Р.Г., Родионов В.А. СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	199
Журавлёва Е.А., Смакова А.Р., Пудовинникова М.В. АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ	202
Журавлёва Е.А., Смакова А.Р., Пудовинникова М.В. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА	205
Иванников Е.Д., Рыжков В.В. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА В СОВРЕМЕННОЙ АВИАЦИИ	208
Иванов М.А., Сероносков В.В., Таразанов И.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОЙ НАГРУЗКИ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ	211
Калуцкий Е.С., Мамонова Л.Г., Кривоухова Л.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗНОСА ПРИ ТРЕНИИ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ	219
Касьянов А.В., Ишков А.С., Белоусов Н.И. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГОВ	223
Киселев Н.А., Масленников И.С. РАЗРАБОТКА БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ	227

Киселёва О.А., Винокуров С.А., Киселёва Д.Д. ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ КВАДРОКОПТЕРОВ	229
Китаев В.Д., Осипов А.П. УТИЛИЗАЦИЯ БРОСОВОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ	234
Кончин В.А. ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭРРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ В ВОДЕ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ НА ОСНОВЕ ВОЛЬФРАМОТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ.....	237
Кончин В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ТИТАНОВОЛЬФРАМОВОГО ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО В КЕРОСИНЕ ОСВЕТИТЕЛЬНОМ.....	242
Кончин В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ НОВОГО ТИТАНОВОЛЬФРАМОВОГО ТВЕРДОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	246
Коняева Н.И., Коняев Н.В. К УПРОЧНЕНИЮ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ КОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ	250
Кострова В.Н. АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ В ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	255
Кострова В.Н. О КОГНИТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	258
Кривоухова Л.В., Серебровский В.И., Серникова О.С. К ВОПРОСУ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВАЛОВ	261
Круберг Е.К., Ромодановская М.П. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ КОЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ	264
Кузнецова Л.П., Полянская Ж.А., Толмачева С.В. АНАЛИЗ РЫНКА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПО ОЧИСТКЕ САЛОНА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В Г. КУРСК	267
Латышенко Н.М. НОВОЕ В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ	270
Латышенко Н.М. К ВОПРОСУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ	275
Латышенко Н.М. ГЛОБАЛЬНЫЙ ТРЕНД СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	279
Левкин В.А., Пудовинникова М.В., Смакова А.Р. РОССИЙСКИЕ ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	284
Левкин В.А., Пудовинникова М.В., Смакова А.Р. ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.....	286
Левкин В.А., Пудовинникова М.В., Смакова А.Р. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ	288
Лисунов А.А., Бурцев А.П., Булгаков А.В., Яковлева В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФФЕКТА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВЫХ КОТЛОВ	291
Лисунов А.А., Бурцев А.П., Булгаков А.В., Яковлева В.Н. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ.....	298

Лукашов Н.А., Бондаренко Д.А. СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЛОКОМОТИВА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ.....	304
Львович Я.Е. О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ, СВЯЗАННЫХ С УПРАВЛЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	307
Львович Я.Е. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	310
Лях С.В. НОВЫЙ МЕТОД ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПЛАНЕТАРНОМ МАСШТАБЕ ПО ПРИРОДНЫМ ПРОВОДНИКАМ; ДИСТАНЦИОННЫЙ НАГРЕВ ОТДЕЛЬНОГО РЕГИОНА СТРАНЫ	313
Малеев Е.А., Сазонов Е.В., Грашков С.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ВАЛ ВТУЛКА	317
Малиновская А.В., Малиновская И.Н. МЕРОПРИЯТИЯ НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ	320
Малиновская А.В., Малиновская И.Н. ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	325
Малиновская И.Н., Котов С.В., Дегтев А.И. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	330
Малиновская И.Н., Котов С.В., Дегтев А.И. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	333
Мамонова Л.Г., Калущкий Е.С., Немцев Д.В. К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДРОБИЛКИ	337
Масленников И.С., Киселев Н.А. РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	341
Масляков Н.С., Кумейко А.А. РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВЫПРЯМЛЕНИЯ И ИНВЕРТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО И ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	344
Масляков Н.С., Кумейко А.А. РАЗРАБОТКА БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ.....	349
Мелешков С.И., Ащанулов Н.Ф. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СЕЧЕНИЯ ЭЛИПСОВИДНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ТУКОВОГО СОШНИКА.....	353
Менделеев В.Е., Преображенский Ю.П. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	356
Менделеев В.Е., Преображенский Ю.П. О ВЛИЯНИИ НЕОДНОРОДНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ.....	359
Меркулова В.М., Коняев Н.В. СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОДОСВЕЧИВАНИЯ.....	362

Мещеряков А.В., Третьяков Е.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ	367
Морозов А.С., Фатьянов С.О., Зинган А.М. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ	371
Морозов А.С., Фатьянов С.О. К ВОПРОСУ ПРАВИЛЬНОГО ВЫБОРА КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	377
Морозов А.С., Нагаев Н.Б., Зинган А.М. ПРОБЛЕМА ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА	382
Морозов Н.В., Коняев Н.В. ОБЗОР НАВЕСНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ.....	386
Мясоедова М.А., Ароян А.В. К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	392
Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	396

THE MODERN DESIGN OF THE ELECTRICAL SUBSTATION USING GIS DESIGN

Abolhassan Akbari, student

(e-mail: ah.akbari1990@gmail.com)

Krivova Lyudmila V., associate professor

(e-mail: krivova_lv@tpu.ru)

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

In the article the comparison of GIS and AIS technologies for modern substation design was investigated. Technical, economic and environmental aspects of modernization were examined at the high voltage switchgear as a part with extremely high requirements to reliability and availability for power supply.

Keywords. Substation, design, cost, environment, switchgear, SF6 gas.

An electrical substation is a vital component of power system that takes place at all stages: generation, transmission, and distribution. According to the substation application they are used for:

- increasing or decreasing the level of voltage to minimize the power losses while transmitting over long distances,
- changing the direction of power flow,
- connecting different power systems for uninterrupted power supply of industrial, commercial or local consumers [1].

Classification of substations differs by country. In USA substations are classified by the level of voltage change in the system while in Russia the node substation, transmission substation, distribution substation is distinguished.

The substation consists of power transformers, circuit breakers, disconnectors, bus bars, voltage and current transformers, lightning arresters, protective relaying devices and so on.

The modern criteria for new substation construction are extremely high because of rapid growth of power demand during last years, so the greater flexibility and reliability must be provided. Gas insulated substation (GIS) is the best option for indoor and underground substations because of SF6 gas advantages firstly (non-inflammability, perfect insulating properties, high personnel safety, less maintenance, modular and compact size). Using GIS technology significantly reduces the occupied space in outdoor and hybrid substations [2, 3].

Less footprint for substation area, wide voltage range (72.5 kV – 800 kV), high magnitudes of rated current (up to 6300 A), rated short circuit breaking current (up to 80 kA), and various form of bus bar layout arrangement allows to apply GIS configurations. For 110 kV substation switchgear the double busbar layout was chosen (Figure 1) [4, 5, 6].

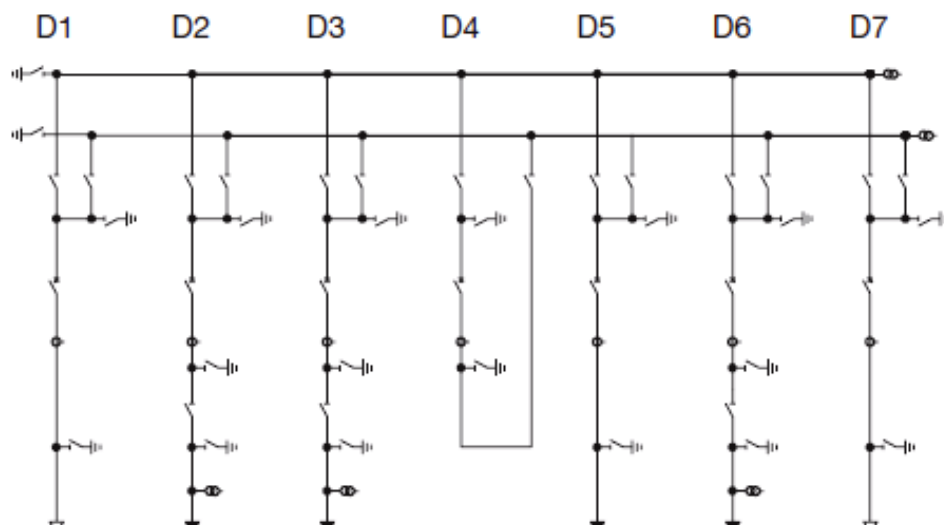


Figure. 1 Single line diagram of double busbar design of a substation

The GIS design is intended to extend insulating margins, increase interrupting properties, and provide high seismic withstand capability. In addition, low failure rate is a significant benefit of GIS. However, is the GIS outage time (56 hours), which is about two times more than AIS failure time (25 hours).

Economic review outcomes illustrates that the original capital investment depends on not only equipment costs, but transportation and mounting also. Life cycle cost (LCC), which includes: initial hardware costs, operation costs, outage costs and some others, should be scrutinize before project agreement (Table 1).

Table 1. Life cycle cost evaluation of AIS and GIS

Life Cycle Cost	AIS	GIS
Planning and Engineering	100%	80%
Real estate	100%	40%
Primary equipment	100%	120%
Secondary equipment	100%	100%
Earthwork, civil work, structures	100%	60%
Electrical assembly and erection	100%	70%
Maintenance	100%	50%
Outage	100%	50%
LCC after 10 years	100%	Max 70%

The latest GIS generation is more eco-friendly than previous technology. The SF6 leakage rate is less than 1% (in experiment < 0.5%). Comparison of impact of GIS and AIS for environment were analyzed over last 10 years (Table 2).

Table 2. Environment impact comparison of AIS and GIS

Environment impact aspect	AIS	GIS
Primary energy consumption	100%	73%
Area requirement	100%	14%
Acidification potential	100%	81%
Greenhouse potential	100%	79%
Nitrification potential	100%	71%

Having observed the main features of GIS it is possible to state that it has a number of notable benefits over AIS. All design criteria for new substations are met, with the exception of a high initial investment costs and the possible outages in periods of repair or maintenance. This drawback and the growing environmental consciousness of SF₆ leakage challenges the development of a new GIS generation that will satisfy all the future green field substation requirements [7].

The next step for substation modernization is the analysis of replacing the traditional overhead line or transmission cables for gas insulated line connecting GIS and industrial consumer.

References

1. M. Steuer, M. Kuschel and M. Bonnassieux. "High Voltage GIS and GIL – Solution for Limited Space." Siemens, Germany.
2. <https://electrical-engineering-portal.com/res/res4/Gas-Insulated-Substation-Definitions-and-Basics.pdf>
3. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118694534>
4. https://www.gegridsolutions.com/hvmv_equipment/catalog/gis.htm
5. https://library.e.abb.com/public/f8eecd78c32945ed8dc7413cb10ed0a9/9AKK106713A2192_Substations-Brochure-NAM-LR.pdf
6. <https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/power-transmission/portfolio/substations.html>
7. EEE PES (2014) Substations Committee, Subcommittee K2, Gas Insulated Substations and Lines, Tutorial.

Аболхассан Акбари, студент

Кривова Людмила В., доцент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия

СОВРЕМЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДСТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В статье было исследовано сравнение технологий ГИС и АИС для проектирования современных подстанций. Технические, экономические и экологические аспекты модернизации были рассмотрены на высоковольтном распределительном устройстве как части с чрезвычайно высокими требованиями к надежности и доступности электроснабжения.

Ключевые слова. Подстанция, конструкция, стоимость, окружающая среда, распределительное устройство, газ SF₆.

О ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Абросимов Иван Петрович, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу проблем, связанным с применением интеллектуальных энергетических систем.

Ключевые слова: энергетический процесс, управление.

Развитие в энергетической сфере невозможно без того, чтобы опираться на использование современных информационных технологий. Они рассматриваются в виде основы энергетических информационных систем (ИС). Информационные системы внутри энергетики имеют дело с тем, чтобы организовать и эффективным образом обрабатывать большие массивы данных для компьютеризированных систем промышленных организаций. При этом обеспечивается информационная поддержка, связанная с принятием решений [1, 2].

Происходит глобализация энергетических рынков. Наблюдаются процессы развития средств, которые связаны с управлением энергетическими потоками. Помимо этого, реализуется формирование внутри Интернета доступных для анализа баз данных энергетической информации. Кроме этого, наблюдается уменьшение стоимости по энергетическим компонентам. Это привело за последнее время к тому, что виден беспрецедентный рост их применения в энергетической сфере. ИС дают возможности для того, чтобы объективным образом дать оценку достигнутого уровня развития энергетики. Кроме того, происходит выявление резервов. Будет обеспечен успех их работы на базе того, что применяются правильные решения [3, 4].

Возникновение разных экспертных систем, и еще хорошие результаты их успешного использования в области энергетики, а еще и управления соответствующими технологическими процессами решительным образом привели к изменению ситуации [5, 6].

Анализ показывает, что подходы, связанные с правдоподобными и дедуктивными выводами могут рассматриваться в виде хорошего дополнения или как частичная замена специалистов, которые будут участвовать в принятии решений. При этом будет проведен выбор некоторой гипотез среди альтернативных. Используются наблюдаемые данные. Подобные успехи стимулировали применение технологий, а также методов, связанных с искусственным интеллектом в различных направлениях энергетики. Прежде всего, проводился анализ, и еще диагностирование характеристик эффективности по энергетическим компонентам организаций. Перспективным считается выбор по оптимальным вариантам управле-

ния, когда существуют условиях неопределенности. Еще в моделях происходит учет трудно формализуемых факторов [7, 8].

Относительно корпоративных информационных систем можно отметить оторванность первых экспертных систем. Их построение происходило в виде самостоятельных программ. Для них была характерна собственная организация того, как хранились данные и знания. В этой связи их использование с точки зрения реальных проблем в сфере энергетики на первых этапах не дало ожидаемых результатов [9, 10].

Существуют вопросы, которые связаны с высокой трудоемкостью по формированию и изменению базы знаний. При этом используются традиционные методы, направленные на интервьюирование экспертов. Еще учитываются особенности загрузки, хранения и актуализации больших объемов данных. Не во всех случаях подобные экспертные системы могут быть применены [1, 2]. Новые разработки и существенный эффект от того, как применяются технологии искусственного интеллекта были достигнуты как результат разработок и применения интеллектуальных информационных систем. Их рассматривают в виде синтеза экспертных и информационных систем.

Формирование ИИС можно считать как естественное продолжение активного использования информационных систем, относящихся к классическому типу. Системы реинжиниринга процессов в энергетике продемонстрировали возможности по упорядочению информационных потоков. Также совершенствуется структура предприятий в ходе внедрений информационных технологий. Это дает возможности для освоения методологии разработки информационных моделей предприятий.

Интегрированные ИС предприятий будут обеспечивать информационную поддержку всех производственных процессов и служб предприятия, включая проектирование, изготовление и сбыт продукции, финансово-экономический анализ, планирование, управление персоналом, маркетинг, сопровождение эксплуатации изделий, перспективное планирование. Внедрение информационных систем типа ERP (Enterprise Resource Planing) увеличивает эффективность работы предприятия на 20-30%.

Нейрокибернетическое направление (или нейроинформатика) можно рассматривать как моделирование образного мышления и мышления на подсознательном уровне (моделирование интуиции, творческого воображения, инсайта). Его достоинства – это отсутствие недостатков, свойственных логическому направлению, а недостатки – отсутствие его достоинств. Кроме того, в нейрокибернетическом направлении привлекает возможность (быть может, иллюзорная), задав базовые весьма простые алгоритмы адаптации и особенности структуры искусственной нейронной сети, получить систему, настраивающуюся на поведение сколь угодно сложное и адекватное решаемой задаче. Причем его сложность будет зависеть лишь от количественных факторов моделей нейронных сетей. Еще одним досто-

инством в случае аппаратной реализации нейронной сети является ее живучесть, т.е. способность сохранять приемлемую эффективность решения задачи при выходе из строя элементов сети. Это свойство нейронных сетей может быть достигнуто за счет применения избыточности. В случае программной реализации структурная избыточность нейронных сетей позволяет им успешно работать в условиях неполной или зашумленной информации.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию

агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Abrosimov Ivan Petrovich, Specialist

Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

ON THE PROBLEMS OF USING INTELLIGENT ENERGY SYSTEMS

Annotation: The article is devoted to the analysis of problems associated with the application of intelligent energy systems.

Key words: energy process, management.

О ПРОБЛЕМАХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Абросимов Иван Петрович, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу проблем энергообеспечения для возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: энергетический процесс, управление.

По всем уровням иерархии в мировом сообществе можно отметить различные проблемы энергообеспечения. Это относится к промышленным организациям. Вследствие высоких цен на энергоресурсы, рисков по нестабильному электрообеспечению, в определенных случаях поскольку отсутствует централизованное электроснабжение [1, 2], происходит снижение эффективности функционирования промышленных организаций.

В этой связи в существующих условиях когда создаются промышленные организации, требуется принимать во внимание все те факторы [3], которые будут оказывать влияние на энергетические показатели.

Для функционирующих организаций весьма важно проводить формирование независимой самостоятельной энергетической системы. Она будет работать без сбоев. При этом будут обеспечиваться минимальные [4] затраты. Можно обеспечить выработку энергии, которая будет удовлетворять потребности организаций.

Так как организация рассматривается в виде способа объединения частей в целое, который будет специфическим по каждому из объектов, то важно принимать во внимание характеристики промышленных организаций. Это относится, в том

числе к ресурсной компоненте, чтобы было наиболее эффективное энергообеспечение [5, 6].

Поэтому, в случае возможностей применения возобновляемых источников энергии, в промышленных организациях подобные ресурсы мы можем частичным или полным образом использовать вместо традиционных энергоресурсов. Тогда организации будут формировать независимые энергосистемы. За счет них промышленное предприятие будет эффективным образом работать.

Мы можем отметить, что различные промышленные предприятия применяют альтернативную энергетику. Происходит расширение рынка, связанного с альтернативной генерацией и промышленным производством ВИЭ-генераторов.

В течение последних десятилетий инвестиции бизнесменов в производство оборудования для использования альтернативных источников энергии [7] в качестве сырья постоянно росли.

Наиболее эффективным способом мы можем применять силу ветра в виде части – не автономной системы, а с учетом того как работают другие генераторы. Это связано с тем, что для турбины не наблюдаются идеальные условия.

Во многих случаях турбинами может генерироваться лишь от 10 до 40% относительно соответствующей номинальной мощности в час. В этой связи требуется внимательным образом вести расчет той мощности, которая необходима для ветровой электростанции. Также требуется комбинация ВИЭ-электростанции и привлекать другие типы генерации.

В таких регионах, где существуют мощные источники – гейзеры, происходит развитие геотермальной энергетики. Весьма большая группа геотермических электростанций существует в Гейзерах, это геотермическая область в Калифорнии, которая является частью Соединенных Штатов. Пятью странами (Сальвадор, Кения, Филиппины, Исландия и Коста-Рика) осуществляется производство больше чем 15% своего электричества на базе геотермических источников. Производство геотермического электричества можно наблюдать более, чем в 30 странах мира. В существующих условиях можно наблюдать разведку и оценку потенциальных мест ее применения.

В зависимости от мощности ВИЭ-источника, геотермальную энергию используют для любых предприятий для обеспечения их тепловой энергией и преобразование ее в энергию для охлаждения и вентилирования помещений промышленных объектов.

Дельта эксплуатационных затрат системы отопления, кондиционирования и вентиляции на геотермальной воде и использующей традиционные энергоносители [8] достигает 40%. Этот мощный возобновляемый источник при использовании современных технологий может одновременно осуществлять процессы компрессии, испарения, дросселирования и конденсации [9, 10]. В термодинамическом процессе, как и в любом другом процессе действует закон сохранения энергии.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Abrosimov Ivan Petrovich, Specialist

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

ON THE PROBLEMS OF ENERGY SUPPLY BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

Annotation: *The article is devoted to the analysis of the problems of energy supply for renewable energy sources.*

Key words: *energy process, management.*

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аветисян Татьяна Владимировна, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу особенностей функционирования энергетических систем.

Ключевые слова: энергетика, система.

Электроэнергетика рассматривается как базовая инфраструктурная отрасль. Она позволяет обеспечивать различные потребности народного хозяйства, а также людей с точки зрения электроэнергии. Важно обеспечивать процессы экспорта в регионы ближнего и дальнего зарубежья. Характеристики ее работы определяются тем, какие свойства систем в жизнеобеспечении и каким образом развивается экономика.

Можно говорить о большом значении электроэнергетики. Это вытекает из того, что рассматривают как базовую отрасль экономики. Она оказывает существенный вклад в то, какая социальная стабильность в обществе. Есть влияние на конкурентоспособность промышленности. При этом учитываются энергоемкие отрасли. Процессы строительства новых мощностей, необходимых для того, чтобы выплавлять алюминий, большей частью связано с ресурсами гидроэлектростанций.

Электроэнергетика рассматривается в виде отрасли, которая содержит комплекс экономических отношений. Они появляются в процессах производств. Это относится к производству в режимах, когда ведется комбинированная выработка электрической и тепловой энергии. Еще может происходить передача электрической энергии. Необходимо учитывать оперативно-диспетчерское управление в сфере электроэнергетики. На практике важно оптимизировать сбыт объемов электрической энергии [1, 2]. При этом учитываются производственные и другие имущественные объекты. Среди них можно отметить такие, которые будут входить в Единую энергетическую систему России. Они будут принадлежать на правах собственности соответствующим субъектам электроэнергетики [3, 4]. Сферу

электроэнергетики можно рассматривать в виде основы для того, чтобы была работа экономики и жизнеобеспечения.

Электроэнергетику нельзя рассматривать как направленную исключительно на то, чтобы получать прибыль. Это связано с тем, что ее анализируют как базовую инфраструктурную отрасль [5, 6].

При формировании качества жизни людей и условий того, как развивается экономика, она позволяет не только обеспечить быстрый и гарантированный возврат по вложенным в нее средств со стороны инвесторов. При этом будут удовлетворяться социальные потребности в обществе и улучшаться характеристики конкурентоспособности в национальной экономике. В этой связи предприятия электроэнергетики не имеют возможностей для заметного увеличения своих тарифов и вынуждены принимать во внимание требования в отраслевых ценовых регуляторах. Тогда будут замедляться возвраты капиталовложений и будет электроэнергетика [7, 8] рассматриваться как менее привлекательный объект инвестиций, если сравнивать с организациями других отраслей.

Для некоторых энергетических проектов можно отметить определенные социальные обременения. В качестве примера, существует обязательство по поставке электроэнергии в отдаленные районы, в которых низкая плотность, а также малое число населения. Тогда будет нерентабельность поставок энергии в рамках регулируемых тарифов.

Электроэнергетика считается основой для работы экономики и жизнеобеспечения людей. Это дает возможности для того чтобы рассматривать ее в виде социотехнической системы (СТС).

Социотехническая система содержит в себе техническую подсистему, подсистему персонала, внешнюю среду. Она предназначена для комплексного рассмотрения взаимодействий между человеком и технологиями [9, 10].

Электроэнергетика за период своего развития в XX в. прошла путь от технологической подсистемы (блок-станция промышленного предприятия) до производственной системы, а в начале XXI в. превратилась в социотехническую систему.

До недавнего времени, основное назначение электроэнергетики, как производственной системы было выполнять работу по электрификации территорий, т.е. расширить использование электричества взамен других видов энергии. Изменения этой производственной системы полностью подчинялось этой цели, наращивался ее производственный потенциал, который был неотъемлемой частью экономического потенциала государства.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в

автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.

4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.

5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.

8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.

9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.

12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.

13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.

14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Avetisyan Tatyana Vladimirovna, specialist

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

FEATURES OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Annotation: *The article is devoted to the analysis of the features of the functioning of energy systems.*

Key words: *energy, system.*

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Аветисян Татьяна Владимировна, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу возможностей развития возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник, система.

При нынешних темпах развития производительных сил и освоении углеводородных ресурсов вопросы охраны окружающей среды приобретают особую актуальность, так как вследствие широкого внедрения энергоёмких и химических технологий, производства новых химических продуктов, недостаточного экологического контроля увеличиваются выбросы в атмосферу вредных для жизни человека веществ. Наряду с этим запасы нефти, газа, угля, торфа, ядерного топлива истощаются. Сегодня весь цивилизованный мир ищет новые пути в решении своих энергетических и экологических проблем. Альтернативные источники энергии [1, 2] — это устройства, позволяющие получать электрическую энергию (или другой вид энергии) и заменяющий собой традиционные источники энергии, работающие на нефти, природном газе и угле.

Альтернативные источники энергии делятся на: гидроэнергетические; ветряные; геотермальные; солнечные; биотопливные.

Гидроэнергетические ресурсы Земли — используют энергию воды. Приливная электростанция (ПЭС) — особый вид гидроэлектростанции, использующий энергию приливов, то есть кинетическую энергию вращения Земли.

Для получения энергии [3, 4] залив или устье реки перекрывают плотиной, в которой установлены гидроагрегаты. 33-летний опыт эксплуатации первых в мире ПЭС - Ранс во Франции и Кислогубской в России - доказали, что приливные электростанции имеют следующие основные преимущества: исключен выброс вредных газов, золы, радиоактивных и тепловых отходов, добыча, транспортировка, переработка, сжигание и захоронение топлива, не сжигается кислород воздуха, не затопляются территории, нет угрозы прорыва плотины.

Главный недостаток: всё ещё высокая стоимость строительства и изменяющаяся в течение суток мощность. Мировое сообщество предполагает расширить в XXI веке использование энергии [5, 6] морских приливов. Ее запасы могут обеспечить до 15 % современного энергопотребления. 3.3 Энергия внутреннего тепла Земли. Геотермальная энергия — это энергия, получаемая из природного тепла внутри Земли. Такое тепло может использоваться как для обогрева домов и зданий, так и для производства электроэнергии. Термальные регионы имеются во многих частях мира.

Геотермальная энергетика имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими видами возобновляемой энергии:

- этот источник практически неисчерпаем и бесперебоен.
- возможно строительство в зонах сейсмической активности.

Главный недостаток: первоначальные денежные вложения в строительство геотермальных станций достаточно велики. В последние 10 лет суммарная мощность таких станций растет на 3% в год.

Люди используют энергию ветра [7, 8] с незапамятных времен — достаточно вспомнить парусный флот и ветряные мельницы. Преимущество ветряных электроустановок (ВЭС): отсутствуют выбросы в атмосферу. По оценкам экспертов к 2050 году мировая ветроэнергетика позволит сократить ежегодные выбросы углекислого газа на 1,5 миллиарда тон. Главные недостатки: ветер дует почти всегда неравномерно. Значит, и, генератор будет работать неравномерно, для размещения большого количества ветряков требуются обширные площади в сотни тысяч гектаров. Работающие ветродвигатели создают значительный шум, распугивают птиц и зверей, нарушая их естественный образ жизни, Ветроэнергетика является растущей отраслью энергетики. Однако в этой области в настоящее время недостатков больше, чем достоинств. Энергия Солнца. Солнечная энергия - самый мощный из возобновляемых источников энергии. Щедрое солнце может дать в тысячу раз больше энергии, чем другие источники питания [9, 10]. Солнечные электроустановки уверенно завоевывают позиции в мировой энергетике. Преимущества солнечной энергетики: это бесплатный, безвредный, безграничный источник энергии, особенно выгодный в местах, куда провода электросетей еще не добрались. К недостаткам следует отнести: зависимость от погоды и времени суток; высокая стоимость, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур); они занимают много площади. Уже сейчас, создаются проекты, которые бы позволили избавиться от этих минусов. Одна из таких идей - это орбитальный спутник с большой батареей солнечных элементов. Такая космическая станция могла бы, накопившуюся энергию с помощью луча микроволновых волн передавать на передатчик, находящийся на земле.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Avetisyan Tatyana Vladimirovna, specialist

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

ON THE FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Annotation: *The article is devoted to the analysis of the features of the functioning of energy systems.*

Key words: *energy, system.*

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Агеев Дмитрий Владимирович, студент

Воронов Александр Алексеевич, д.ю.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

В данной работе проводится рассмотрение некоторых характеристик использования информационных систем в управлении энергетическим производством.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная структура, управление, энергетика.

Современные энергетические предприятия и фирмы рассматриваются в виде сложных организационных систем. В них наблюдается изменение и перераспределение различных ресурсов [1, 2].

В современных условиях можно наблюдать возрастание объемов и усложнение задач, которые решаются в сфере организации производства, процессов планирования и анализа, финансовой работы, связей с поставщиками и потребителями продукции. По ним без оперативного управления трудно поддержать организацию современных автоматизированных информационных систем (ИС).

Информационная система управления в энергетической компании рассматривается в виде совокупности информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, а также различных технологических средств и специалистов. За счет нее можно вести обработку информации и принимать управленческие решения [3, 4].

За счет применения оперативной информации, которая получается при работе автоматизированной информационной системы, руководители энергетического предприятия могут вести планирование и балансировку ресурс фирм (материальных, финансовых и кадровых) Информационные системы управления в энергетике дают возможности:

- для повышения степени обоснованности тех решений, которые принимаются за счет оперативного сбора, передачи и обработки информации;
- реализовывать поддержку по принятию решений, связанных с управлением организацией в условиях, когда есть рыночная экономика;
- добиваться увеличения в эффективности управления вследствие своевременного представления требуемой информации со стороны руководителей различных уровней управления на базе общего информационного фонда;
- для согласовывания решений, которые принимаются на различных уровнях управления и для различных структурных подразделений [5, 6].

Есть зависимость классификации информационных систем управления в энергетике от того, какие виды процессов управления, уровни управлений, особенно-

сти работы энергетического объекта и его организации, степени автоматизации управления [7, 8].

По основным классификационным признакам автоматизированных информационных систем, относящихся к энергетике, мы можем отметить:

- уровень внутри системы государственного управления;
- сферу работы экономического объекта;
- типы процессов, связанных с управлением;
- степень того, насколько автоматизированы информационные процессы.

Исходя из того, какой признак классификации относительно уровней в государственном управлении, есть возможность деления автоматизированных информационных систем по федеральным, территориальным и муниципальным ИС. Их можно рассматривать в виде информационных системам высокого уровня иерархии с точки зрения управления [9, 10].

При помощи ИС федерального значения реализуются процессы решения задач, связанных с информационным обслуживанием аппаратов административного управления.

В территориальных ИС есть возможности для того, чтобы решать информационные задачи управления, которые относятся к административно-территориальным объектам, которые размещены внутри конкретных территорий.

Работа муниципальных ИС происходит внутри органов местного самоуправления, чтобы вести информационное обслуживание специалистов и обеспечивать обработку различных прогнозов. Также контролируются и регулируются различные виды работы по всем звеньям социально-экономических областей.

Если вести классификацию относительно областей работы энергетических объекты, то она связана с производственно-хозяйственной деятельностью предприятий и организаций. К ним относятся автоматизированные информационные системы промышленности и сельского хозяйства, транспорта, связи, банковские ИС и др.

Наибольшее распространение получили ИС организационного управления, которые предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. Учитывая наиболее широкое применение и разнообразие этого класса систем, часто различные информационные системы понимаются именно в этом толковании. Среди таких ИС можно отметить информационные системы, связанные с управлением промышленными, а также непромышленными энергетическими объектами. В качестве основных функций в таких системах можно указать наличие оперативного контроля и регулирования, оперативного учета и анализа, процедуры перспективного и оперативного планирования.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.

2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Ageev Dmitry Vladimirovich, student

Voronov Alexander Alekseevich, Doctor of Law, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

FEATURES OF THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN THE MANAGEMENT OF ENERGY PRODUCTION

Abstract. *In this work, some characteristics of the use of information systems in the management of energy production are considered.*

Key words: *information and telecommunication structure, management, energy.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ РАБОТЫ

Агеев Дмитрий Владимирович, студент

Воронов Александр Алексеевич, д.ю.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена рассмотрению вопросов, связанных с использованием информационных технологий на энергетических предприятиях. Даются основные особенности управления процессами в таких организациях.

Ключевые слова: управление, информационная технология, энергетическое предприятие.

В существующих условиях работа у многих энергетических организаций реализуется, когда есть различные воздействия со стороны внешней среды. Это указывает на то, что возникают предпосылки к использованию информационных технологий [1, 2].

Цель данной работы связана с анализом использования информационных технологий внутри энергетических предприятий [3, 4].

Если рассматривать стратегическую роль информационных технологий внутри энергетических систем, то они должны обеспечивать поддержку различных действий. Требуется, чтобы были преимущества с точки зрения того, чтобы было обеспечено получение максимальной выгоды. Энергетическая компания будет рассматриваться как конкурентоспособная, если в ней будет реализация элементов соответствующего многоуровневого потенциала. За счет него будет поддержка возможностей по тому, чтобы формировать устойчивое преимущество. Вследствие того, что достигаются приоритеты по разным направлениям, будет обеспечиваться соответствующее преимущество энергетической компании [5, 6].

С привлечением информационных технологий происходит заметное изменение разных процессов. В ходе работы энергетических компаний появляются новые возможности. На основе них будет сохраняться конкурентоспособность у энергетических компаний, растет операционная производительность [7, 8].

Информационные технологии формируются на основе процессов, в которых применяются средства и способы, связанные со сбором, накоплением, обработкой

и передачей данных, когда получается информация, которая связана с объектами, явлениями. Есть достаточно подробное описание таких процессов с точки зрения того, как обрабатываются данные. Они хранятся на различных компьютерах. В качестве компонентов применяемых технологий при производстве продуктов можно назвать аппаратные и программные средства, а также математическое и информационное обеспечение [9, 10].

С тем, чтобы в энергетических компаниях управленческие решения принимались при должном качестве, важно, чтобы была организация информационных потоков с точки зрения руководства.

Когда решаются задачи управления в энергетической компании, требуется привлекать информацию:

- которая касается внешней маркетинговой сферы;
- которая связана с тем, какая внутренняя маркетинговая сфера;
- когда оцениваются способности производственных мощностей.

При работе в рамках указанных процессов для руководителей энергетических организаций важно непрерывным образом проводить поиск и обработку необходимой информации. Осуществляется сбор и анализ информации при помощи трех систем, которые будут дополнять друг друга, формирующих обработку маркетинговой информации.

В качестве примера можно привести задачу, связанную с организацией продвижения товаров на новые рынки сбыта, для решения которой необходимо провести подробное изучение спроса для предлагаемого вида продукции, осуществить оценку покупательных способностей потребителей, сделать анализ деятельности на существующем рынке организаций конкурентов и др. Проведение продвижения товара на рынке идет вместе с непрерывным наблюдением за тем, какие объемы продаж продукции, учитывается структура и уровень издержек по продвижению реализации, осуществлением анализа по эффективности интересующих мероприятий, связанных с оценкой возможного риска [10].

Вывод. В работе дан анализ того, каким образом применяются информационные технологии внутри энергетических предприятий, в результате каких действий возникают возможности роста их эффективности.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.

5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Ageev Dmitry Vladimirovich, student

Voronov Alexander Alekseevich, Doctor of Law, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN ENERGY ENTERPRISES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THEIR WORK

Annotation: *The article is devoted to the consideration of issues related to the use of information technologies at energy enterprises. The main features of process management in such organizations are given.*

Key words: *management, information technology, energy enterprise.*

УДК 621.762

РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОДИСПЕРГИРОВАНИЕМ СПЛАВА ЖС6У В КЕРОСИНЕ**Агеева Екатерина Владимировна, д.т.н., профессор**Поданов Вадим Олегович, аспирант**Хорьякова Наталья Михайловна, к.т.н., доцент**Пикалов Сергей Владимирович, к.т.н., доцент**Новиков Евгений Петрович, к.т.н., с.н.с.**Сабельников Борис Николаевич, к.т.н., ст. преподаватель**Королев Михаил Сергеевич, аспирант**E-mail: ageeva-ev@yandex.ru**Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия*

Представлены результаты проведения рентгеноспектрального микроанализа жаропрочного сплава, изготовленного из порошков, полученных электродиспергированием сплава ЖС6У в керосине. Проведение намеченных мероприятий позволит решить проблему ресурсосбережения и импортозамещения жаропрочных сплавов.

** Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (НШ-596.2022.4).*

Ключевые слова: отходы жаропрочного сплава ЖС6У, электроэрозионное диспергирование, керосин, порошок, искровое плазменное спекание, жаропрочный сплав.

В настоящее время жаропрочные сплавы нашли широкое распространение для изготовления лопаток турбин, самым распространенным из них является сплав ЖС6У. Данный сплав имеет предел сточасовой прочности при 1000°C – 170...180 МПа. Верхний предел рабочих температур сплава ЖС6У составляет 1050...1100 °C. Данный сплав обладает очень высокой жаропрочностью, что затрудняет процесс его переработки и повторного использования [1-3].

В настоящее время одной из основных проблем использования сплава ЖС6У связана с наличием в его составе дорогостоящих компонентов, таких как Cr, Co, Ni, Nb, Mo, Ti и W и необходимостью его повторного использования путем измельчения. Одним из эффективных, но недостаточно изученных металлургических способов измельчения металлоотходов является электродиспергирование (ЭД) [4-9].

Для разработки технологических рекомендаций по переработке металлоотходов сплава ЖС6У в мелкодисперсные частицы с целью их повторного использования требуется проведение металлографических исследований.

Целью работы являлось проведение рентгеноспектрального микроанализа жаропрочного сплава, изготовленного из порошков, полученных электродиспергированием сплава ЖС6У в керосине.

Для получения никелевого порошка использовали отходы жаропрочного сплава марки ЖС6У, которые измельчали методом электроэрозионного диспергирования в дистиллированной воде на установке [10-20]. При диспергировании отходов ЖС6У использовали следующие параметры установки: напряжение на электродах от 130...150 В; ёмкость конденсаторов 55...60 мкФ; частота следования импульсов 260...300 Гц. В результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между электродами произошло разрушение отходов сплава с образованием частиц жаропрочного никелевого порошка.

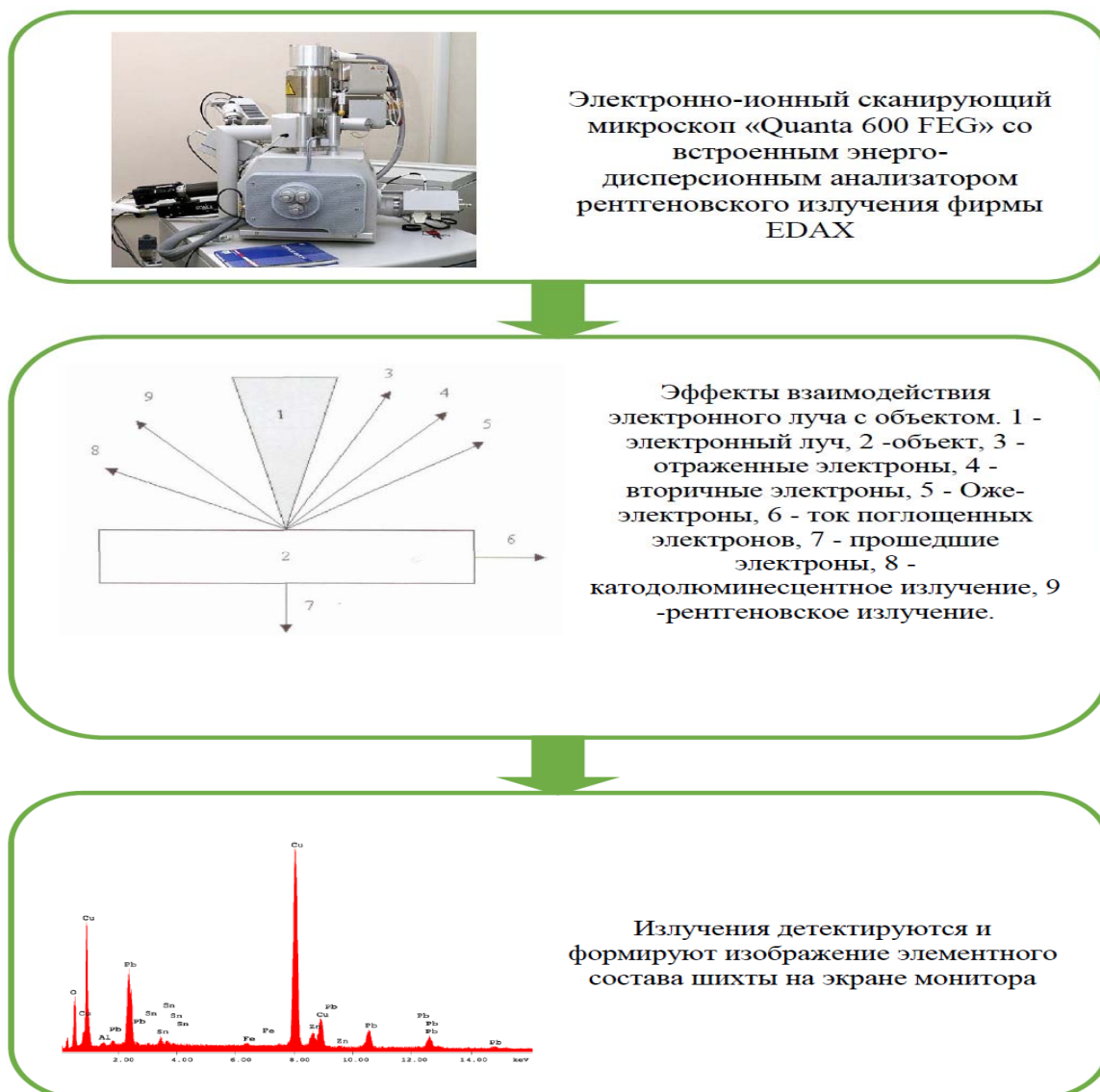


Рис. 1. Блок-схема методики исследования рентгеноспектрального микроанализа

Спекание никелевого порошка осуществляли в системе SPS 25-10 «Thermal Technology» (США) при температуре $T = 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$, давлении $P = 40\text{ МПа}$ и времени выдержки $t = 10\text{ мин}$.

Элементный состав сплава исследовали путем проведения рентгеноспектрального микроанализа на энергодисперсионном анализаторе рентгеновского излучения фирмы «EDAX» (Нидерланды), встроенного в растровый электронный микроскоп «QUANTA 200 3D» (Нидерланды). Методика проведения рентгеноспектрального микроанализа представлена в виде блок-схемы на рисунке 1.

На основе анализа спектрограмм элементного состава жаропрочного сплава, изготовленного из порошков, полученных электродиспергированием [21-30] сплава ЖС6У в керосине установлено, что сплав состоит из следующих равномерно распределенных по объему элементов: С, Al, W, Cr, Fe, Mo, Ni, Nb, Co и Ti (рисунок 2).

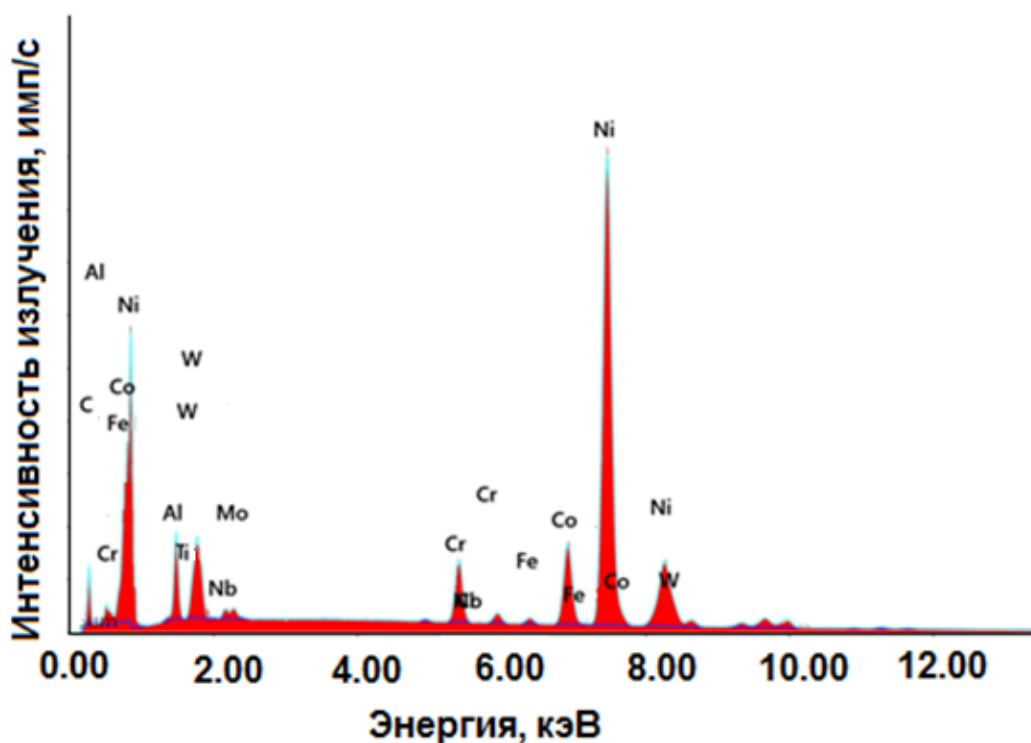


Рис. 2. Спектрограмма элементного состава электроэрозионной шихты

Проведение намеченных мероприятий позволит решить проблему ресурсосбережения и импортозамещения жаропрочных сплавов.

Список литературы

1. Исследование карбидных фаз в сплаве ЖС6У / Еремин Е.Н., Филиппов Ю.О., Маталасова А.Е.// Омский научный вестник. 2014. № 3 (133). С. 59-63.

2. Исследование фазовых превращений в сплаве ЖС6У методами термического анализа / Ерёмин Е.Н., Филиппов Ю.О., Миннеханов Г.Н., Лопаев Б.Е. // Омский научный вестник. 2013. № 1 (117). С. 63-68.
3. Новикова О.В., Кочетков В.А., Виноградов А.И., Жуков А.А., Тихонов А.А., Маринин С.Ф. Применение газоизостатического прессования для повышения эксплуатационной надежности лопаток турбины из жаропрочного сплава типа ЖС6У // Заготовительные производства в машиностроении. 2007. № 8. С. 54-56.
4. Микроструктура и элементный состав порошков, полученных в условиях электроэрозионной металлургии отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У в воде / Агеев Е.В., Поданов В.О., Агеева А.Е. // Металлург. 2022. № 5. С. 72-77.
5. Элементный состав высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. Курск, 2021. С. 115-118.
6. Микроструктура высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Актуальные вопросы науки, нанотехнологий, производства. сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 207-210.
7. Фазовый состав высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 150-153.
8. Размерные характеристики частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава Х20Н80 в керосине / Бобков Е.А., Агеева А.Е., Агеева Е.В. // В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 37-40.
9. Получение электрокорунда электродиспергированием алюминиевых отходов / Новиков Е.П., Поданов В.О., Агеева А.Е. // В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 134-138.
10. Получение и исследование порошков из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов электроэрозионным диспергированием / Агеев Е.В., Латыпов Р.А., Агеева Е.В., Давыдов А.А. // Курск, 2013. 200 с.
11. Разработка установки для получения порошков из токопроводящих материалов / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А., Бобрышев Р.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 234-237.
12. Исследование влияния электрических параметров установки на процесс порошкообразования при электроэрозионном диспергировании отходов твердого сплава / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 238-240.
13. Особенности технологии восстановления шеек коленчатых валов двигателей камаз-740 с использованием твердосплавных порошков / Агеев Е.В., Сальков М.Е. // Технология металлов. 2008. № 3. С. 41-46.
14. Изучение строения и свойств твердосплавных электроэрозионных порошков, используемых для восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники / Агеев Е.В., Агеева

Е.В., Давыдов А.А., Бондарев С.А., Новиков Е.П., Молодкин А.Ю. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 69-72.

15. Определение основных закономерностей процесса получения порошков методом электроэрозионного диспергирования / Агеев Е.В., Агеева Е.В., Чернов А.С., Маслов Г.С., Паршина Е.И. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 1 (46). С. 085-090.

16. Изучение формы и элементного состава порошка, полученного из вольфрамсодержащих отходов инструментальных материалов электроэрозионным диспергированием в водной среде / Агеева Е.В., Агеев Е.В., Карпенко В.Ю. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. № 4 (112). С. 14-17.

17. Исследование алюминиевого порошка, полученного методом электроэрозионного диспергирования в дистиллированной воде / Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Агеева Е.В., Новиков Е.П. // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2016. № 4. С. 19-22.

18. Морфология и элементный состав медных электроэрозионных порошков, пригодных к спеканию / Агеева Е.В., Хорьякова Н.М., Агеев Е.В. // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 66-68.

19. Структура и свойства спеченных образцов из электроэрозионных хромсодержащих порошков, полученных в бутиловом спирте / Агеева Е.В., Хардилов С.В., Агеева А.Е. // Современные материалы, техника и технологии. 2021. № 6 (39). С. 4-11.

20. Анализ характеристик износостойкости спеченных изделий из электроэрозионного порошка стали Х13, полученного в бутиловом спирте / Хардилов С.В., Агеева Е.В., Агеева А.Е. // Современные материалы, техника и технологии. 2021. № 6 (39). С. 58-64.

21. Сравнительный рентгеноспектральный микроанализ медного порошка, полученного электроэрозионным диспергированием, и медного порошка ПМС-1 / Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Агеева Е.В., Хорьякова Н.М. // Электromеталлургия. 2017. № 4. С. 36-39.

22. Оценка износостойкости электроискровых покрытий, полученных с использованием электроэрозионных порошков быстрорежущей стали / Агеева Е.В., Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Алтухов А.Ю., Карпенко В.Ю. // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2015. № 1. С. 71-76.

23. X-ray analysis of the powder of micro- and nanometer fractions, obtained from wastes of alloy Т15К6 in aqueous medium / Ageeva E.V., Ageev E.V., Pikalov S.V., Vorobiev E.A., Novikov A.N. // Журнал нано- и электронной физики. 2015. Т. 7. № 4. С. 04058.

24. Электроэрозионные порошки микро- и нанометрических фракций для производства твердых сплавов / Латыпов Р.А., Агеева Е.В., Кругляков О.В., Латыпова Г.Р. // Электromеталлургия. 2016. № 1. С. 16-20.

25. Elemental composition of the powder particles produced by electric discharge dispersion of the wastes of a VK8 hard alloy / Latypov R.A., Latypova G.R., Ageev E.V., Altukhov A.Y., Ageeva E.V. // Russian Metallurgy (Metally). 2017. Т. 2017. № 12. С. 1083-1085.

26. Восстановление распределительного вала дизельного двигателя/ Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Латыпова Г.Р.// Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 2 (5). С. 146-150.

27. Оценка относительной прочности соединения металлов на этапе схватывания при сварке давлением/ Латыпова Г.Р., Латыпов Р.А., Булычев В.В., Агеев Е.В.// Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 102-110.

28. Исследование и разработка технологии восстановления вала ротора турбокомпрессора электроискровой обработкой электроэрозионными наноматериалами/ Латыпов Р.А., Денисов В.А., Агеев Е.В.// Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 2 (5). С. 141-146.

29. Свойства электроэрозионных порошков, используемых в производстве твердосплавных заготовок/ Кругляков О.В., Угримов А.С., Осьминина А.С., Агеев Е.В.// Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 1 (1). С. 119-121.

30. Исследование свойств спеченных заготовок из порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов быстрорежущей стали/ Агеев Е.В., Карпенко В.Ю.// Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 4 (7). С. 10-16.

Ageeva Ekaterina Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor

Podanov Vadim Olegovich, PhD student

Horyakova Natalia Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Pikalov Sergey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Novikov Evgeny Petrovich, Candidate of Technical Sciences, S.N.S.

Sabelnikov Boris Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer

Korolev Mikhail Sergeevich, PhD student

Southwest State University, Kursk, Russia

X-RAY SPECTRAL MICROANALYSIS OF A HEAT-RESISTANT ALLOY MADE FROM POWDERS OBTAINED BY ELECTRODISPERSION OF THE ZHS6U ALLOY IN KEROSENE*

The results of X-ray spectral microanalysis of a heat-resistant alloy made of powders obtained by electrodispersing the alloy ZhS6U in kerosene are presented. Carrying out the planned activities will solve the problem of resource conservation and import substitution of heat-resistant alloys.

**The work was supported by a grant from the President of the Russian Federation (NSH-596.2022.4).*

Key words: waste of heat-resistant alloy ZhS6U, electroerosive dispersion, kerosene, powder, spark plasma sintering, heat-resistant alloy.

ПРИМЕНЕНИЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ-20 В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ: СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аксенов Денис Сергеевич, аспирант

aksenov.denny@gmail.com

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В этой статье рассмотрены основные характеристики титанового сплава ВТ-20, его применения в электротехнологиях, а также способы его производства и обработки

Ключевые слова: материаловедение, электротехнологии, титан, титановый сплав ВТ20, прочность, коррозионная стойкость, деформируемый сплав, жаропрочность.

В электротехнологиях материалы играют важную роль в конструкции и производстве многих компонентов, в том числе проводов, кабелей, электродов и других элементов. Каждый материал имеет свои уникальные свойства, которые могут влиять на его способность передавать электрический ток или выдерживать тепловые нагрузки.

Титан является одним из самых прочных и легких металлов в мире. Титановые сплавы, такие как ВТ-20, имеют высокую прочность и стойкость к коррозии. Это

делает их идеальным выбором для использования в электротехнологиях, где требуется высокая прочность и долговечность при работе в агрессивной среде.

Титановый сплав ВТ-20 является одним из самых распространенных титановых сплавов, используемых в электротехнологиях.

Характеристики титанового сплава ВТ-20:

Титановый сплав ВТ-20 состоит из 90% титана, 6% алюминия и 4% ванадия. Данный сплав обладает высокой прочностью и стойкостью к коррозии. Он также устойчив к высоким температурам, что делает его идеальным материалом для использования в электротехнологиях.

Технологические свойства титановых сплавов существенно отличаются от свойств основных конструкционных сплавов на основе железа и алюминия из-за присущих им различий в уровне физических свойств

Наиболее важные факторы, влияющие на разработку технологии и выбор режимов обработки титановых сплавов, следующие:

Низкая теплопроводность титана и его сплавов практически в 15 раз ниже, чем у алюминия и его сплавов, и примерно в 5 раз ниже, чем у железа и сталей (табл. 1).

Таблица 1 - Основные физические свойства алюминия, титана, железа

Свойства металлов	Алюминий	Титан	Железо
Плотность, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	2698	4540	7874
Температура плавления, $T_{пл}, ^\circ\text{C}$	660	1665	1535
Теплопроводность, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{K}}$	238	15,5	72,4
Коэффициент термического расширения, $\alpha \cdot 10^6, \frac{1}{^\circ\text{C}}$	23,86	8,35	11,7
Теплоемкость, $\text{С}, \frac{\text{Дж}}{\text{г}} \cdot \text{K}$	0,9	0,52	0,45
Удельное электросопротивление, $\text{нОм} \cdot \text{м}$	26,5	420	97,1
Модуль упругости, Е, ГПа	70,6	103	200

Значения теплопроводности, теплоемкости, плотности титана и его сплавов таковы, что их температуропроводность – наиболее важная характеристика многих процессов теплообмена – примерно в 15 раз ниже, чем у алюминиевых сплавов, и в 3,5 раза меньше, чем у сталей. следствием этого являются значительные перепады температур по сечению слитков и заготовок при нагреве и возникновение значительных термических напряжений, которые могут приводить к образованию трещин. это обуславливает ограничение скоростей нагрева, особенно слитков и заготовок большого размера. При неблагоприятном выборе режимов индукционного нагрева слитков возможно даже расплавление подповерхностных слоев и

выплескивание жидкого металла при последующей деформации. При охлаждении заготовок из титана и его сплавов из-за значительного градиента температур наблюдается быстрое захлаживание острых углов, тонких элементов сечений заготовок, что сильно затрудняет обеспечение равномерной деформации и может приводить к растрескиванию металла [1].

Титановые сплавы, а в частности ВТ-20, используется во многих компонентах электротехники, включая провода, кабели, электроды и другие элементы. Он имеет высокую прочность и стойкость к коррозии, что делает его идеальным для использования материалом.

Также титановый сплав ВТ-20 широко применяется в производстве турбин, компрессоров и других элементов воздушных и космических двигателей. Эти элементы работают в условиях высоких температур и давления, поэтому требуются материалы, способные выдерживать экстремальные нагрузки и сохранять свои свойства на протяжении длительного времени. Титановый сплав ВТ-20 идеально подходит для этих условий благодаря своей высокой прочности и стойкости к коррозии.

Важно отметить, что титановые сплавы в целом имеют некоторые ограничения при использовании в электротехнологиях. Например, они не являются самыми электропроводными материалами, и их использование может приводить к некоторому снижению эффективности электрических компонентов. Тем не менее, это ограничение можно преодолеть с помощью специальных методов обработки, таких как напыление тонких слоев металла на поверхности компонента.

Кроме того, титановые сплавы могут быть довольно дорогостоящими материалами, что может быть проблемой для некоторых применений. Однако, их долговечность и высокая производительность часто оправдывают их стоимость [2].

Еще одним применением титанового сплава ВТ-20 является ее использование в медицинских имплантах. Титан является биосовместимым материалом, который не вызывает аллергических реакций и не отторгается организмом. Титановый сплав ВТ-20 используется в производстве медицинских имплантатов, таких как зубные импланты, костные пластины и другие изделия, где требуется высокая прочность и долговечность.

Титановый сплав ВТ-20 производится методом вакуумной индукционной плавки. Этот метод позволяет получить высококачественный материал с высокой чистотой. После плавки сплава происходит его прокат и обработка, что позволяет получить необходимую форму и размеры.

Обработка титанового сплава ВТ-20 может быть сложной задачей из-за его высокой прочности. Титановые сплавы обычно труднообрабатываемы, поэтому для их обработки требуются специальные инструменты и оборудование. Обработка может включать в себя фрезерование, сверление, растачивание и другие методы.

Также титановый сплав ВТ-20 обладает хорошими свойствами при работе в агрессивной среде, что позволяет использовать ее в условиях, где материалы, такие

как сталь, могут быстро корродировать. Это свойство делает его идеальным материалом для применения в морской технике и нефтяной промышленности, где требуется высокая коррозионная стойкость.

Титановый сплав ВТ-20 также имеет относительно низкий вес, что делает его возможным в использовании, где требуется высокая прочность при минимальном весе. Например, он может использоваться для производства легких и прочных компонентов авиационной техники, что позволяет снизить расход топлива и увеличить дальность полета [3].

В заключение, титановый сплав ВТ-20 — это материал с широким спектром применения в электротехнологиях и других отраслях промышленности. Процесс производства и обработки титанового сплава ВТ-20 требует специализированного оборудования и высокой квалификации персонала, но результатом является материал высочайшего качества, который может использоваться в самых требовательных условиях [4].

Несмотря на некоторые ограничения в использовании титановых сплавов в электротехнологиях, эти материалы все еще остаются одними из самых востребованных в высокотехнологичных процессах. Будущее развитие технологий и научных исследований может привести к еще более широкому применению титановых сплавов и других новых материалов в электротехнологиях и других отраслях промышленности.

Одним из возможных направлений развития титановых сплавов и других материалов, используемых в электротехнологиях, может быть, исследование новых методов производства и обработки, которые позволят добиться еще лучших свойств материалов. Также, исследования в области нанотехнологий могут привести к созданию новых титановых сплавов с уникальными свойствами [5].

Кроме того, важно улучшать методы испытания и контроля качества титановых сплавов ВТ-20 и других материалов, используемых в электротехнологиях, чтобы обеспечить их надежность и долговечность в экстремальных условиях работы.

Список литературы

1. Илларионов А. Г. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учебное пособие / А. Г. Илларионов, А. А. Попов; [науч. ред. С. Л. Демаков]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 137 с. – ISBN 978-5-7996-1096-8.
2. Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Новиков Е.П. Разработка и исследование порошковых электродов для сварки и наплавки деталей из алюминиевых и титановых сплавов. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019;23(3):18-32
3. Анализ современной ситуации в области применения титановых сплавов и их роль в промышленности/ Аксенов Д.С., Агеева Е.В. // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых, том 4; Юго-Зап. гос. ун-т. – 2022. – С.176-178
4. Исследование элементного состава титановых сплавов методом рентгенофлуоресцентного анализа // Аксенов Д.С., Агеева Е.В. // Современные материалы, техника и технология сборник научных статей 12-й международной научно-практической конференции Юго-Зап. гос. ун-т. – 2022. – С.46-52

5. Получение порошковых материалов в процессе электроэрозионного диспергирования отходов титанового сплава вт-20 в дистиллированной воде // Аксенов Д.С // 8-я Всероссийская национальная научно-практическая конференция «Проблемы развития современного общества», том 4. Юго-Зап. гос. ун-т. – 2022. – С.201-204.

Aksenov Denis Sergeevich, PhD student

South-West State University, Russia

APPLICATION OF TITANIUM ALLOY VT-20 IN ELECTROTECHNOLOGIES: PROPERTIES AND APPLICATION PROSPECTS

In this article the main characteristics of the titanium alloy VT-20, its application in electrotechnologies, as well as methods of its production and processing are considered

Keywords: material science, electrical engineering, titanium, titanium alloy VT-20, strength, corrosion resistance, deformable alloy, heat resistance.

УДОБСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛИС В СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ

Антипина Оксана Николаевна, студент

(Ksusha2915@gmail.com)

Донской государственный технический университет

В статье автор пытается проанализировать актуальность и удобство использования ПЛИС в современных цифровых системах.

Ключевые слова: обработка сигналов; FPGA; CPLD, ПЛИС.

Микроконтроллер – это микросхема которая содержит в себе процессор, память, ПЗУ и различную периферию. Первый микроконтроллер появился в 1971 году и с тех пор их производство во много раз превышает производство процессоров, а потребность в них увеличивается.

Каждый микроконтроллер имеет свою собственную архитектуру, которая представляет из себя конкретный набор решений и средств отступить от которых никак не получится. Разработчики, используя определенный набор команд могут взаимодействовать с окружающей средой, считывая данные как с цифровых, так и с аналоговых входов и отправлять сигналы различным устройствам используя выходы.

Программируемые интегральные логические схемы (сокращенно – ПЛИС) используются для создания цифровых интегральных схем. Главное отличие таких схем состоит в том, что они не имеют собственной архитектуры, логика их работы определяется посредством программирования, то есть разработчик, используя базовые логические элементы сам создает архитектуру. Это позволяет, не меняя сам чип создать целый ряд различных проектов. Единственным чем ограничен разработчик, это количество программируемых блоков, число которых зависит от модели схемы. Также преимуществом ПЛИС является возможность параллельной

работы программируемых блоков, тогда как микроконтроллер может выполнять задачи только последовательно.

Отдельное преимущество ПЛИС состоит в том, что, изучив один язык описания аппаратуры (HDL) Verilog можно программировать любой ПЛИС линейки одного производителя. Модули в языке Verilog значительно упрощают разработку цифровых микросхем, разработанный и отлаженный модуль будет работать правильно независимо от проекта в целом. Удобство данных модулей также выражается в их заимствовании. Можно взять чужой модуль, чтобы применить его в своем проекте.

Структура ПЛИС основана на булевой алгебре и содержит в себе логические элементы: конъюнкторы, дизъюнкторы, инверторы, буферные элементы с прямыми, инверсными и тристабильными выходами, исключающее «ИЛИ», триггеры D- и T-типа, мультиплексоры. Так как любая логическая функция может быть представлена в виде суммы произведений – дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ), базовыми структурными компонентами ПЛИС являются матрицы элементов «И» и «ИЛИ».

На данный момент существует две актуальные архитектуры ПЛИС:

1) Complex Programmable Logic Device (CPLD) или Программируемая Логическая Интегральная Микросхема это и есть ПЛИС в классическом ее понимании. Содержит в себе встроенную энергонезависимую память, которая хранит в себе прошивку. Строятся данные виды схем в основном на логических блоках или матрице макроячеек. Содержат сравнительно небольшое число элементов от 100 до 1000 штук. Данный вид ПЛИС выполняет не сложные задачи и используется там, где не требуется сложная логика, но необходима скорость и большое количество выводов, а благодаря своей относительной простоте они являются достаточно дешевыми в производстве.

CPLD часто используется для расширения количества портов входа/выхода для других устройств или для создания моста между различными интерфейсами. ПЛИС также можно использовать для мониторинга других устройств или управления последовательностью включения различных источников питания.

2) Field-Programmable Gate Array (FPGA) или Программируемая Пользователем Вентильная Матрица — это более сложные и развитые устройства в сравнении с CPLD. Они содержат блоки умножения-суммирования, которые применяются при обработке сигналов, а также логические элементы и их блоки коммутации. FPGA обычно используется для обработки сигналов, имеют большее количество логических элементов и более гибкую архитектуру, чем CPLD. Прошивка для FPGA хранится в распределённой памяти, которая может быть выполнена как на основе энергозависимых ячеек – в этом случае программа не сохраняется при исчезновении электропитания микросхемы, так и на основе энергонезависимых ячеек flash-памяти – в этих случаях программа сохраняется при исчезновении электропитания. Если программа хранится в энергозависимой памяти, то при каждом включе-

нии питания микросхемы необходимо заново конфигурировать её при помощи начального загрузчика, который может быть встроен и в саму FPGA. Также в FPGA помимо простейших элементов могут содержаться готовые блоки для выполнения каких-либо операций, это позволяет реализовывать более сложные устройства.

Благодаря своей логической емкости и производительности матриц FPGA нашли свое применение в устройствах в которых производится обработка сигналов и векторные или матричные вычисления, а именно в радиолокационных установках, системах радиотехнической разведки, системы обработки изображений и обработке сигналов. Главным критерием в такого рода устройствах является быстродействие. Матрицы FPGA благодаря своей способности выполнять большие параллельные вычисления работая при этом на невысоких тактовых частотах и потребляя при этом меньше энергии обходит своих конкурентов в производительности.

В статье были рассмотрены основные принципы использования ПЛИС в современных цифровых системах, а также их преимущества и недостатки. Таким образом, можно сделать следующее заключение: на данный момент ПЛИС является удобным и гибким инструментом для реализации параллельных независимых друг от друга вычислений в одном устройстве. В зависимости от вида ПЛИС, их можно использовать как в простых устройствах, так и для сложнейших устройств с высоким требованием к производительности.

Список литературы

1. ПЛИС. Заметки начинающего. — Текст: электронный // easyelectronics: [сайт]. — URL: <http://we.easyelectronics.ru/blog/plis/1540.html> (дата обращения: 22.03.2023).
2. Сделай шаг к плис. — Текст: электронный // bumotors: [сайт]. — URL: <https://bumotors.ru/programmy-dlya-programmirovaniya-plis-sdelai-shag-k-plis.html> (дата обращения: 22.03.2023).
3. Что такое ПЛИС простым языком для начинающих. — Текст: электронный // Электрик Инфо: [сайт]. — URL: <http://elektrik.info/microcontroller/1501-chto-takoe-plis-prostym-yazykom-dlya-nachinayuschih.html> (дата обращения: 22.03.2023).

*Antipina Oksana Nikolaevna, student
(Ksusha2915@gmail.com)*

Don State Technical University

EASE OF USE OF FPGAS IN MODERN DIGITAL SYSTEMS

In the article, the author tries to analyze the relevance and usability of FPGAs in modern digital systems.

Keywords: signal processing; FPGA; CPLD, FPGA.

РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЕЕ КОМПЕНСАЦИИ*Антипина Оксана Николаевна, студент**(Ksusha2915@gmail.com)**Донской государственный технический университет*

В данной статье обоснована актуальность необходимости компенсации реактивной мощности, приведены мероприятия по компенсации реактивной мощности, способствующие энергосбережению предприятия.

Ключевые слова: реактивная мощность; компенсация реактивной мощности; энергосбережение.

Стремительное развитие современной техники и технологий вызывает рост электропотребления во всех секторах экономики. При нормальных условиях все потребители электрической энергии, режим которых сопровождается постоянным возникновением электромагнитных полей (электродвигатели насосов и компрессоров, тиристорные преобразователи, осветительные элементы и т.д.), нагружают сеть как активной, так и реактивной составляющими полной потребляемой мощности.

Учитывая высокую плотность нагрузки, постоянное наличие перетоков реактивной составляющей мощности приводит к значительным потерям электроэнергии в распределительных сетях. И реактивная мощность зачастую является определяющим фактором величины потерь – при коэффициенте мощности менее 0,7 потери от составляющей РМ стремительно увеличиваются, в следствие чего необходимо вести мероприятия по компенсации РМ.

Основным показателем эффективности компенсации реактивной мощности является величина интегральных дисконтированных затрат, связанных с передачей реактивной мощности по электрическим сетям всех классов напряжений – от генераторов электрических станций до мест установки компенсирующих устройств. С точки зрения уменьшения этих затрат, компенсирующие устройства должны устанавливаться как можно ближе к электроприемникам. В таком случае потери электроэнергии снижаются как в сетях потребителей, так и в сетях энергоснабжающих организаций.

При применении компенсирующих устройств необходимо учитывать ограничения по следующим техническим и режимным требованиям:

1. по необходимому резерву мощности в узлах нагрузки;
2. по располагаемой реактивной мощности на шинах ее источника;
3. по отклонениям напряжения;
4. по пропускной способности электрических сетей.

Обычно энергосберегающие мероприятия выбираются с использованием простых экономических методов (типа срока окупаемости) – в связи с этим, наибольшее распространение получают мероприятия с максимальным экономическим эф-

фактом. При этом, не всегда полностью учитывается технический эффект этих мероприятий. Самыми распространёнными мероприятиями являются в первую очередь, организационные. К ним и относится мероприятие по оптимизации загрузки асинхронных двигателей и трансформаторов (естественная компенсация реактивной мощности) – что приводит к уменьшению потребления реактивной мощности (увеличению $\cos\varphi$) – ведь РМ обладает значительным потенциалом энергосбережения. Однако при этом не всегда учитывается низкое качество электроэнергии (КЭ), которое приводит к перегрузке электрооборудования, что в итоге (вместе с оптимизацией загрузки – без учёта КЭ) влечёт сокращение срока службы этого электрооборудования. А это снижает надёжность электроснабжения и увеличивает расходы финансов на обслуживание.

При этом, если оптимизация загрузки происходит путём замены на электрооборудование меньшей мощности, то такое мероприятие эффективно – ввиду снижения удельных потерь ЭЭ и затрат на обслуживание (обновление электрооборудования, но с необходимостью исключения его ускоренного износа). Исключение ускоренного износа необходимо также для обеспечения надёжности электроснабжения, которая снижается также и на этапе приработки (рис. 1). Поэтому, мероприятия именно по обновлению электрооборудования – не совсем идеальны по надёжности электроснабжения.

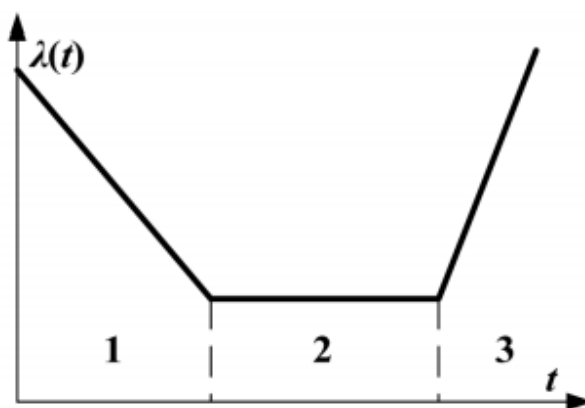


Рисунок 1. «Изменение интенсивности отказов $\lambda(t)$ во времени:
1 – этап приработки; 2 – этап нормальной эксплуатации ($\lambda(t)=\text{const}$);
3 – этап интенсивного износа» [2, с. 189]

А само нарушение бесперебойности ЭС тоже приводит к увеличению потребления ЭЭ – на перезапуск электрооборудования.

При этом, затраты на мероприятия по повышению надёжности ЭС – в основном, сопоставляются с ущербом от нарушения бесперебойности ЭС. А при определённых условиях (горные территории) – мероприятие по повышению надёжности ЭС (внедрение собственного источника питания – в виде гидроэлектростанции) приводит не только к повышению надёжности ЭС (ввиду исключения «хруп-

ких» линий электропередач в горных условиях), но и снижает потери ЭЭ при передаче и её себестоимость. В связи с этим, при энергосбережении нужно учитывать не только потери ЭЭ, но и КЭ, и надёжность ЭС. Поэтому, оптимизация загрузки электрооборудования не совсем эффективна, т.к. влияет только на $\cos\varphi$ (повышая его), но при этом снижает срок службы электрооборудования и не повышает КЭ (кроме снижения потерь напряжения – из-за низкого $\cos\varphi$ (рис. 2)).

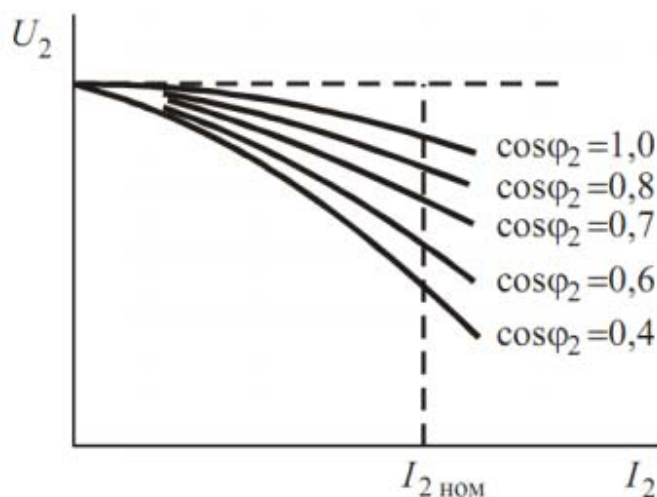


Рисунок 2. Зависимость потери напряжения в трансформаторе от $\cos\varphi$ на вторичных зажимах [1]

В связи с этим, более значимым мероприятием по повышению $\cos\varphi$ является искусственная компенсация РМ с помощью статических компенсаторов.

Статические компенсаторы реактивной мощности являются перспективным средством рациональной компенсации реактивной мощности из-за присущих им положительных свойств, таких, как быстродействующее регулирование, подавление колебаний напряжения, симметрирование нагрузок, отсутствие вращающихся частей, плавность регулирования реактивной мощности, выдаваемой в сеть. Установленная мощность синхронного компенсатора при одном и том же графике реактивной нагрузки будет меньше, чем установленная мощность статического КУ. Синхронные компенсаторы обладают всеми недостатками вращающихся машин и имеют меньшее быстродействие по сравнению со статическими компенсаторами. Кроме того, в статических КУ возможно по фазное управление [3].

Статические компенсаторы реактивной мощности являются перспективным средством рациональной компенсации реактивной мощности из-за таких положительных свойств: быстродействие регулирования, подавления колебаний напряжения, симметрирование нагрузок, отсутствие вращающихся частей, плавность регулирования реактивной мощности, выдаваемой в сеть и т. д. Поэтому в настоящее время уделяется большое внимание их разработке и освоению, как в нашей стране, так и за рубежом.

Список литературы

1. Бурман А.П. Розанов Ю.К. Шакарян Ю.Г. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем. – М.: МЭИ, 2012. – 360 с.
2. Дубинин В.Н. О структурности энергосбережения// Повышение эффективности процессов производства, распределения и потребления электроэнергии для устойчивого развития мировой энергетики. – 2018. – С. 188-191.
3. Щеглов Г.А. Компенсация мощности и ее польза// Сборник тезисов VII региональной молодёжной конференции им. в. и. шпилемана "проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири". – 2019. – С. 237-241.

*Antipina Oksana Nikolaevna, student
Don State Technical University*

REACTIVE POWER AND MEASURES FOR ITS COMPENSATION

This article substantiates the urgency of the need for reactive power compensation, provides measures for reactive power compensation that contribute to energy saving of the enterprise.

Keywords: reactive power; reactive power compensation; energy saving.

**РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ**

*Антипина Оксана Николаевна, студент
(Ksusha2915@gmail.com)*

Донской государственный технический университет

В статье описана автоматизированная система, которая предназначена для обеспечения надежности работы электрических систем. Данная система позволяет в режиме онлайн измерять мощности трансформаторов, протекающий ток через элементы сети, ток короткого замыкания, генерируемую энергию, потребляемую энергию, потери мощности.

Ключевые слова: автоматизированная система диспетчерского управления, баланс мощности, вырабатываемая энергия, потребляемая энергия, регулирование энергии, качество электроэнергии.

На сегодняшний день существуют разнообразное множество АСДУ, предназначенных для надежной работы электрических сетей. Системы АСДУ представляют собой совокупность различных средств, включая технические, аппаратные и программные, которые служат для автоматизации сложной работы оборудования и персонала, а также обеспечивают рациональный контроль с диспетчерских пультов и пунктов. АСДУ имеют ряд существенных преимуществ.

Основными достоинствами этих систем можно назвать следующее:

- Снижение влияние человеческого фактора, что благоприятно сказывается на проценте ошибок;
- Обеспечивание непрерывного контроля за всеми инженерными системами с диспетчерских пультов;

- Значительное упрощение документооборота и составление отчетов;
- Оперативное реагирование в самые кратчайшие сроки в случае аварийных ситуаций;
- Обеспечение возможности учета всех индивидуальных особенностей организации на стадии проектирования системы;
- Повышения эффективность работы предприятия.

В любом здании существует несколько инженерных систем. АСДУ могут контролироваться различные подсистемы, что упрощает управление и учет ресурсов. Чаще всего, этими подсистемами являются:

- Безопасность и видеонаблюдение;
- Отопление и водоснабжение;
- Электропитание;
- Доступ свежего воздуха, вентиляция;
- Пожарная система, контроль над возникновением и устранением возгораний.

В состав программно-технических средств АСДУ должны входить[3]:

- подсистема диспетчерского управления и сбора данных (оперативный информационный управляющий комплекс (ОИУК));
- подсистема задач планирования и оперативного управления режимами единой, объединенных энергосистем или энергосистемы;
- подсистема сервиса базы данных, предназначенная для обслуживания других подсистем АСДУ в части хранения и предоставления доступа к информации;
- подсистема сбора и передачи информации (ССПИ).

Целью проводимых исследований является обеспечение бесперебойного и надежного электроснабжения потребителей [1].

Для этого была разработана автоматизированная система, которая в режиме реального времени производила бы измерение уровня напряжения, мощности, протекаемой по линии и следила бы за любыми изменениями этих величин.

Существующие системы АСДУ выполняют большой объем работ, и поэтому для нашей задачи они не подходят. Было принято решение разработать отдельное, самостоятельное приложение [2].

Предлагаемая автоматизированная система будет вести учет и контроль качества электроэнергии.

Разрабатываемая система должна обеспечивать:

- многотарифный учет вырабатываемой и потребляемой энергии;
- учет возникающих потерь;
- расчет баланса мощности;
- контроль показателей качества электроэнергии;
- контроль состояния объектов, средств измерений, технических и программных средств системы;
- прогнозирование и регулирование потребления и выработки электроэнергии;
- формирование учетных показателей для ОРЭ.

Для разработки данной системы использовалось следующее программное обеспечение:

- для создания базы данных Microsoft Access [4];
- для разработки приложения Borland Delphi.

При запуске приложения открывается главное окно, которое содержит следующие пункты меню: «Действия», «Правка», «Вид», «Параметризация», «Настройки», «Окно», а также меню «Справка».

Меню «Действия», «Правка», «Вид», «Окно» и «Справка» содержат стандартный набор действий, команд для управления окнами и файлом и в дополнительных комментариях не нуждаются.

Алгоритм работы программы приведен на рисунке 1.

Данная АСУ позволяет в режиме онлайн измерять мощности трансформаторов, протекающий ток через элементы сети, ток короткого замыкания, генерируемую энергию, потребляемую энергию, потери мощности, небаланс. Все измеренные данные заносятся в базу данных. Данная программа позволяет вести контроль за параметрами сети.

Вывод: Сегодня для управления процессами в электроэнергетике существует разнообразное множество автоматизированных систем. На рынке представлен большой спектр программного обеспечения. Все АСДУ имеют высокую стоимость. И их внедрение требует, как материальных, так и материальных затрат со стороны руководства предприятия.

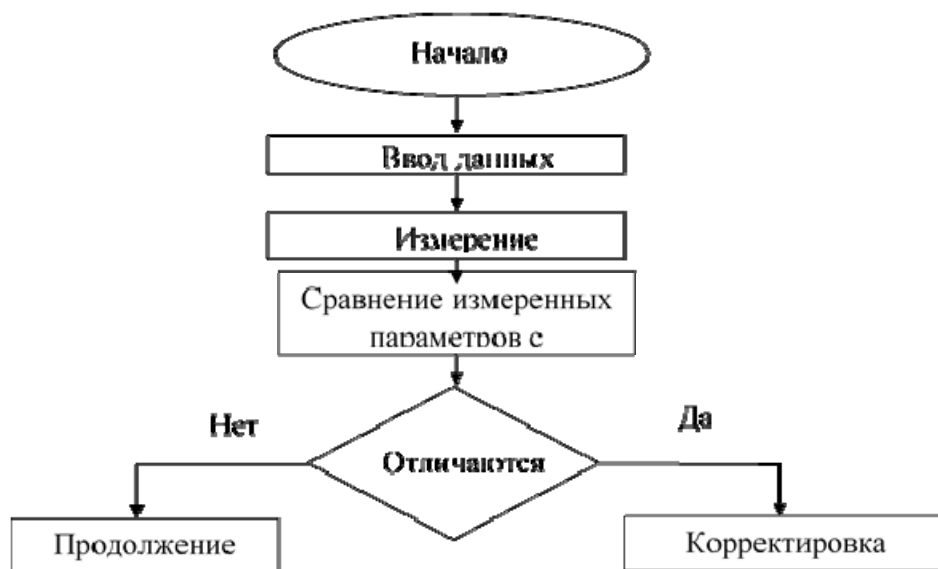


Рисунок 1. Алгоритм работы АСДУ

Заключение

Разработанная нами автоматизированная система имеет узкий профиль. Данная сфера деятельности предприятия является наиболее важной и ее автоматизация принесет наибольшую прибыль.

Список литературы

1. Система диспетчеризации и мониторинга инженерных систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.norvix.ru/services/sistema_dispatcherizacii/ (дата обращения 22.03.2023)
2. Проектирование АСДУ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.smis-expert.com/pages/uslugi/proektirovanie/proektirovanie-asdu.html> (дата обращения 11.05.2020)
3. Плескунов, М. А. Задачи сетевого планирования : учебное пособие /М. А. Плескунов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 92 с.
4. Стивенс Р. Программирование баз данных/ Р.Стивенс; Пер.с англ.- 2-е изд.- М.: Бином-Пресс, 2010.- 384с.

*Antipina Oksana Nikolaevna, student
(Ksusha2915@gmail.com)*

Don State Technical University

EXPANDING THE CAPABILITIES OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM

The article describes an automated system that is designed to ensure the reliability of electrical systems. This system allows online measurement of transformer power, current flowing through the network elements, short circuit current, generated energy, consumed energy, power loss.

Keywords: automated dispatch control system, power balance, generated energy, consumed energy, energy regulation, electricity quality.

ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ

Артемов Павел Леонидович, студент
(e-mail: nibetne@mail.ru)

Осипов Александр Петрович, к.т.н., доцент
(e-mail: 12345655@mail.ru)

*Самарский государственный технический университет,
филиал в городе Сызрань*

Были проанализированы существующие технические решения гашения колебаний и сбора бросовой энергии колебаний. На их основе разработана новая конструкция динамического гасителя колебаний, который в ходе гашения колебаний часть энергии колебаний преобразует в электрическую энергию и накапливает её.

Ключевые слова: накопление энергии вибраций, динамический гаситель колебаний, электродинамический демпфер.

Колебания являются причиной переменных напряжений и усталости материала колеблющихся конструкций, что ведёт к их разрушению. Поэтому гашение колебаний является актуальной задачей.

Целью работы является повышение эффективности динамических гасителей колебаний за счёт превращения части механической энергии колебаний в электрическую и её накопления. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести информационный поиск существующих технических решений гашения колебаний и сбора бросовой энергии. Проанализировать найденные решения.

2. Разработать новую конструкцию на основе аналогов.

3. Сделать выводы и дать рекомендации по дальнейшей работе.

Согласно справочнику [1] работа динамических гасителей основана на формировании силовых воздействий, передаваемых на объект. Изменение вибрационного состояния объекта при присоединении динамического гасителя может осуществляться как путём перераспределения колебательной энергии от объекта к гасителю, так и в направлении увеличения рассеяния энергии колебаний. Первый способ реализуется в инерционных динамических гасителях колебаний, второй - в поглотителях колебаний. Гасители колебаний, совмещающие эти два метода, называют динамическими гасителями с трением.

В диссертации [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] предложена конструкция, содержащая катушку индуктивности, внутри которой находится магниты. Магниты закреплены на оси, которая связывает их с объектом защиты от вибраций. При колебаниях объекта защиты магниты перемещаются внутри катушки возвратно-поступательно. В катушке возникает магнитное поле, препятствующее перемещению магнитов. Катушка включена в электрическую цепь, содержащую регулируемое активное сопротивление. Часть энергии, перешедшей в электрическую энергию, рассеивается на активном сопротивлении. В работе также изложена методика расчёта этой конструкции. Недостатком конструкции является то, что энергия колебаний, преобразованная в электрическую, рассеивается, а не накапливается.

В работе [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] изложены результаты эксперимента по гашению колебаний троса вантового моста. Для этого был использован гаситель колебаний, отличающийся от рассмотренного в работе [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] тем, что электрическая цепь содержит аккумулятор, который накапливает, а не рассеивает электрическую энергию. Он также содержит катушку индуктивности, внутри которой помещены магниты на оси. Ось соединяется с колеблющимся тросом. Результаты эксперимента показали, что коэффициент демпфирования троса при установке данного гасителя колебаний увеличился с 0,5% до 1,5-2%. Недостатком в представленной конструкции является то, что её сложно использовать для гашения колебаний высотных сооружений, так как соединить ось с объектом защиты на большой высоте затруднительно.

В авторском свидетельстве [1] описана конструкция динамического гасителя колебаний, содержащего колеблющуюся массу. На колеблющейся массе закреп-

лён индуктивный контур, который колеблется в поле постоянного магнита и соединён с электрической цепью. Электрическая цепь включает катушку индуктивности, конденсатор и активное сопротивление. Энергия колебаний переходит в энергию электрического тока, которая рассеивается на активном сопротивлении. Недостатком данного гасителя колебаний является то, что индуктивный контур движется вместе с проводами, соединяющими его с электрической цепью и это создаёт неудобства при эксплуатации данного гасителя колебаний.

Динамический гаситель колебаний из авторского свидетельства [1] был принят за прототип.

Предлагаемый гаситель колебаний отличается от прототипа тем, что подвижным элементом является не катушка индуктивности, как в прототипе, а магнит. Катушка прикреплена к объекту защиты от вибраций. Магнит вместе с инертной массой движется внутри катушки. Также новый гаситель отличается от прототипа тем, что при гашении колебаний происходит не рассеяние электрической энергии, а её накопление как и в работе [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Расчётная схема для данного динамического гасителя представлена на рис. 1.

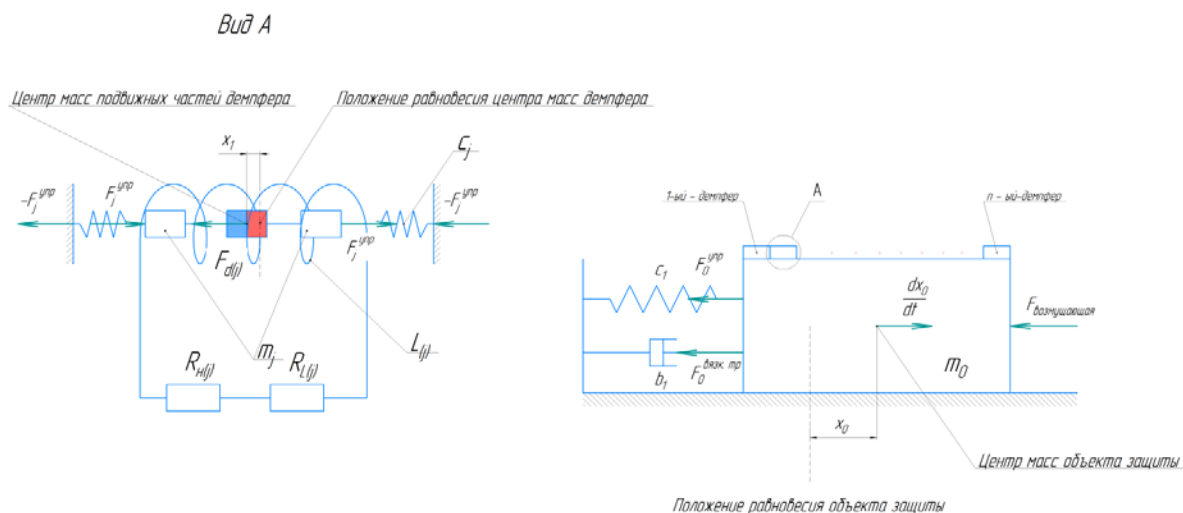


Рисунок 1 – Расчётная схема

На этой расчётной схеме введены следующие обозначения:

x_0 и x_j – отклонение объекта защиты и массы в демпфере от положения равновесия соответственно;

m_0 – масса объекта защиты от вибраций, m_j – масса демпфера;

c_0 и c_j – жёсткость объекта защиты и пружин в демпфере под номером j соответственно;

b_0 – коэффициент вязкого трения;

F – возмущающая сила; F_d – электромагнитная сила сопротивления;

R_L – сопротивление катушки индуктивности, R_H – сопротивление нагрузки.

Была разработана математическая модель, в которой силы сухого трения не были учтены. Уравнения (1) описывают движение представленной механической системы.

$$\begin{cases} \ddot{x}_0 = \frac{1}{m_0} \left(F - c_0 x_0 - b_0 \dot{x}_0 + \sum_{j=1}^n c_j x_j \right) \\ \ddot{x}_j = \frac{-c_j (x_j - x_j^0) - F_{d(j)}}{m_j} - \ddot{x}_0 : j = 1, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Согласно диссертации [Ошибка! Источник ссылки не найден.], сила сопротивления F_d пропорциональна току, протекающему в электрической цепи (2). Электрический ток определяется по уравнению (3).

$$F_{d(j)} = K_t i \quad (2)$$

$$\frac{di_{(j)}}{dt} = \left(-\frac{R_H + R_L}{L} \right) i_{d(j)} + \frac{K_t}{L} \dot{x}_j \quad (3)$$

где коэффициент K_t – коэффициент пропорциональности, связывающий силу тока $i_{(j)}$ и силу сопротивления $F_{d(j)}$, а также скорость j -ого магнита и ЭДС, генерируемую в катушке благодаря движению магнита. Коэффициент K_t зависит от параметров магнита и катушки.

В результате проделанной работы на основе существующих технических решений разработана новая конструкция динамического инерционного гасителя колебаний, который в ходе гашения колебаний накапливает их энергию, отнимая её у колеблющейся конструкции. Также разработана математическая модель гашения колебаний при установке на колеблющийся объект предлагаемого гасителя колебаний.

Список литературы

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В.Н. Чаломей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибраций и ударов/ Под ред. К.В. Фролова. – 1981. – 456 с., ил.
2. Palomera-Arias, R. Passive Electromagnetic Damping Device for Motion Control of Building Structures. - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA, 2005.
3. Kye, S. Experimental Investigation on a Cable Structure Equipped with an Electrodynamic Damper and Its Monitoring Strategy through Energy Harvesting / Kye S, Jung H-J, Jung H-Y.// *Sensors*. – 2019. – №19(11):2631. <https://doi.org/10.3390/s19112631>
4. Авторское свидетельство № 632857 СССР, МПК F15F 15/00. Динамический гаситель колебаний : № 2442097/25-28 : заявл. 11.01.77; опубл. 20.11.78 / заявители В.И. Богданов, Н.М. Тимченко

Artemyev Pavel Leonidovich, student

(e-mail: nibetne@mail.ru)

Samara State Technical University, branch in Syzran, Syzran, Russia

Osipov Alexandr Petrovich, Cand.Tech.Sci., associate professor
(e-mail: 12345655@mail.ru)

Samara State Technical University, branch in Syzran, Syzran, Russia

ELECTROMAGNETIC MASS DAMPER

Abstract. *The existing technical solutions for damping vibrations and collecting waste energy of vibrations were analyzed. On their basis, a new design of a dynamic vibration dampener has been synthesized, which, during vibration damping, converts part of the vibration energy into electrical energy and accumulates it.*

Keywords: *vibration energy harvesting, tuned mass damper, electrodynamic damper, oscillation, metal structure.*

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЯГОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПЕРЕВОЗКЕ ГРУБЫХ КОРМОВ

Бабков Андрей Петрович, кандидат техн. наук, доцент,
(e-mail: babkov_ap@mail.ru)

Белюсов Николай Иванович, кандидат техн. наук, доцент,
(e-mail: belnikiva@mail.ru)

Маяков Алексей Сергеевич, магистрант,
(e-mail: Mayak0019@yandex.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье рассмотрена методика проведения тяговых испытаний транспортных средств на доставке грубых кормов: представлена схема участка для проведения тяговых испытаний, описаны условия проведения испытаний, методика определения основных показателей динамометрирования.

Ключевые слова: транспортный агрегат, динамометрирование, рабoтoмeр, тягoвoе сoпрoтивлeниe, стeпeнь зaгpузки.

На перевозке грубого корма используются тракторные прицепы общего и специального назначения, волокуши, другие средства разных марок и с различными технико-экономическими показателями [1,2,3].

В задачу исследований входит выбор транспортного агрегата с высокими технико-экономическими показателями.

Для проведения тяговых испытаний транспортных средств для перевозки сена был выбран участок поля и дороги с ровным микрорельефом. Уклон на участке динамометрирования, согласно характеристики поля, не превышал 2,5°. Чтобы исключить влияние угла склона поля и дороги на сопротивление машины, измерение его на контрольном участке осуществлялось при движении агрегатов в двух противоположных направлениях.

К атмосферным условиям, подлежащим определению при тяговых испытаниях относилась температура воздуха, атмосферное давление, сила и направление вет-

ра. Атмосферные условия характеризовались по данным метеорологической станции.

На выбранном для динамометрирования поле разбили участок длиной 500 м по схеме, показанной на рисунке 1. В середине участка разбили зачетную делянку длиной 100 м. По обе стороны делянки по концам участка остаются отрезки по 200 м для подготовки опыта.

При разбивке участка сначала провешивают центральную линию участка (на схеме показана штриховой линией). На концах зачетного участка устанавливают вешки высотой 1,9-2 м.

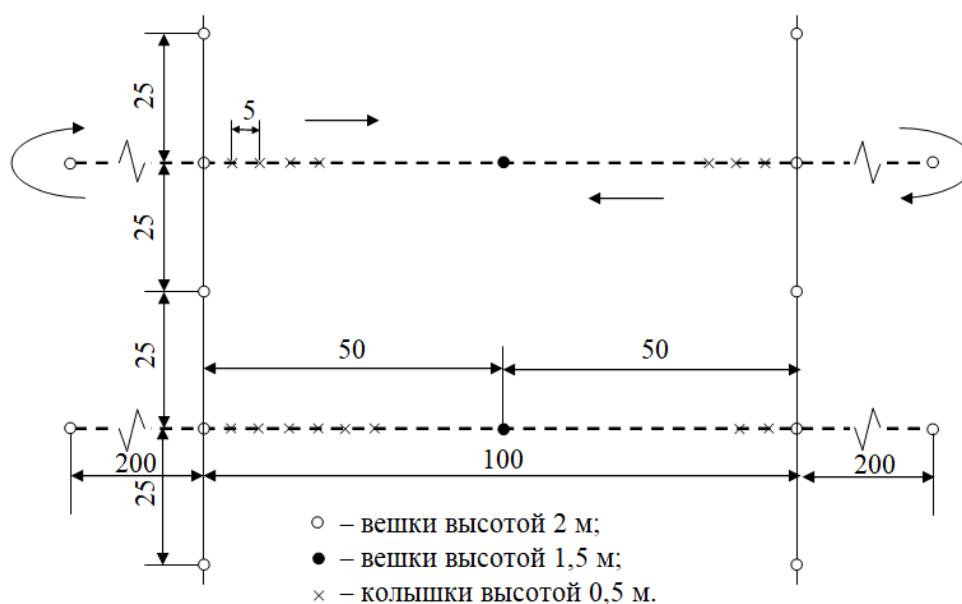


Рисунок 1 - Схема участка для проведения тяговых испытаний

На этой же линии, на пути подготовки опыта, на расстоянии 200 м от конца зачетного участка устанавливают вешки, вокруг которых происходит разворот трактора. По концам зачетного участка через 20-25 м расставляют вешки, которыми отбивают две линии, перпендикулярные к направлению движения транспортного агрегата. Вешки на этих линиях являются визирными; по ним засекают момент прохождения агрегатом начала и конца зачетного участка.

Прямой угол построен геометрическим построением прямоугольного треугольника с катетами, равными 3 и 4 м, и гипотенузой, равной 5 м. Построение ведут при помощи шпагата и колышков; базовой линией, на которой откладывают первый катет, является осевая линия участка.

При разбивке участка необходимо, кроме осевой линии, измерить также длинные стороны прямоугольника по крайним визирным вешкам. Если расстояние ме-

жду этими вешками будет одинаковым и равным 100 м, то некоторая неперпендикулярность визирных линий к осевой не имеет существенного значения. При разбивке участка по приведенной схеме ширина одной деланки составляет 50 м (по 25 м в каждую сторону от линии осевых вешек), что достаточно для свободного прохода агрегата.

Длину пути динамометрирования в 100 м установили исходя из точности определения скорости движения, тягового сопротивления и расхода топлива при трехкратной повторности, установленной по номограмме достаточно больших чисел.

Длина подготовительного пути зависит от времени подготовки опыта. При динамометрировании между опытами и в течение опыта на концах участка бывают остановки для записи показаний приборов и установки их в исходное положение, а также холостые ходы к точкам разворота [4,5]. Поэтому для установления устойчивого рабочего режима работы двигателя при динамометрировании требуется больше времени, чем при тормозных испытаниях. Для того чтобы подобрать и установить заданную нагрузку и при этой нагрузке достигнуть устойчивого режима работы двигателя трактора, требуется 2,5-3 мин. Для передач сельскохозяйственных тракторов этому времени подготовки опыта соответствует путь 200 м.

Для получения достоверных результатов при динамометрировании обязательен не только прогрев двигателя перед опытом, но также и трактора путем его работы под нагрузкой в течение 0,5-1 часа, чтобы привести в нормальное рабочее состояние все его узлы и механизмы [6].

Тяговое сопротивление транспортной машины, определяемое с помощью специального считающего динамометра (работомера) типа РТТК-АФИ в полевых условиях, подсчитывалось по счетчикам. Показанию счетчиков работомера РТТК-АФИ «работа» и «путь» записывали в начале и в конце зачетного пути. Среднее тяговое сопротивление транспортной машины определяли по формуле

$$R = \frac{10A}{S}, \quad (1)$$

где A – показания счётчика (работа) работомера за опыт, тм; S – показания счётчика пути работомера за опыт, м; R – сопротивление транспортной машины, кН.

За опыт определяется тяговое сопротивление машины, расход топлива, продолжительность опыта и температура или плотность топлива в топливном баке [7]. Эти данные определяли для каждого агрегата при различной скорости движения.

Расход топлива за опыт измеряли объёмным методом и подсчитывали по известной формуле

$$G_T = 3,6 \frac{U \cdot \gamma}{t_{\text{оп}}}, \quad (2)$$

где G_T – расход топлива, кг/ч; U – объём топлива, израсходованного за опыт,

см³; γ - плотность топлива, г/см³; $t_{оп}$ – время проведения опыта, с.

Расход топлива на один тонно-километр определяется по формуле

$$g_{ткм} = \frac{G_T}{W}, \quad (3)$$

где W – производительность транспортного агрегата, ткм/ч.

Показатели, характеризующие тяговые возможности и режимы работы трактора, связаны между собой известным соотношением

$$N_{кр} = \frac{R \cdot V}{3,6}, \quad (4)$$

где V – рабочая скорость транспортного агрегата, км/ч; $N_{кр}$ – крюковая мощность, кВт.

$$V = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (5)$$

где V_T – теоретическая скорость агрегата, км/ч; δ - коэффициент, учитывающий буксование, %;

Удельный расход топлива $g_{кр}$, отнесенный к единице тяговой мощности

$$g_{кр} = \frac{1000 \cdot G_T}{N_{кр}}, \quad (6)$$

Степень загрузки трактора по силе тяги оценивают коэффициентом использования номинальной силы тяги

$$\eta_{ит} = \frac{R}{P_{кр} - G \frac{i}{100}}, \quad (7)$$

где $P_{кр}$ – нормальное тяговое усилие трактора, кН; G – масса трактора, кН; i – уклон местности, %.

Степень загрузки по тяговой мощности оценивается по известной формуле

$$\eta_{им} = \frac{N_{кр}}{N_{крмакс} - N_{\alpha}}, \quad (8)$$

где $N_{крмакс}$ - максимальная тяговая мощность трактора, кВт; N_{α} - мощность, затраченная на подъём трактора, кВт.

$$N_{\alpha} = \frac{G \cdot i \cdot V}{360}. \quad (9)$$

Скорость движения агрегата определяли отношением длины зачётного участка ко времени движения его по нему. Время опыта определяли с помощью секундомера. Длина зачётного участка в 100 м соответствует продолжительности опыта от 30 до 60 с.

Скорость агрегатов в данных дорожных условиях изменялась от 5,8 до 11,2 км/ч. При проведении испытаний транспортных средств использовался груз массой от 500 до 4000 кг.

Расход топлива за время опыта измеряли специально изготовленным топливометром.

По полученным данным установили корреляционные зависимости тягового сопротивления волокуши, прицепа, расхода топлива от скорости движения при различной массе груза. Транспортный агрегат работает экономично, если номинальная мощность двигателя используется не менее, чем на 70...90 %. По этим показателям дается оценка работы транспортных агрегатов в производственных условиях.

Список литературы

1. Бабков, А. П. Влияние эксплуатационных факторов на производительность транспортных средств / А. П. Бабков // Научное обеспечение агропромышленного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 29–31 января 2014 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2014. – С. 40-42. – EDN UJMKML.
2. Мелешков, С. И. Обоснование типа, параметров и режимов работы стогавоза : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мелешков Сергей Иванович. – Белгород, 1995. – 21 с. – EDN ZJNKRF.
3. Бабков, А. П. Методика расчёта измерителей транспортного процесса перевозки сенокосильных материалов / А. П. Бабков, С. Е. Борисов, А. А. Давыдов // Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 31 марта 2021 года / Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 218-223. – EDN YQSJGL.
4. Бабков, А. П. К вопросу обоснования параметров транспортного средства для перевозки соломы / А. П. Бабков // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса : материалы международной научно-практической конференции, Курск, 23–25 января 2008 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2008. – С. 56-58. – EDN VISFXT.
5. Белоусов, Н. И. Повышение эффективности работы агрегата на внесении извести : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Белоусов Николай Иванович. – Курск, 2002. – 198 с. – EDN QDPBIB.
6. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок : учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-2108-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209738>.
7. Гуреев, Ю. А. Определение вместимости бункеров модернизированной сеялки по тяговому сопротивлению / Ю. А. Гуреев // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2016 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 2. – Курск: Курская ГСХА, 2016. – С. 244-247. – EDN WGOANT.

Babkov Andrey Petrovich, candidate of technical sciences, associate professor (e-mail: babkov_ap@mail.ru)

Nikolay Ivanovich Belousov, candidate of technical sciences, associate professor, (e-mail: belnikiva@mail.ru)

Alexey Sergeevich Mayakov, master's student,
(e-mail: Mayak0019@yandex.ru)

Kursk state agricultural academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

METHODS OF TRACTION TESTS VEHICLES ON TRANSPORTATION COARSE FEED

Abstract. In this article, the methodology of traction testing of vehicles for the delivery of coarse feed is considered: the scheme of the site for traction testing is presented, the test conditions are described, the methodology for determining the main parameters of dynamometry.

Keywords: transport unit, dynamometry, work measurement, traction resistance, degree of loading.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Башикиев Анатолий Петрович, д.т.н, профессор
tmv46@mail.ru

Цыганов Максим Владимирович, аспирант
Maxim.companion@mail.ru

Чаплыгина Ирина Анатольевна, соискатель
chaplygina_irina46@mail.ru.

Курская государственная сельскохозяйственная академия
им. И.И.Иванова, Россия

В статье рассмотрены факторы, влияющие на выбор режимов работы разбрасывателей минеральных удобрений для заданных условий применительно к дисковым разбрасывателям. Приведены расчеты минутной подачи удобрений.

Ключевые слова: минеральные удобрения, разбрасыватели минеральных удобрений, режимы работы.

Получение запланированных урожаев зависит и оказывают значительное влияние от технологии внесения твердых минеральных удобрений. Твердые минеральные удобрения имеют шаровидную форму размером от 2 до 5 мм. /1,2,3/ Чем равномернее имеют форму минеральные удобрения, тем равномернее будет распределение их по поверхности почвы с учетом заданной дозы внесения на 1 га. Минеральные удобрения вносят следующими типами машин: разбрасыватели навесные и прицепные с дисковыми разбрасывателями с лопатками агрегируемые с тракторами или установленные на автомобили. Самоходные машины также применяются для внесения удобрений. Твердые минеральные удобрения при посевном способе их внесения вносят сеялками, а при подкормке вносят культиваторами-подкормщиками/4,5/.

Общепринятым рабочим органом для разбрасывания удобрений по поверхности почвы используются диски с лопатками. Применяют Диски бывают плоскими и коническими. Лопатки жестко укрепятся к дискам или делаются регулируемые. Наиболее универсальными являются регулируемые лопатки позволяющие наиболее точно распределять заданную дозу внесения. Рабочая ширина захвата машины с двумя разбрасывающими дисками составляет 12–28 м. а также изменяется высота их установки над поверхностью поля/6,7/.

Крыльчатки на метателе, обращенном к границе поля, устанавливаются в позицию, приведенную в таблице рассеивателя.

Рассмотрим расчет параметров разбрасывателя минеральных удобрений с двумя дисками/8,9/.

Для определения скорости движения агрегата используем выражение:

$$V_p = 360 / t_o; \quad (1)$$

где t_o – время проезда 100м опытной делянки, с

При времени проезда отмеренной делянки 30 с :

$$V_p = 360 / 30 = 12 \text{ км/ч}.$$

Для расчета дозы внесения удобрений используем выражение :

$$q_1 = v_a b_p Q / n 600 ; \text{ кг/мин}; \quad (2)$$

где q_1 – количество удобрений, высеваемое за одну минуту агрегатом, кг/мин.

v_a – скорость движения агрегата, км/ч;

n -количество горловин для дозирования удобрений на диски;

b_p – рабочая ширина захвата, м; Q – доза внесения, кг/га;

Если $v_a = 10$ км/ч, $v_a = 30$ м; $Q = 250$ кг/га, то

$$q_1 = (10 \cdot 30 \cdot 250) / 2 \cdot 600 = 62,5 \text{ кг/га}.$$

В зависимости от вида удобрений, заданной дозы, выбранной рабочей скорости и ширины разбрасывания, мы можем установить на разбрасывателе по таблицам величину отверстия горловин и подобрать режим работы разбрасывателя.

Список литературы

1. Research of the effect of willow – herb products in the preparation of kefir on the composition of fatty acids/ Belyaev A.G., Kaluzhskikh A.A., Boev S.G., Budnikova A.S., Kuleshova E.S., Bashkirev A.P.// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Fats and Oils" 2021. С. 042006
2. Fundamental principles of pulsed light technique in food preservation mini review/ Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A.// Entomology and Applied Science Letters. 2016. Т. 3. № 3. С. 47-49.
3. Особенности работы гребнеобразователей/ Башкиров А.П., Шварц А.А., Шершнев Н.С.// Наука в центральной России. 2020. № 3 (45). С. 47-52.
4. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля/ Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П., Шершнев Н.С.// Наука в центральной России. 2022. № 3 (57). С. 41-47.

5. Основные свойства гребнеобразования. Башкирев А.П., Шершнев Н.С. В сборнике: Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК. материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 369-371.
6. Особенности возделывания картофеля на поливе/ Башкирев А.П., Шершнев Н.С.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 17-21.
6. Условия применения опрыскивателей в сельскохозяйственном производства/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Шкабенко А.Ю.// В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. материалы IX Международной молодежной научной конференции. 2019. С. 261-264.
7. Оптимальные параметры сушки кипящего слоя/ Коношин И.В., Волженцев А.В., Башкирев А.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 211-214.
8. Оптимизация параметров бокового погрузчика прес-подборщика/ Шварц А.А., Шварц С.А., Башкирев А.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 9. С. 223-232.

Bashkirev Anatoly Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, tmv46@mail.ru

Tsyganov Maxim Vladimirovich, postgraduate student, Maxim.companion@mail.ru

Chaplygina Irina Anatolyevna, applicant, chaplygina_irina46@mail.ru.

Kursk State Agricultural Academy named after I.I.Ivanov, Russia

DETERMINATION OF THE OPERATING MODE OF THE MINERAL FERTILIZER SPREADER

Abstract. The article considers the factors influencing the choice of operating modes of mineral fertilizer spreaders for given conditions in relation to disk spreaders. Calculations of the minute supply of fertilizers are given.

Keywords: mineral fertilizers, mineral fertilizer spreaders, operating modes.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Башкирев Анатолий Петрович, д.т.н, профессор

tmv46@mail.ru

Цыганов Максим Владимирович, аспирант

Maxim.companion@yandex.ru

Чаплыгина Ирина Анатольевна, соискатель

chaplygina_irina46@mail.ru.

Курская государственная сельскохозяйственная академия

им. И.И.Иванова, Россия

В статье рассмотрены способы внесения минеральных удобрений и их применение на современном этапе сельскохозяйственного производства при получении запланированных урожаев сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: минеральные удобрения, способы внесения, запланированный урожай, точное земледелие.

Для создания условий качественного внесения минеральных удобрений необходимо создавать технические средства для такого разбрасывания с учетом принятых агротехнических требований. В общих условиях их можно охарактеризовать как: внесение в необходимый период развития растений, научно обоснованная норма внесения и равномерное распределение минеральных удобрений по поверхности почвы. Для внесения минеральных удобрений используют разбросной, рядовой и гнездовой и дифференцированный способы внесения удобрений/1,2,3/.

Для разбрасывателей минеральных удобрений приняты несколько основных параметров, которые необходимо учитывать как при создании новых разбрасывателей так и для технологов сельскохозяйственного производства- это отклонение от фактической нормы внесения (σ_1 не превышает $\pm 10\%$), неравномерность внесения как по ширине (σ_2 не превышает $\pm 25\%$) так и по направления движения машины (σ_1 не превышает $\pm 10\%$), отклонение от заданной глубины заделки (σ_3 не превышает $\pm 10\%$). При этом необходимо учитывать период между внесением и заделкой минеральных удобрений, который должен быть не более 12 часов.

Технологии внесения минеральных удобрений нацелены на дробное их внесение в несколько приемов отличающихся дозой внесения полной нормы. Способ, при котором сразу вносится около 70% от заданной нормы называют основным. Оставшиеся 30% от заданной нормы делятся на две равные части и вносятся в период посева (припосевной способ) и подкормки.

На современном этапе производства сельскохозяйственных культур на первое место выходит дифференцированный способ внесения минеральных удобрений. При это учитывается фаза развития растений, дефицит тех или иных питательных веществ и минеральных добавок по площади поля, применение современных удобрений как в твердом так и в жидком виде. На это нацелено технологии точного земледелия, которые нацелены на получения запланированного урожая при оптимальных затратах на производство сельскохозяйственных культур/4,5,6/.

Резерв повышения урожайности скрывается в совершенствовании управления подкормкой растений внутри границ поля позволяет реализовать инновационную технологию в полной мере при использовании на современном этапе. Использование GPS-навигации, беспроводных сетей, программно-аппаратных решений, новых датчиков и компактных видеокамер позволило реализовать систему дифференцированного внесения удобрений.

Точное земледелие представляет собой совокупность способов обработки участков, благодаря которым повышается урожайность, а с ней — экономическая эффективность инвестиций в сельскохозяйственные угодья. Способ строго дифференцированного внесения удобрений обеспечивает максимум благоприятных условий в отдельных зонах поля для выращивания определенных видов культур.

Задача решается дифференцированным внесением удобрений с учетом анализа грунта и потребностей почвы. Точное земледелие позволяет управлять нормированием доз подкормок в соответствии с составом грунта и планируемой урожай-

ностью/7,8,9/. Чтобы определить потребности почвы, отбирают пробы, и лаборанты анализируют результаты, на базе которых составляются карты полей и ставятся задачи машинам, распределяющим удобрения. В процессе используется не только спутниковая навигация, но и специальное программное обеспечение для удаленного контроля над рабочим процессом. Методика способствует увеличению урожая, сокращению количества используемых удобрений и повышению экологичности земледелия.

Список литературы

1. Research of the effect of willow – herb products in the preparation of kefir on the composition of fatty acids/ Belyaev A.G., Kaluzhskikh A.A., Boev S.G., Budnikova A.S., Kuleshova E.S., Bashkirev A.P.// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Fats and Oils" 2021. С. 042006
2. Fundamental principles of pulsed light technique in food preservation mini review/ Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A.// Entomology and Applied Science Letters. 2016. Т. 3. № 3. С. 47-49.
3. Особенности работы гребнеобразователей/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Шершнева Н.С. // Наука в центральной России. 2020. № 3 (45). С. 47-52.
4. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля/ Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П., Шершнева Н.С.// Наука в центральной России. 2022. № 3 (57). С. 41-47.
5. Основные свойства гребнеобразования/ Башкирев А.П., Шершнева Н.С.// В сборнике: Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК. материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 369-371.
6. Особенности возделывания картофеля на поливе/ Башкирев А.П., Шершнева Н.С.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 17-21.
7. Условия применения опрыскивателей в сельскохозяйственном производстве/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Шкабенко А.Ю.// В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. материалы IX Международной молодежной научной конференции. 2019. С. 261-264.
8. Оптимальные параметры сушки кипящего слоя/ Коношин И.В., Волженцев А.В., Башкирев А.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 211-214.
9. Оптимизация параметров бокового погрузчика прес-подборщика/ Шварц А.А., Шварц С.А., Башкирев А.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 9. С. 223-232.

Bashkirev Anatoly Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, tmv46@mail.ru

Tsyganov Maxim Vladimirovich, postgraduate student, Maxim.companion@yandex.ru

Chaplygina Irina Anatolyevna, applicant, chaplygina_irina46@mail.ru

Kursk State Agricultural Academy named after I.I.Ivanov, Russia

MODERN METHODS OF APPLYING MINERAL FERTILIZERS

Abstract. The article discusses the methods of applying mineral fertilizers and their application at the present stage of agricultural production when obtaining planned crop yields.

Keywords: mineral fertilizers, methods of application, planned harvest, precision agriculture.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТЕРНЕВЫХ СЕЯЛОК**Башкирев Анатолий Петрович**, д.т.н, профессор*tmv46@mail.ru***Трошин Александр Юрьевич**, аспирант*troshin16@yandex.ru***Чаплыгина Ирина Анатольевна**, соискатель*chaplygina_irina46@mail.ru.**Курская государственная сельскохозяйственная академия**им. И.И.Иванова, Россия*

В статье рассмотрены конструктивные особенности стерневых сеялок выпускаемых отечественной промышленностью. Дана сравнительная характеристика сеялок.

Ключевые слова: стерневая сеялка, посев, сошники, комбинированная сеялка.

Отечественная промышленность выпускает несколько стерневых сеялок. Они имеют разные конструкции и могут работать с разными типами тракторов. Отечественная стерневая сеялка СКП-2,1 (рисунок 1) позволяет за один проход проведение обработки почвы, припосевное внесение удобрений, посев и прикатывание посевов/1,2/.

Посев сельскохозяйственных культур рекомендуется проводить при влажности почвы не более 25%. При этом твердость почвы в горизонте посева не должна превышать 20 кг/см². Перед посевом на поле может быть измельченная солома после комбайновой уборки. Стерневая сеялка рекомендована к применению в районах с недостаточным увлажнением и почвами, подверженными ветровой эрозии а при применении ее на переувлажненных почвах для прикатывания почвы при посеве она комплектуется катками с пневмокалесаами. Стерневая сеялка агрегируется с тракторами кл. 1.4. При использовании их в сцепке по несколько сеялками они будут агрегатироваться с тракторами кл. до 5 /3,4/.

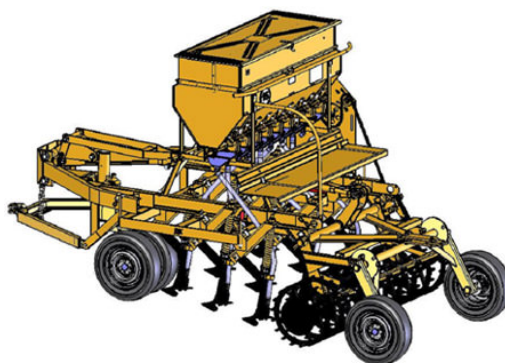


Рисунок 1. Стерневая сеялка СКП-2,1

Необходимо показать положительные стороны применения стерневых сеялок к которым можно отнести топливную экономичность, значительное снижение эксплуатационных и трудовых затрат, уменьшение марок техники применимой в традиционной технологии, снижение воздействия на почву рабочих органов машин и тем самым уменьшать снижение плодородия почвы и уменьшение эрозионных процессов. К недостаткам таких сеялок можно отнести повышенное сопротивление почвы и тем самым уменьшение ширины захвата сеялки, большая сложность работы стерневых сеялок после обработки почвы по традиционной технологии.

Почвообрабатывающий и посевной агрегат ППА-7,2 "Ярославич" относится к комбинированным машинам и позволяет производить посев по нулевой обработке. При разных потребностях он может работать по отдельности как посевной, так и почвообрабатывающий агрегат. По своей функциональной значимости полуприцепной агрегат ППА-7,2 "Ярославич" агрегируется с тракторами кл. 2-3, имеет ширину захвата 7,2м и позволяет достичь производительность до 7,5 га/ч /5,6/.



Рисунок 2. Почвенно-посевной агрегат ППА-7,2 "Ярославич"

Посевной комплекс ПК-12,0 «Ставрополье» (рисунок 3) также относится к комбинированным машинам и позволяет работать как на полях, вспаханных обычным путем, так и для сева по стерне без предварительной вспашки. Кроме этого, он может работа при выполнении и отдельных операций при возделывании сельскохозяйственных культур. В качестве сошника применен лаповый сошник с распределителем семян по поверхности почвы полосой 15 см, что позволяет более равномерно распределять семена по площади поля и тем самым обеспечивает более повышенного урожая по сравнению с рядовым посевом/7/.

Посевной комплекс позволяет производить сев зерновых культур, бобовых, рапса, подсолнечника, кукурузы и кормовых культур на почвах в различных климатических почвах.



Рисунок 3. Посевной комплекс ПК-12

Посевной комплекс ПК-12,0 «Ставрополье» имеет ширину захвата 12 м, 48 лаповых сошников, производительность до 14 га/ч, агрегатируется с трактором кл 5 /8,9/.

Рассмотренные сеялки предназначены для использования для посева по стерне в разных климатических условиях. Отличительной особенностью рассмотренных машин является применения в качестве сошников стрельчатые лапы с распределителями семян.

Список литературы

10. Research of the effect of willow – herb products in the preparation of kefir on the composition of fatty acids/ Belyaev A.G., Kaluzhskikh A.A., Boev S.G., Budnikova A.S., Kuleshova E.S., Bashkirev A.P.// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Fats and Oils" 2021. С. 042006
11. Fundamental principles of pulsed light technique in food preservation mini review/ Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A.// Entomology and Applied Science Letters. 2016. Т. 3. № 3. С. 47-49.
12. Особенности работы гребнеобразователей/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Шершнева Н.С. // Наука в центральной России. 2020. № 3 (45). С. 47-52.
13. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля/ Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П., Шершнева Н.С.// Наука в центральной России. 2022. № 3 (57). С. 41-47.
14. Основные свойства гребнеобразования/ Башкирев А.П., Шершнева Н.С.// В сборнике: Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК. материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 369-371.
15. Особенности возделывания картофеля на поливе/ Башкирев А.П., Шершнева Н.С.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 17-21.
16. Условия применения опрыскивателей в сельскохозяйственном производстве/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Шкабенко А.Ю.// В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. материалы IX Международной молодежной научной конференции. 2019. С. 261-264.

17. Оптимальные параметры сушки кипящего слоя/ Коношин И.В., Волженцев А.В., Башкирев А.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 211-214.

18. Оптимизация параметров бокового погрузчика прес-подборщика/ Шварц А.А., Шварц С.А., Башкирев А.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 9. С. 223-232.

Bashkirev Anatoly Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, tmv46@mail.ru

Troshin Alexander Yurievich, PhD student, troshin16@yandex.ru

Chaplygina Irina Anatolyevna, applicant, chaplygina_irina46@mail.ru .

Kursk State Agricultural Academy named after I.I.Ivanov, Russia

DESIGN FEATURES OF STUBBLE SEEDERS

Abstract. *The article discusses the design features of stubble seeders produced by the domestic industry. Comparative characteristics of seeders are given.*

Keywords: *stubble seeder, sowing, coulters, combined seeder.*

DOI 10.47581/2023/SXA-06/Birulin-Kudelina.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НУЛЕВОГО ПРОВОДНИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Бирюлин Владимир Иванович, к.т.н., доцент
(e-mail: bir1956@mail.ru)

Куделина Дарья Васильевна, к.т.н., доцент
(e-mail: mary_joy@mail.ru)

Горлов Алексей Николаевич, к.т.н., доцент
(e-mail: alexjulia17@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются вопросы, связанные с поддержанием требуемых значений показателей качества электроэнергии в низковольтных электрических сетях. Приведены сведения о нарушении качества электрической энергии, что приводит к негативным последствиям для оборудования энергоснабжающих организаций и для электроприемников потребителей. Применение компьютерной модели упрощенной системы электроснабжения показало, что уменьшение значения сопротивления нулевого проводника может приводить к снижению несимметрии напряжений, причем этот эффект по-разному проявляется в зависимости от характера нагрузки.

Ключевые слова: *качество, электроэнергия, нулевой провод, несимметрия, обратная последовательность, нулевая последовательность, компьютерное моделирование, электроснабжение, потребители электроэнергии*

Благодарности: *Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-5109.2022.4 “Разработка автоматизированной системы*

выявления объектов, оказывающих негативное влияние на качество электроэнергии”.

Для современного общества характерно производство товаров не только явно выраженными материальными объектами, но и в других видах, например – электроэнергия. Каждый вид товарной продукции, включая и электрическую энергию, должен обладать определенным качеством, от уровня которого во многом зависит популярность рассматриваемого товара у потребителей. Качество товара определяется совокупностью количественных показателей, выражающих некоторые характеристики этого товара. Так, для электрической энергии ее качество выражается степенью соответствия текущих значений определенных параметров электроэнергии нормативным значениям этих параметров или показателей качества электрической энергии [1, 2]. Качество электроэнергии должно контролироваться и обеспечиваться в точках передачи электрической энергии пользователям электрических сетей.

Выход показателей качества электроэнергии за установленные границы неизбежно приводит к появлению негативных последствий. Это приводит к возникновению ущерба, разделяющегося на технологический и электромагнитный, и неизбежно приводящему к появлению более или менее значительных финансовых потерь [3 – 6].

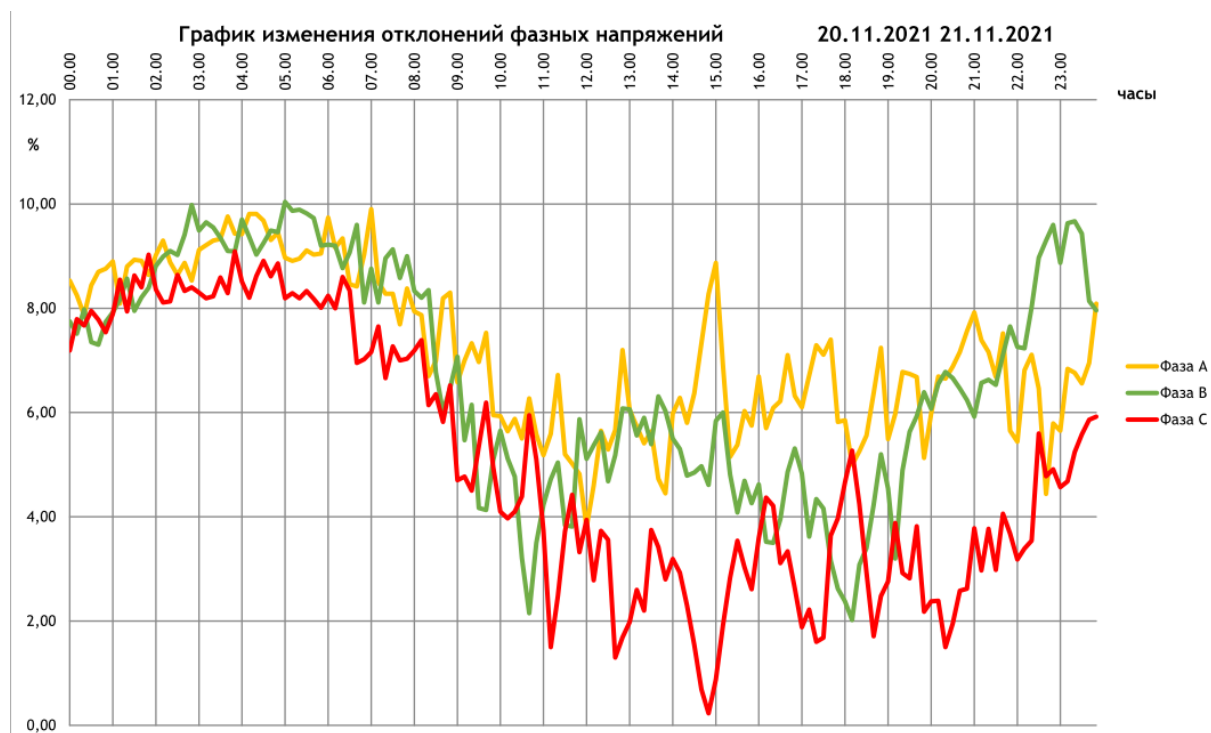


Рисунок 1 – Суточный график изменения фазных напряжений

В настоящее время установлены показатели качества электроэнергии, определяющие характеристики сетевого напряжения, относящиеся к частоте, значениям и форме напряжения электрической сети, для трехфазной сети дополнительно рассматривается симметрия напряжений. Все указанные характеристики напряжения в течение времени непрерывно изменяются, в той или иной степени.

Несмотря на постоянное развитие электроэнергетики, проблема поддержания надлежащего качества электрической энергии сохраняет свою актуальность в настоящее время, для подтверждения приведем далее график отклонений фазных напряжений от номинальных значений.

Даже при кратком анализе данного графика видно, что имеются интервалы времени, в которых возникают значительные различия между напряжениями фаз. Эти различия служат причиной появления недопустимых значений напряжения нулевой последовательности, что проявляется в превышении установленных значений для коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности [7, 8].

Приведем в табл.1 значения коэффициента несимметрии, измеренные при проведении энергетических обследований.

Таблица 1 – Значения коэффициента несимметрии напряжений на энергетическом объекте

Период	Результат измерений	Нормативное значение	T ₁ ,%	T ₂ ,%
95%	3,19	2,00	34,27	-
100%	4,75	4,00	-	1,40

Как видно из этой таблицы, нормативные значения как за весь период измерений, так и за 95% длительности этого периода оказались выше допустимых значений.

Рассмотрим изменение сопротивления нулевого проводника в четырехпроводной трехфазной электрической сети в качестве мероприятия для повышения качества электроэнергии и проведем исследование эффективности предлагаемого способа на компьютерной модели, созданной в пакете расширения Simulink компьютерной системы научно-технических расчетов MatLab. Сама модель представлена на рис.2.

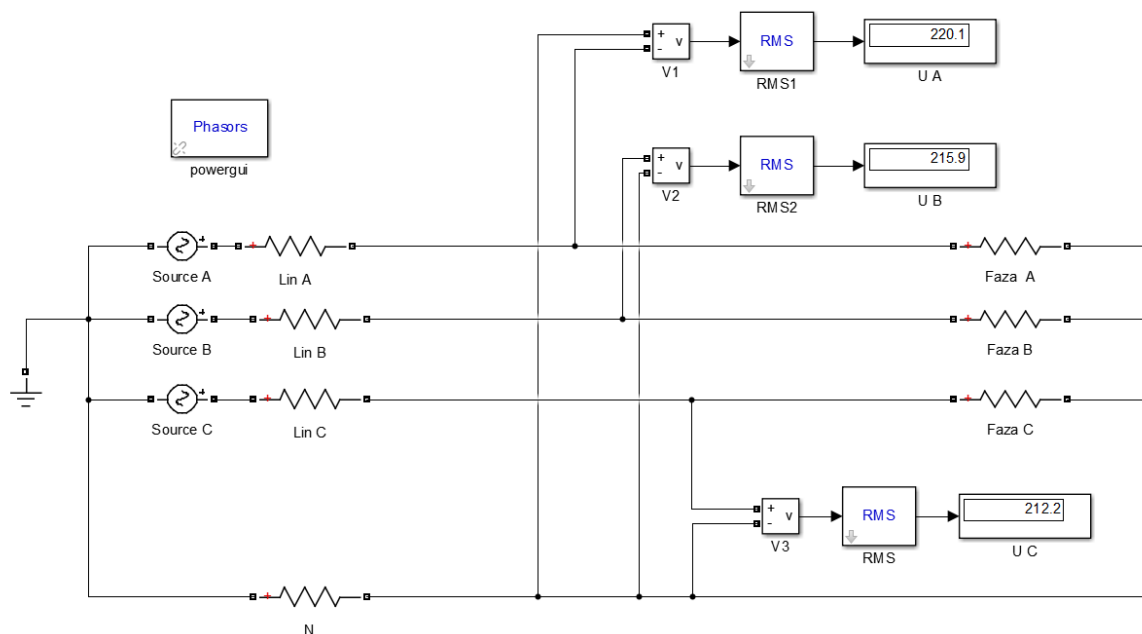


Рисунок 2 – Компьютерная модель исследуемой схемы

В первом опыте сопротивление нулевого проводника изменялось от начального значения 0,05 Ом (отношение сопротивления фазного проводника линии R_{lin} к сопротивлению нулевого проводника R_n равняется единице) до значения 0,005 Ом (отношение сопротивления фазного проводника линии R_{lin} к сопротивлению нулевого проводника R_n равняется десяти). Затем для каждого полученного значения рассчитывались разности напряжений между максимальным U_{max} и минимальным U_{min} значениями фазных напряжений в вольтах ΔU и процентах $\Delta U\%$:

$$\Delta U = U_{max} - U_{min}. \quad (5)$$

$$\Delta U\% = \Delta U \cdot 100 / 220, \quad (6)$$

где 220 – значение номинального фазного напряжения.

Результаты, полученные при работе компьютерной модели с активной нагрузкой фаз, и проведение расчетов по формулам (5) и (6) приведены в табл.2.

Таблица 2 – Результаты моделирования при активной нагрузке

R_{lin}/R_n	U A, В	U B, В	U C, В	ΔU , В	$\Delta U\%$
1	220,1	215,9	212,2	7,9	3,6
2	219,0	215,9	213,3	5,7	2,6
3	218,6	215,9	213,7	4,9	2,2
4	218,4	216,0	213,9	4,5	2,0
5	218,2	216,0	214,0	4,2	1,9
6	218,2	216,0	214,1	4,1	1,9
10	218	216	214,2	3,8	1,7

Во втором опыте мощность активной нагрузки была снижена до значения 0,3 от величины индуктивной нагрузки. Результаты, полученные при работе компьютерной модели, приведены в табл.3.

Таблица 3 – Результаты моделирования при активно-индуктивной нагрузке с преобладанием индуктивной

R _{lin} /R _n	U A, В	U B, В	U C, В	U 0, В	Ku0, %
1	221,7	215,7	218,9	2,8	1,3
2	220,5	217,1	218,6	1,9	0,9
3	220,1	217,6	218,5	1,6	0,7
4	219,9	217,9	218,4	1,5	0,7

Приведенные результаты компьютерного моделирования режимов работы простейшей системы электроснабжения показывают возможность использования изменения сопротивления нулевого провода в трехфазной четырехпроводной электрической сети для снижения неравномерности напряжений по фазам этой сети, что приводит к уменьшению напряжения нулевой последовательности и в конечном итоге такого показателя качества электрической энергии как коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности. Также в ходе моделирования получены результаты, свидетельствующие о том, что данное мероприятие имеет более высокую эффективность при преобладании индуктивной нагрузке в составе потребителей электрической энергии.

Список литературы

1. Качество электрической энергии: современное состояние, проблемы и предложения по их решению / Л.И. Коверникова, В.В. Суднова, Р.Г. Шамонов и др.; отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2017. – 219 с.
2. Дед А. В., Сикорский С. П., Смирнов П. С. Результаты измерений показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения предприятий и организаций // Омский научный вестник. 2018. № 2 (158). С. 60–64. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-158-60-64.
3. Харитонов Я.С., Бебихов Ю.В., Егоров А.Н. Сопоставление и анализ результатов контроля качества электроэнергии в системах электроснабжения горных предприятий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 4. – С. 54-59; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12697> (дата обращения: 01.03.2023). DOI 10.17513/mjpf.12697
4. Антонов А. И., Денчик Ю. М., Зубанов Д. А., Зубанова Н. В., Руппель А. А. Моделирование несимметричных режимов работы электрической сети и обработка результатов с помощью программы для ЭВМ // Омский научный вестник. 2018. № 2 (158). С. 48–54. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-158-48-54.
5. Руди Д. Ю. Проблема качества электроэнергии судовых электроэнергетических систем // Омский научный вестник. 2018. № 3 (159). С. 40–43. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-159-40-43.
6. Черепанов А. В., Тихомиров В. А., Куций А. П. Влияние несимметрии напряжений на энергоэффективность // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. №4 (56). – С.207-217. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nesimmetrii-napryazheniy-na-energoeffektivnost> (дата обращения: 01.03.2023). DOI 10.26731/1813-9108.2017.4(56).207-217.

7. Суворов Иван Флегонтович, Романова Виктория Викторовна, Хромов Сергей Владимирович Исследование влияния несимметрии фазных напряжений на режимы работы асинхронных двигателей в среде имитационного моделирования MATLAB/Simulink // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. 2016. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-nesimmetrii-faznyh-napryazheniy-na-rezhimy-raboty-asinhronnyh-dvigatelay-v-srede-imitatsionnogo-modelirovaniya> (дата обращения: 01.03.2023). DOI: 10.14529/power160309

8. Руди Д. Ю., Антонов А. И., Гоненко Т. В., Клеутин В. И., Руппель А. А., Руппель Е. Ю. Методы снижения несимметрии напряжения в электрических сетях 0,4-10 кВ // ОНВ. 2018. №2 (158). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-snizheniya-nesimmetrii-napryazheniya-v-elektricheskikh-setyah-0-4-10-kv> (дата обращения: 01.03.2023). DOI: 10.25206/1813-8225-2018-158-75-78

Biryulin Vladimir Ivanovich, Cand.Tech.Sci., associate professor

(e-mail: bir1956@mail.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

Kudelina Daria Vasilievna, Cand.Tech.Sci., associate professor

(e-mail: mary_joy@mail.ru)

Gorlov Aleksey Nikolaevich, Cand.Tech.Sci., associate professor

(e-mail: alexjulial7@yandex.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

USE OF ZERO CONDUCTOR TO IMPROVE THE ELECTRICITY QUALITY

Abstract. The article deals with issues related to maintaining the required values of power quality indicators in low-voltage electrical networks. Information about the violation of the electrical energy quality, which leads to negative consequences for the equipment of energy supply organizations and for consumer electrical receivers is given. The use of a computer model of a simplified power supply system showed that a decrease in the resistance value of the neutral conductor can lead to a decrease in voltage unbalance, and this effect manifests itself differently depending on the nature of the load.

Keywords: quality, electricity, neutral wire, asymmetry, negative sequence, zero sequence, computer simulation, power supply, electricity consumers

Acknowledgments: The publication was carried out with the Russian Federation President Grant financial support for young scientists state support - Candidates of Science, project No. MK-5109.2022.4 "An automated system development for identifying objects which have a negative impact on power quality".

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ВАЛОВ И ВТУЛОК**Блинков Борис Сергеевич**, к.т.н., доцент

(e-mail: blinkovboris@yandex.ru)

Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент

(e-mail: konyaev_nv@mail.ru)

Иваницкий Иван Сергеевич, магистрант

(e-mail: ewan.ivanitsky@yandex.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье рассматривается конструкция приспособления для нарезки шпоночных пазов в изношенных сопряжениях вал-втулка.

Ключевые слова: вал, втулка, износ, ремонт, шпоночный паз.

В современных условиях эксплуатации сельскохозяйственной техники происходит пересмотр современной политики технического обслуживания и ремонта машин. Это во многом связано с «санкционной» политикой, логистическими изменениями и уходом с рынка большинства иностранных производителей сельскохозяйственной техники. Сельскохозяйственные производители возвращаются к восстановлению и созданию собственных ремонтных мастерских и подразделений, оснащением их, модернизированным и вновь проектируемым ремонтным инструментом и оборудованием [1, 2, 3, 4].

При ремонте валов сельскохозяйственных машин обычно встречаются следующие неисправности: прогиб, износ трущихся поверхностей, смятие шпоночных канавок, смятие шлицев, износ или срыв резьбы; для втулок характерны износы трущихся поверхностей и смятие шпоночных канавок. Одним из самых распространенных видов неисправностей для валов является их прогиб. Даже при небольшом изгибе вала ухудшаются условия работы установленных на валу подшипников и деталей. Биение вала вызывает неравномерный и ускоренный износ сопряженных с ним деталей. Размер допустимого прогиба зависит от назначения и условий работы, а также от размеров вала. Изгиб валов на собранной машине обнаруживают измерением биения самого вала или поверхностей соединенных с ним шестерен, шкивов, муфт. Размеры и направление прогиба определяют на поверочной плите или на токарном станке при помощи индикатора.

В зависимости от материала, диаметра и величины прогиба валы правят в холодном состоянии или с местным нагревом. Целесообразно валы править в холодном состоянии, так как при нагреве изменяется структура вала и его свойства. Правку валов производят на гидравлическом или реечном прессе или при помощи специальных приспособлений путем прогиба в обратную сторону примерно на величину первоначального изгиба, т.е. после снятия нагрузки вал должен оставаться

прогнутым в обратную сторону. Затем операцию правки повторяют, но при этом вал не перегибают, а выпрямляют до прямолинейной формы.

При износе валов и втулок увеличивается зазор или уменьшается натяг, имевшийся в сопряжении. Работа с увеличенными зазорами в сопряжении ведет к ускоренному износу деталей. Неподвижная посадка деталей на валах и втулках с течением времени нарушается, деталь проворачивается, изнашиваются посадочные места.

Изношенные поверхности валов и втулок восстанавливают различными способами [5, 6, 7]. Выбор того или иного способа ремонта зависит от характера соединения сопрягаемых деталей и величины износа. Износ поверхностей валов и втулок, сопрягаемый с подшипниками качения, обычно не превышает 0,15...0,20 мм. Такой тонкий изношенный слой металла целесообразно восстанавливать гальваническими покрытиями [8, 9, 10].

При ремонте валов и втулок часть приходится восстанавливать смятые боковые поверхности шпоночных канавок. Отдельные забоины на гранях канавок устраняют напильником. При значительной разработке шпоночных канавок допускается увеличение нормальной ширины канавки на 10...15% с постановкой при этом новой шпонки увеличенного размера. Шпоночные канавки вала обрабатывают на фрезерных или строгальных станках или используют для этой цели станки со специальным приспособлением (для внутренних отверстий втулок).

Если шпоночная канавка изношена настолько, что увеличение ее ширины уже недопустимо, то старую канавку заваривают металлом и на валу фрезеруют новую канавку, сместив ее по окружности вала на 90 или 180° относительно старой.

Иногда в ремонтных мастерских шпоночную канавку обрабатывают ручным способом. Однако ручной способ обработки шпоночных пазов не дает необходимой точности, так как может привести к перекосу устанавливаемых деталей. Поэтому вручную шпоночные пазы обрабатывают только для малоответственных деталей.

В отдельных случаях изношенные шпоночные канавки можно восстановить наплавкой кромки. Для этой цели применяют медную вставку, соответствующую размерами шпонки. Вставку перед наплавкой устанавливают в шпоночную канавку. Так как наплавляемый металл не приваривается к меди, то вставка после наплавки может быть легко вынута. Восстановленную наплавкой шпоночную канавку зачищают напильником.

Размер восстановленной шпоночной канавки должен соответствовать размерам, указанным на рабочем чертеже детали. Правильность размеров и формы шпоночной канавки проверяют штангенциркулем или шаблоном; правильность размещения канавки на валу по рейсмусу. Боковые стенки шпоночных канавок должны быть чистыми, ровными и параллельными плоскости симметрии вала или втулки. При ремонте валов сельскохозяйственных машин непараллельность кромок шпоночной канавки обычно допускается не более 0,15 мм на длине канавки.

При восстановлении изношенных деталей часто приходится нарезать шпоночные пазы в отверстиях ступиц. Это весьма ответственная и трудоемкая работа, требующая высокой квалификации слесаря. Для повышения качества и производительности труда предлагается приспособление для нарезки шпоночных пазов в отверстиях ступиц и втулок.

1 – корпус; 2 – кулиса; 3 – механизм зажима; 4 – шпиндельный узел

Рисунок 1 – Приспособление для нарезания шпоночных пазов

Приспособление устанавливается валом привода в шпиндель фрезерного станка. Через шпиндель продевается стяжка с резьбой, которая ввертывается в резьбовое отверстие вала, обеспечивая плотную посадку конуса вала в шпиндель станка.

Для передачи вращательного движения валу в пазы фланца вала устанавливаются два сухаря, которые винтами прикрепляются к фланцу шпинделя. Прижимы одеваются на направляющие хобота станка. Вращением винта прижимы сдвигаются, обеспечивая жесткое крепление приспособления к фрезерному станку.

При вращении шпинделя станка вал приспособления вращается вместе с диском. Ползун, свободно насаженный на палец диска, при вращении вала перемещается в вертикальном пазу стойки, которая совершает возвратно-поступательное движение вместе с борштангой и резцом. Верхняя часть стойки движется по пазу направляющей, а борштанга скользит во втулках опор.

Деталь, в которой необходимо прорезать шпоночный паз, крепится в машинные тиски, установленные на столе станка. На каждом проходе резца совершается подача на глубину врезания за счет вертикального перемещения хобота станка. Ширина шпоночного паза обеспечивается или шириной режущей части резца, или за счет поперечной подачи стола станка.

При рабочем ходе резец упирается своей спиной в скос борштанги, обеспечивая необходимую жесткость, а при холостом ходе резец скользит по детали, отжимая пружину. При следующем проходе пружина поджимает резец в рабочее положение.

Список литературы

1. Коняева Н.И., Коняев Н.В. Особенности ремонта сельскохозяйственной техники в современных условиях // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6 (45). С. 125-130.
2. Блинков Б.С., Коняев Н.В. Разработка установки для мойки деталей // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 46-50.
3. Блинков Б.С., Коняев Н.В., Бабков А.П. К разработке приспособления для ремонта поршневой группы // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 42-45.
4. Грецов А.А., Коняев Н.В. К разработке тележки для сбора отработанных масел // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 29-32.
5. Коняев Н.В., Коняева Н.И. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6 (45). С. 119-124.
6. Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С. Способы восстановления изношенных деталей // В сборнике: Будущее науки - 2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 467-469.
7. Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С. К износу деталей сельскохозяйственной техники // В сборнике: Будущее науки - 2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 469-472.
8. Блинков Б.С., Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Влияние кобальта на повышение эксплуатационных свойств электроосажденного железа // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №6. С. 74-75.
9. Калуцкий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа // Сельский механизатор. 2016. №5. С. 35-37.
10. Степашов Р.В., Блинков Б.С., Калуцкий Е.С. К вопросу о восстановлении изношенных деталей // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 57-58. Модернизация колесного трактора ТИПА ХТЗ-150К/ Варавин В.И., Ковалёв И.И., Цыганков А.В. // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет. 2020. С. 227-229.
11. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат/ Варавин В.И., Броженко К.С., Коток К.А. // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2020. С. 160-164.
12. Особенности конструкции двигателя ярославского моторного завода серии 536/ Щенников Д.А., Варавин В.И., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 214-218.
13. Повышение эффективности работы пропашного культиватора/ Варавин В.И., Ковалев И.И. // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 139-141.

14. Переоборудование свекловичной сеялки ССТ-12Б для посева подсолнечника/ Репетов А.Н., Варавин В.И.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 7. С. 9.
15. Дробилка малой энергоемкости/ Трубников В.Н., Коняев Н.В., Попов А.И., Блинков Б.С.// В сборнике: Оптимизация электротехнологий в АПК. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2016. С. 66-71.
16. Разработка двухстадийной дробилки зерна/ Трубников В.Н., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Журавлев М.В.// Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1 (67). С. 21-24.
17. Способы восстановления изношенных деталей/ Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С.// В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 467-469.
18. Шнековый многокомпонентный дозатор/ Коняев Н.В., Сараев И.Ф., Блинков Б.С., Назаренко Ю.В.// В сборнике: Оптимизация электротехнологий в АПК. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2016. С. 28-32.
19. К износу деталей сельскохозяйственной техники/ Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С.// В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 469-472.

Blinkov Boris Sergeevich, Cand. Tech. Sci., associate professor

(e-mail: *blinkovboris@yandex.ru*)

Konyaev Nikolay Vasilyevich, Cand. Tech. Sci., associate professor

(e-mail: *konyaev_nv@mail.ru*)

Ivanitsky Ivan Sergeevich, master's student

(e-mail: *ewan.ivanitsky@yandex.ru*)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

DEVELOPMENT OF A SHAFT REPAIR DEVICE AND BUSHINGS

This article discusses the design of a device for cutting keyways in worn shaft-bushing interfaces.

Keywords: shaft, sleeve, wear, repair, keyway.

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗБОРОЧНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Блинков Борис Сергеевич, к.т.н., доцент

(e-mail: blinkovboris@yandex.ru)

Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент

(e-mail: konyaev_nv@mail.ru)

Иваницкий Иван Сергеевич, магистрант

(e-mail: ewan.ivanitsky@yandex.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье рассматривается разработка приспособления для возможности применения в ремонтном производстве с целью уменьшения времени на разборочно-сборочные работы.

Ключевые слова: узел, деталь, разборка, сборка, приспособление.

Современный парк сельскохозяйственной техники, тракторов и комбайнов в РФ очень разнообразен и состоит как из отечественных машин, так импортных, но значительная часть техники уже выработала свой ресурс или приближается к нему [1, 2, 3, 4]. В настоящее время, в виду известных причин, связанных с санкциями, с ограничением поставки зарубежной техники и запасных частей к ней, политика эксплуатации машинно-тракторного парка РФ переходит на другой уровень. Распространенная политика крупноузлового и агрегатного ремонта машин, которой в основном занимались дилерские центры, постепенно заменяется мелким реновантным ремонтом и восстановлением изношенных деталей машин, с частичным изготовлением неотчетливых деталей на местах [5]. Сельскохозяйственные производители возвращаются к восстановлению и созданию собственных ремонтных мастерских и баз, оснащением их специализированным, модернизированным и вновь проектируемым ремонтным инструментом и оборудованием [6, 7, 8]. Для ремонта многих изношенных и вышедших из строя деталей необходимо произвести разборочно-сборочные работы. Этой операции подвергаются не только отдельные заменяемые небольшие узлы и агрегаты, но и в целом и двигатели, и кузова и рамы [9, 10].

Разборочно-сборочные приспособления по степени специализации делят на универсальные и специальные; по степени автоматизации – на ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические; по назначению – на установочно-зажимные, для точной и быстрой фиксации сопрягаемых деталей, для предварительного деформирования упругих элементов. По виду выполняемых работ их делят на приспособления для удержания деталей, запрессовки, клепки, гибки и других видов работ.

Установочно-зажимные приспособления используют для крепления базовых деталей и узлов собираемого объекта. Они обеспечивают повышение производительности труда, позволяя выполнять сборку двумя руками без удержания собираемого или разбираемого объекта. Их подразделяют на следующие типы: стационарные и передвижные. Первые закрепляют на верстаках или стендах. Вторые крепят на поворотных столах или тележках.

В ремонтных мастерских хозяйств при разборочно-сборочных работах применяют различный механизированный инструмент, который повышает производительность труда по сравнению с работой вручную в 5...10 раз.

При выборе механизированных инструментов по типу привода необходимо учитывать следующее.

Для питания машин с пневматическим приводом необходимы компрессорная установка и специальная воздушная сеть, а также аппаратура для очистки сжатого воздуха от влаги и механических включений.

При изменении давления в сети изменяется число оборотов и мощность, вследствие чего изменяется и рабочие параметры приспособления.

Несмотря на имеющиеся недостатки, пневматические приспособления широко применяют в ремонтном производстве благодаря простоте конструкции, надежности и безопасности в работе.

По характеру силового узла пневматические приводы бывают двух типов: поршневые и диафрагменные.

Поршневые пневматические приводы бывают двустороннего и одностороннего действия. Первые используют в случаях, когда необходим значительный ход поршня, а так же если у приспособления есть самотормозящие зажимные механизмы, требующие больших усилий на поршне во время не только рабочего, но и холостого хода. Приводы двустороннего действия используют в случаях, когда ход поршня и требуемые усилия при холостом ходе невелики и, в частности, при несамотормозящих зажимных механизмах приспособления. По конструктивному выполнению поршневые пневмоцилиндры бывают стационарные, встроенные и качающиеся.

Одним из основных факторов, влияющих на нормальную работу пневмоцилиндра, является герметичность цилиндра и изоляции друг от друга его полостей. Для этих целей применяют различные типы уплотнений.

В ремонтных мастерских хозяйств для закрепления узлов при сборки и разборки часто используют тиски параллельные с ручным винтовым зажимом. К недостаткам параллельных тисков можно отнести необходимость приложения повышенных зажимных усилий при креплении деталей, имеющих круглое поперечное сечение в вертикальном положении.

В связи с изложенным выше, предлагается приспособление для разборочно-сборочных работ (рисунок 1), позволяющих быстро производить крепление узлов и деталей в вертикальном положении без физических усилий рабочего. Оно обес-

печивает большую и более стабильную силу закрепления. Оно может использоваться при выполнении пригоночных работ, установки на вал и снятие с него шестерен, а также для разборки и сборки узлов и агрегатов. Приспособление обеспечивает повышение производительности труда, позволяя выполнять разборочно-сборочные работы двумя руками без удерживания объекта ремонта.

Приспособление для разборочно-сборочных работ состоит из корпуса 1, к которому при помощи установочных штифтов и болтов крепится призма 5. На призме при помощи оси 6 крепится подвижная скоба 2. К корпусу 1 при помощи шпилек крепится также пневматический цилиндр 9 и кран управления. Шток пневмоцилиндра 10 посредством оси 13 соединен с зацепом 3, который в рабочем положении давит на выступ подвижной скобы 2.

Для обеспечения возможности крепления деталей различных размеров в подвижной скобе 2 имеется паз, в который вставляется сухарь. Размеры сухаря выбираются в зависимости от размеров закрепляемой детали.

1 - корпус; 2 - скоба; 3 - зацеп; 4 - воздухопровод; 5 - призма; 6 - ось;
7 - крышка нижняя; 8 - крышка верхняя; 9 - цилиндр; 10 - шток; 11 - шайба упорная; 12 - кольцо замковое; 13 - ось зацепа; 14 - поршень; 15 - втулка

Рисунок 1 - Приспособление для разборочно-сборочных работ

Список литературы

1. Познахирёв Е.Н., Коняев Н.В., Бабков А.П. Особенности парка комбайнов в РФ // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 3-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 3-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. Курск, 2022. С. 394-397.

2. Иваницкий И.С., Коняев Н.В. Особенности состава тракторного парка в РФ // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конфе-

ренции перспективных разработок молодых ученых. В 3-х томах. Отв. редактор М.С. Разумов. Курск, 2022. С. 348-351.

3. Коняев Н.В., Иваницкий И.С. Особенности современного парка тракторов // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 45-47.

4. Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С. К износу деталей сельскохозяйственной техники // В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ - 2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 469-472.

5. Степашов Р.В., Блинков Б.С., Калущий Е.С. К вопросу о восстановлении изношенных деталей // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 57-58.

6. Коняева Н.И., Коняев Н.В. Особенности ремонта сельскохозяйственной техники в современных условиях // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6 (45). С. 125-130.

7. Блинков Б.С., Коняев Н.В. Разработка установки для мойки деталей // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 46-50.

8. Грецов А.А., Коняев Н.В. К разработке тележки для сбора отработанных масел // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 29-32.

9. Блинков Б.С., Коняев Н.В., Бабков А.П. К разработке приспособления для ремонта поршневой группы // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 42-45.

10. Морозов Н.В., Коняев Н.В. К ремонту двигателей сельскохозяйственной техники // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах. Под редакцией: В.М. Кузьминой. Курск, 2023. С. 412-416.

11. Модернизация колесного трактора ТИПА ХТЗ-150К/ Варавин В.И., Ковалёв И.И., Цыганков А.В. // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет. 2020. С. 227-229.

12. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат/ Варавин В.И., Броженко К.С., Коток К.А. // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2020. С. 160-164.

13. Особенности конструкции двигателя ярославского моторного завода серии 536/ Щенников Д.А., Варавин В.И., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 214-218.

14. Повышение эффективности работы пропашного культиватора/ Варавин В.И., Ковалев И.И. // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 139-141.

15. Переоборудование свекловичной сеялки ССТ-12Б для посева подсолнечника/ Репетов А.Н., Варавин В.И. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 7. С. 9.

16. Дробилка малой энергоемкости/ Трубников В.Н., Коняев Н.В., Попов А.И., Блинков Б.С. // В сборнике: Оптимизация электротехнологий в АПК. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2016. С. 66-71.

17. Разработка двухстадийной дробилки зерна/ Трубников В.Н., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Журавлев М.В.// Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1 (67). С. 21-24.

18. Способы восстановления изношенных деталей/ Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С.// В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 467-469.

19. Шнековый многокомпонентный дозатор/ Коняев Н.В., Сараев И.Ф., Блинков Б.С., Назаренко Ю.В.// В сборнике: Оптимизация электротехнологий в АПК. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2016. С. 28-32.

20. К износу деталей сельскохозяйственной техники/ Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С.// В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 469-472.

Blinkov Boris Sergeevich, Cand. Tech. Sci., associate professor

Konyaev Nikolay Vasilyevich, Cand. Tech. Sci., associate professor

Ivanitsky Ivan Sergeevich, master's student

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR DISASSEMBLY AND ASSEMBLY WORK

This article discusses the development of a device for the possibility of use in repair production in order to reduce the time for disassembly and assembly work.

Keywords: assembly, part, disassembly, assembly, device.

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА

Боровлев Александр Иванович, аспирант

(e-mail: borovlev.46@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия

имени И.И. Иванова, г.Курск, Россия

Агеева Екатерина Владимировна, д.т.н., доцент, профессор

(e-mail: ageeva-ev@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В данной статье проводится анализ экономической выгоды в сравнении восстановления изношенной стрелчатой лапы и производства новой.

Ключевые слова: культиваторы, стрелчатая лапа культиватора, восстановление, энергоэффективность, экономическая эффективность.

Вопрос восстановления изношенных деталей в настоящее время становится все наиболее актуальным. Связанно это прежде всего с уходом с рынка большей части зарубежных производителей. Вследствие чего на рынке может образоваться дефицит необходимого товара. Решением данной проблемы может служить увеличение объема производства деталей на отечественных заводах, но у данного решения присутствует недостаток в виду потребления большего количества энергоресурсов и материалов, необходимых для создания новых деталей. Восстановление изно-

шенных деталей позволит снизить нагрузку, и уменьшить количество ключевых ресурсов необходимых для производства, которыми являются электроэнергия и металл.

Данные ресурсы играют достаточную большую роль при производстве стрелчатых лап культиватора. Для увеличенного объёма их производства необходимо большее количество электроэнергии. Для этого необходимо новое электрооборудование, в частности новые трансформаторы, из-за увеличения нагрузки на предприятие. Вследствие чего появляются дополнительные затраты. Металл, в свою очередь, является невозобновимым ресурсом, что еще больше подтверждает необходимость создания новых способов восстановления изношенных лап.

Стали марок 65Г и 70Г, в настоящее время, являются главными материалами для создания стрелчатых лап культиватора. Емкость печи – основной показатель расхода электроэнергии необходимой для производства 1 т стали. Расход электроэнергии, при увеличении емкости печи уменьшается. Так для печи емкостью 100 т, расход электроэнергии будет составлять 590кВт/ч, для печи с меньшим объемом 25т, расход составляет 760 кВт/ч. Расход графитированных электродов составляет 6–9 кг/т выплавленной стали.

Процесс производства стрелчатой лапы культиватора состоит из нескольких этапов. Самыми энергоёмкими при этом являются плазменная резка контура стрелчатой лапы, закалка токами высокой частоты и плазменное легирование.

На первом этапе из готового листа стали марки 65Г вырезают контур стрелчатой лапы (рисунок 1), с помощью плазменного резака. Данная операция является достаточно энергоёмкой. Для системы плазменной резки на 200 А имеет среднее рабочее напряжение 140 В. Это значит, что источник тока выдает 28 кВА, поэтому на входе потребляется около 23 кВт.

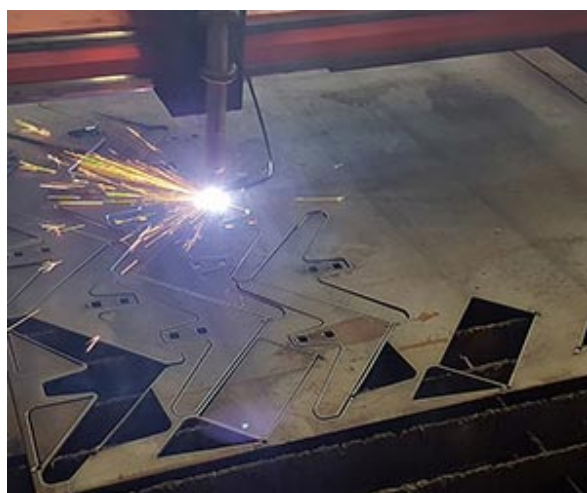


Рисунок 1 – Вырезка контура стрелчатой лапы культиватора

Закалка токами высокой частоты (рисунок 2) имеет значительное преимущество над стандартной закалкой, которое заключается в повышении стабильности закалочных характеристик. Мощность электроустановки для закалки составляет 7кВт.



Рисунок 2 – Закалка стрелчатой лапы культиватора токами высокой частоты

Плазменное легирование (рисунок 3) – наиболее перспективный метод поверхностного упрочнения. В отличие от традиционных способов повышения ресурса культиваторных лап. Им достигается твердость выше 65 HRC, что обеспечивает стойкость режущей кромки и самозаточку. По аналогии с первым этапом данный процесс так же является достаточно энергоёмким.

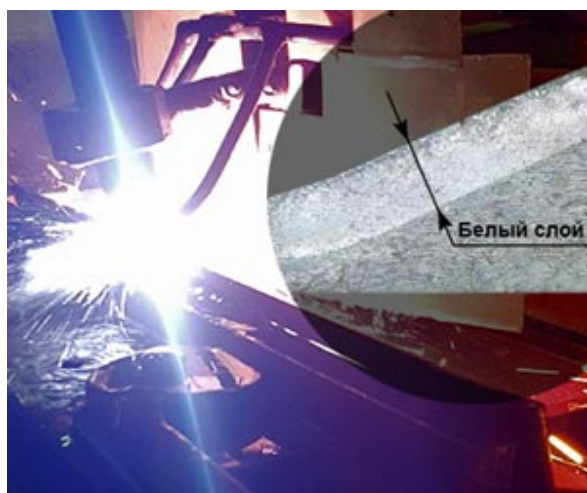


Рисунок 3 – Процесс плазменного легирования

Так же, исходя из анализа источников [1-18], можно сделать вывод, что количество технологических операций при восстановлении почвообрабатывающего оборудования сокращается примерно в 3-8 раз, по сравнению с количеством при изготовлении новых. Несомненным плюсом при этом является то, что количество капиталовложений так же уменьшается в 2,-2,5 раза. При восстановлении в 20 раз уменьшается количество необходимого металла для одной стрелчатой лапы. Это означает экономию дефицитных металлов и исключает экологически вредный и энергоёмкий производственный цикл.

Список литературы

1. Добрин Д.А. Актуальные технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / Добрин Д.А. // Технический сервис машин. – 2022. – №4(149). – С. 111-117.
2. Воротников И.Л. Экономическое обоснование промышленного производства ресурсосберегающего агрегата для полосовой обработки почвы / Воротников И.Л., Колотырин К.П., Богатырев С.А., Савон Д.Ю. // Экономика промышленности. – 2022. – Т. 15. – №4. – С. 399-406.
3. Виноградов Н.Н. Направления развития почвообрабатывающей техники / Виноградов Н.Н., Яковлева А.О., Виноградов Д.Н., Демчук Е.В. // в сборнике VII международной научно-практической конференции «Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития» – Омск, – 2022. – С. 28-32.
4. Микроструктура и элементный состав порошков, полученных в условиях электроэрозионной металлургии отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У в воде / Агеев Е.В., Поданов В.О., Агеева А.Е. // Металлург. 2022. № 5. С. 72-77.
5. Элементный состав высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. Курск, 2021. С. 115-118.
6. Микроструктура высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Актуальные вопросы науки, нанотехнологий, производства. сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 207-210.
7. Фазовый состав высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 150-153.
8. Размерные характеристики частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава Х20Н80 в керосине / Бобков Е.А., Агеева А.Е., Агеева Е.В. // В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 37-40.
9. Получение электрокорунда электродиспергированием алюминиевых отходов / Новиков Е.П., Поданов В.О., Агеева А.Е. // В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 134-138.
10. Получение и исследование порошков из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов электроэрозионным диспергированием / Агеев Е.В., Латыпов Р.А., Агеева Е.В., Давыдов А.А. // Курск, 2013. 200 с.

11. Разработка установки для получения порошков из токопроводящих материалов / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А., Бобрышев Р.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 234-237.
12. Исследование влияния электрических параметров установки на процесс порошкообразования при электроэрозионном диспергировании отходов твердого сплава / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 238-240.
13. Особенности технологии восстановления шеек коленчатых валов двигателей камаз-740 с использованием твердосплавных порошков / Агеев Е.В., Сальков М.Е. // Технология металлов. 2008. № 3. С. 41-46.
14. Изучение строения и свойств твердосплавных электроэрозионных порошков, используемых для восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники / Агеев Е.В., Агеева Е.В., Давыдов А.А., Бондарев С.А., Новиков Е.П., Молодкин А.Ю. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 69-72.
15. Определение основных закономерностей процесса получения порошков методом электроэрозионного диспергирования / Агеев Е.В., Агеева Е.В., Чернов А.С., Маслов Г.С., Паршина Е.И. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 1 (46). С. 085-090.
16. Изучение формы и элементного состава порошка, полученного из вольфрамсодержащих отходов инструментальных материалов электроэрозионным диспергированием в водной среде / Агеева Е.В., Агеев Е.В., Карпенко В.Ю. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. № 4 (112). С. 14-17.
17. Исследование алюминиевого порошка, полученного методом электроэрозионного диспергирования в дистиллированной воде / Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Агеева Е.В., Новиков Е.П. // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2016. № 4. С. 19-22.
18. Морфология и элементный состав медных электроэрозионных порошков, пригодных к спеканию / Агеева Е.В., Хорьякова Н.М., Агеев Е.В. // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 66-68.

Borovlev Aleksandr Ivanovich, graduate student

(e-mail: borovlev.46@mail.ru)

Kursk state agricultural academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Ageeva Ekaterina Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor

(e-mail: ageeva-ev@yandex.ru)

Southwest State University, Kursk, Russia

SAVING RESOURCES WHEN RESTORING THE POINTED PAWS OF THE CULTIVATOR

This article analyzes the economic benefits in comparison of the restoration of a worn-out pointed foot and the production of a new one.

Key words: cultivators, centre hoe of a cultivator, processing, restoration, energy efficiency, economic efficiency.

ПРЕИМУЩЕСТВА СУПЕРМАХОВИКОВ ПЕРЕД ДРУГИМИ НАКОПИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ

Бугорский Илья Андреевич, студент

(email: ilya.bugorsky@yandex.ru)

Паньков Дмитрий Николаевич, студент

(email: dmitry.pankov.official@gmail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

Рассмотрена история создания супермаховика. Выделены плюсы и минусы, связанные с развитием устройств накопления энергии. Показаны преимущества супермаховиков, а также перспективы их дальнейшего использования в энергетике.

Ключевые слова: электроэнергия, аккумуляторы, маховики, накопление энергии, супермаховик, энергетика.

Маховик использовался везде, начиная от самых примитивных технологий и заканчивая современными автомобилями и приборами для изучения космоса. Используя его как аккумулятор, главным плюсом является наличие возможности для быстрого его разгона («зарядки») И такой же быстрой остановки (получив значительную мощность «на выходе»). Но тут возникает и проблема, ведь он не обладает достаточной энергоемкостью, чтобы быть универсальной «энергетической капсулой». Для этого маховику следует увеличить плотность запасаемой им энергии хотя бы в несколько десятков, а то и в сотню раз. Но как этого добиться? Если резко увеличить скорость его вращения, то та энергия, которую он успел накопить, учинить страшные разрушения. Увеличение габаритов маховика так же не является выходом. Пропуская многолетний, интереснейший пласт исследований и размышлений (очень рекомендую книгу, читается и сегодня совершенно современно!), идею Гулиа можно трактовать так: вместо того, чтобы создавать маховик однородным, он пошел путем его навивки, например, из стального троса или ленты. Прочность этого варианта куда больше, последствия разрыва уменьшаются до ничтожных размеров, а количество запасаемой энергии даже у кустарного устройства превышает параметры промышленных технологий. Эту конструкцию он и назвал супермаховиком (и запатентовал один из первых вариантов ещё в 1964-м)[1].

Продвигаясь в исследованиях, он решил изготавливать навивку маховика из графитового волокна (не забывайте, что фуллерены тогда только получили, а о графене и речи не шло), и даже возможно куда более редко используемых материалов, типа азота. Но даже 20-килограммовый супермаховик из углеродных волокон, который был вполне возможен даже в то время, примерно тридцать лет назад, мог накапливать энергию, которой хватало бы на 500 километровую поездку на легковом автомобиле, со средней стоимостью стокилометрового броска примерно в 60 американских центов.

Исходя из всего вышесказанного смысла сравнивать что-то как такового нет — будь то запасаемая на единицу массы энергия или эксплуатационные характеристики: теоретически все остальные решения оказались далеко позади. Кроме того, достаточно легко оказалось определиться и с областью применения. При помещении в вакуумное пространство, используя магнитную подвеску, с КПД выше 90%, способный пережить огромное число циклических зарядов-разрядов, слабо зависящий от окружающей температуры, супермаховик способен вращаться годами и естественно мог выдавать что-то на грани фантастики: Одного заряда автомобилю хватало бы на поездку дальностью в тысячу километров, а то и весь срок службы, станция с установленным в фундаменте многосотметровым супермаховиком могла бы запастись энергией, достаточную для освещения чуть ли не всего земного шара, и так далее, и так далее[2].

Супермаховик исходя из всего мог сочетать в себе огромное количество положительных качеств: низкую стоимость, высокий КПД, безопасность при разрушении и т.д. Недостатком бы мог стать гироскопический эффект, обусловленный большим моментом импульса вращающегося маховика и препятствующий изменению направления оси вращения маховика. Для того чтобы убрать данный эффект при использовании супермаховика как накопителя на транспортном средстве можно применить подвеску маховика в кардановом подвесе, однако это способно существенно усложнить его конструктивно.

Отсутствие готовой и простой отработанной трансмиссии также является недостатком для супермаховика. В настоящий момент проводятся эксперименты по передаче энергии вращения супермаховика на колёса транспортного средства посредством супервариатора. Перспективным также является использование вакуумированного супермаховика на магнитном подвесе в качестве источника электроэнергии.

Изначально Н. В. Гулиа планировал применить супермаховик для автомобилей, в ходе чего воссоздал несколько прототипов, где данное устройство использовалось как накопитель энергии.

В настоящий момент накопители энергии на базе супермаховиков успешно применяются в других областях. Компания Beacon Power, основанная в США в 1997 году, сделала существенный шаг, разработав серию больших стационарных супермаховиков для применения в промышленных энергосетях. Супермаховики производства Beacon Power способны в зависимости от модели запасать энергию в 6 и 25 кВт·ч и выдавать мощность в 2 и 200 кВт соответственно.

Американская компания рассчитывает продавать их местным компаниям, а также сама оказывать услугу «регулирования частоты». Строительство регулирующей электростанции на супермаховиках мощностью 20 МВт началось в конце 2009 года[3]. Поскольку энергосистема США существует в условиях наличия множества местных поставщиков энергии и открытого энергетического рынка, необходимость регулирования мощности создает немало проблем, которые компа-

ния надеется решить: запасание «лишней» энергии, когда потребление снижается; восполнение недостатков во время пиков потребления; регулирование частоты тока. Однако намотанные из углеволокна супермаховики оказались крайне ненадежны, они внезапно разрывались со "взрывным эффектом" большой мощности даже на рабочей частоте.

Под научным руководством Н. В. Гулиа компания KEST создала собственную версию стационарных накопителей кинетической энергии на базе супермаховиков из высокопрочной стальной ленты. Один такой накопитель способен запасть энергию до 20 кВт·ч и обеспечивать мощность до 1000 кВт. В условиях российского рынка кластер из нескольких таких накопителей способен обеспечивать выравнивание суточной неоднородности электрической нагрузки целого региона, заменяя собой дорогостоящие и громоздкие гидроаккумулирующие электростанции.

Несмотря на то, что автомобили, питающиеся от маховиков, не получили широкого распространения, транспорт остаётся одной из наиболее привлекательных отраслей применения супермаховиков. В частности, речь идёт о железнодорожном транспорте. При торможении как пассажирского, так и грузового состава впустую тратится огромное количество энергии. Супермаховик, подключённый к одной электрической сети с составом, способен улавливать и запасать энергию торможения, а позже выдавать её в сеть для разгона состава. "Спасённая" таким образом энергия позволит снизить потребление на 30 % и более[4].

Помимо этого, супермаховики могут быть использованы для обеспечения бесперебойного питания объектов высших уровней ответственности. Свойства супермаховика обеспечивают отклик устройства на уровне сотых долей секунды, позволяя ни на секунду не прерывать подачу электроэнергии.

Исходя из всего вышесказанного, мы можем сделать вывод, что супермаховик является существенным достижением в области накопления энергии. В будущем он может затмить достаточно значительную часть аккумулирующих устройств, ведь супермаховик обладает большим рядом выдающихся технических свойств, которые могут сопутствовать его использованию.

Список литературы

1. Евгений Золотов. Проклятье аккумуляции, или Почему не слышно про супермаховик? Сайт Компьютерра. // URL: <https://www.computerra.ru/183219/gulia/> - 2013 г.
2. Супермаховик и супервариатор для суперавтомобиля. Сайт Drive2.ru // URL: <https://www.drive2.ru/b/1030398/> - 2014 г.
3. Гулиа Н. В. Накопители энергии. — М.: Наука, 1980. — 150 с.
4. Гулиа Н. В. Инерционные аккумуляторы энергии. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. — С. 112—118. — 240 с.

Bugorsky Ilya A., student

Pankov Dmitry Nikolaevich, student

(email: dmitry.pankov.official@gmail.ru)

Southwest State University, Kursk, Russia

ADVANTAGES OF SUPERMACHOVIKS OVER OTHER ENERGY STORAGE DEVICES

The history of the creation of a super-flywheel is considered. The pros and cons associated with the development of energy storage devices are highlighted. The advantages of supermachines are shown, as well as the prospects for their further use in the energy sector.

Keywords: electric power, accumulators, flywheels, energy storage, super flywheel, power engineering.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В СИСТЕМЕ Cu-Sn-S

Буданов Александр Владимирович, д.ф.-м.н., зав. каф. ФТиТ

(e-mail: budanova9@gmail.com)

Лавров Сергей Вячеславович, к.т.н., доцент

(e-mail: 79204422599@yandex.ru)

Власов Юрий Николаевич, к.ф.-м.н., доцент

(e-mail: youramail@mail.ru)

Воронежский государственный университет инженерных технологий

В данной работе рассматриваются тенденции развития тонкопленочной технологии солнечной энергетики, связанная с попытками отказа от редкоземельных элементов и переходом к экологичным материалам низкой себестоимости.

Ключевые слова: солнечные элементы, тонкие пленки, гетероструктуры.

В настоящее время доля солнечной энергетики быстро растёт на фоне острой потребности в возобновляемой экологически чистой энергетике. Наибольшее распространение получили фотоэлементы на подложках из монокристаллического кремния со слоями микро-, поликристаллического и аморфного кремния (КПД достигает ~ 20 %) за счет хорошо разработанной кремниевой технологии. КПД в 30 % достигнуто в tandemной технологии – органический перовскит на подложках из монокристаллического кремния. Наибольшей эффективности преобразования (КПД ~ 40 % и более) удаётся достичь в многослойных структурах каскадного типа с тремя и более p-n переходами на основе полупроводников с разной шириной запрещённой зоны. Однако такие устройства оказываются весьма дороги и с экономической точки зрения медленно окупаются, поэтому актуальной является задача снижения себестоимости технологий создания фотоэлементов, обеспечивающих минимальное химическое загрязнение окружающей среды и максимально возможный КПД.

Выгодной особенностью тонкопленочных солнечных элементов (СЭ) является экономия сырья по сравнению со структурами на пластинах монокристаллического кремния. Тонкопленочные СЭ на основе многокомпонентных полупроводников группы $A^{III}B^V$ (InP, GaP, GaAs), $A^{II}B^{VI}$ (CdTe), а также на основе халькопиритов

типа $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{Se,S})_2$ и кестеритов типа $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{Se,S})_4$, называемых соответственно SIGS и CZTS, занимают порядка 10% рынка солнечных элементов и с каждым годом наращивают объемы производства электричества на Земле [1]. Прямозонные полупроводники р-типа проводимости SIGS и CZTS обладают шириной запрещенной зоны от 1,1 до 1,5 эВ, имеют высокие коэффициенты поглощения света в видимом диапазоне частот (более 10^4 см^{-1}) и достаточно высокую подвижность носителей заряда до $100 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$, что оптимально для использования их в качестве фотоактивного слоя [2]. По данным Национальной лаборатории возобновляемой энергетики США (NREL USA) в тонкоплёночной технологии SIGS максимальное значение КПД достигается 23,4% фирмой SolarFrontier и в тандемной монокристаллической технологии Перовскит/CIGS получено значение КПД 24,2% в Helmholtz-Zentrum Berlin. На основе соединения CZTSSe фирмой IBM получены тонкоплёночные СЭ с КПД 12,6% в 2013 году и на этом развитие неорганических CZTSSe прекратилось в виду невозможности сформировать однородную по фазовому составу плёнку из-за включения дополнительных фаз, таких как: Cu_2SnS_3 , ZnS , Cu_2S , SnS .

Развитие многокомпонентных тонкоплёночных СЭ в последние годы пошло по пути снижения количества элементов соединения фотоактивного слоя. Тройные прямозонные полупроводники р-типа электрической проводимости Cu_2SnS_3 (CTS) привлекли внимание исследователей за счет более простой технологии, малой себестоимости и нетоксичности [3]. В 2016 году опубликован обзор [4] по физическим методам получения тонких плёнок CTS с использованием вакуумных методов: соиспарения из нескольких источников; магнетронного распыления из мишеней готового соединения; термического испарения порошков; синтеза путём отжига металлического прекурсора в парах серы. В 2019 году опубликован обзор [5], в котором рассмотрены работы по теме использования соединений Cu_2SnS_3 , Cu_3SnS_4 и Cu_4SnS_4 в конструкции СЭ. В этой работе сведены данные по структурным, оптическим и электрическим характеристикам синтезированных слоёв, однако отсутствует ясная корреляция между результатами исследования кристаллической структуры и оптическими и электрическими свойствами тонкоплёночных халькогенидных фаз. Проблема заключается в том, что фазовый состав плёнок халькогенидов существенно зависит от способа получения и далеко не у всех авторов получаются однородные по фазовому составу плёнки.

Наилучших результатов по качеству плёнок CTS с точки зрения фазовой однородности и воспроизводимости результатов удастся достичь предварительным нанесением металлических слоев заданного состава на подложку с последующим реактивным термическим отжигом в содержащей серу среде [6]. В этом случае существенным фактором, влияющим на однородность фазового состава, является температура обработки и давление паров серы [7]. По результатам исследования эффекта Холла слои CTS имеют р-тип электрической проводимости. Концентрация дырок в однородных по фазовому составу слоях CTS стехиометрического со-

става имеет порядок 10^{19} – 10^{20} см⁻³ [8] и снижается по мере обеднения медью. Подвижность и концентрация дырок существенно зависят от степени упорядочения атомов меди и олова в катионной подрешётке [9]. Значения подвижности дырок меняются от десятков до сотен см²/В·с по мере перехода от тетрагональной модификации (с частичным упорядочением) к моноклинной модификации (с максимальной степенью упорядочения) [10]. Ряд работ направлен на расширение спектральной чувствительности слоев CTS и увеличения КПД СЭ путем контролируемого введения таких примесей как Cd, Na, Ge, Ag. Добавка в состав CTS примеси Cd позволяет варьировать ширину запрещённой зоны полупроводника [11]. В 2020 году получен солнечный элемент в виде гетероструктуры ZnO:Al/ZnO/CdS/CTS/Mo/SLGlass с КПД 5,1%, в которой слой CTS синтезирован из прекурсора NaF/Cu/SnS₂ отжигом в вакуумированной кварцевой ампуле с навесками SnS и S при температуре подложки 750°C [12]. В этом случае наибольший КПД имеют структуры с плёнками CTS с наибольшим средним размером кристаллитов (около 2 мкм). Наибольшего КПД до 6,7 % удалось достичь за счет неравномерного по глубине внедрения в качестве примеси Ge, что позволило создать на основе CTS материал с переменной по толщине слоя шириной запрещённой зоны полупроводника для расширения его спектральной чувствительности [13]. Включение примеси Ge в состав плёнки CTS помимо изменения ширины запрещённой зоны полупроводника позволяет подавить формирование избыточной вторичной фазы MoS₂ на поверхности покрытой молибденом стеклянной подложки [14]. Поскольку слой молибдена служит для увеличения адгезии слоёв гетероструктуры и в качестве токосъёмного контакта, такой эффект позволяет снизить последовательное сопротивление СЭ и повысить КПД.

Итак, наилучшие созданные к настоящему времени экспериментальные образцы тонкоплёночных СЭ на основе гетероструктур с фотоактивной областью из CTS показывают КПД по мощности в 5–7%. Это в разы ниже предсказанных модельными расчётами значений: 16% для чистого CTS и 20% для варизонного слоя CTS с примесью Ge [15]. Открытым остаётся вопрос конструкции тонкоплёночных солнечных элементов на основе халькогенидов Cu и Sn, в частности требуется понять свойства гетерограниц и переходных буферных слоёв, которые позволили бы достичь максимального возможного КПД [16]. В опубликованных работах подавляющее большинство фоточувствительных гетероструктур реализовано на стеклянных подложках с подслоем молибдена со слоями p-CTS (толщиной около 1 мкм) и n-CdS (практически туннельно-прозрачный: толщиной 10–50 нм). По всей видимости, выбор CdS определяется хорошо отработанной технологией этого материала с одной стороны и удобной величиной ширины запрещённой зоны 2,4 эВ (реализуется условие «широкозонного окна» и зоны на зонной диаграмме сшиваются без разрывов – без образования квантовых ям для носителей заряда) с другой стороны. Вместе с тем, остаётся неясной роль рекомбинационных и определяющих их физико-химических процессов в области p-n перехода CTS/CdS. Очевид-

но, что совершенная граница раздела между р и n слоями гетероперехода будет во многом определять свойства СЭ, поэтому верный выбор n-слоя может драматически сказаться на КПД.

Таким образом можно говорить о наметившейся в последние годы тенденции поиска новых неорганических прямозонных полупроводниковых соединений, которые возможно было бы синтезировать из распространённых малой себестоимости элементов в виде тонких плёнок высокого кристаллического совершенства.

Список литературы

1. Миличко В А с соавт. Солнечная фотовольтаика: современное состояние и тенденции развития // УФН 186 801–852 (2016).
2. Wesley Herche Solar energy strategies in the U.S. utility market // Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 77, September 2017, Pages 590-595.
3. H.D.Shelke Cu₂SnS₃ thin film: structural, morphological, optical and photoelectrochemical studies // Surfaces and Interfaces 2017.
4. A.C. Lokhande Development of Cu₂SnS₃ (CTS) thin film solar cells by physical techniques: A status review // Sol. Energy Mater. Sol. Cells (2016) 153, 84-107.
5. V.R.M. Reddy Review on Cu₂SnS₃, Cu₃SnS₄, and Cu₄SnS₄ thin films and their photovoltaic performance // Journal of Industrial and Engineering Chemistry (2019) 76, 39.
6. Mingrui He Fabrication of sputtered deposited Cu₂SnS₃ (CTS) thin film solar cell with power conversion efficiency of 2.39% // Journal of Alloys and Compounds (2017) 701, 901-908.
7. Pin-Wen Guan Phase stability of the Cu-Sn-S system and optimal growth conditions for earth-abundant Cu₂SnS₃ solar materials // Solar Energy (2017) 155, 745-757.
8. Mohan Reddy Pallavolu Effect of sulfurization temperature on the phase purity of Cu₂SnS₃ thin films deposited via high vacuum sulfurization // Applied Surface Science (2018) 462, 641-648.
9. Ketan Lohani Experimental and Ab Initio Study of Cu₂SnS₃ (CTS) Polymorphs for Thermoelectric Applications // J.Phys. Chem. C 2021, 125, 178-188.
10. Lauryn L. Baranowski Effects of Disorder on Carrier Transport in Cu₂SnS₃ // Phys. Rev. Applied 4, 044017 (2015).
11. Yuhong Jiang Effect of Cd content and sulfurization on structures and properties of Cd doped Cu₂SnS₃ thin films // Journal of Alloys and Compounds (2017) 721, 92-99.
12. Jakapan Chantana Investigation of carrier recombination of Na-doped Cu₂SnS₃ solar cell for its improved conversion efficiency of 5.1% // Solar Energy Materials and Solar Cells (2020) 206, 110261.
13. Mingrui He Influence of sulfurization temperature on photovoltaic properties of Ge alloyed Cu₂SnS₃ (CTGS) thin film solar cells // Solar Energy Materials and Solar Cells (2018) 174, 94–101.
14. Haruki Hayashi Influence of Ge/(Ge+Sn) composition ratio in Cu₂Sn_{1-x}Ge_xS₃ thin-film solar cells on their physical properties and photovoltaic performances // Solar Energy Materials and Solar Cells (2020) 208, 110382.
15. Jie Jiang Optimization bandgap gradation structure simulation of Cu₂Sn_{1-x}Ge_xS₃ solar cells by SCAPS // Solar Energy (2019) 194, 986–994.
16. Budanov, A. V. с соавт. Формирование тонких пленок соединений Cu₂SnS₃ и Cu₂SnSe₃ // Конденсированные среды и межфазные границы (2019), 21(1), 24-29.

Budanov Alexander Vladimirovich, Doc.Phys.Mat.Sci. head of Department of Physics, Heat Engineering and Heat Power Engineering
(e-mail: budanova9@gmail.com)

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Lavrov Sergey Vyacheslavovich, Cand.Tech.Sci., associate professor

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Vlasov Yuri Nikolaevich, Cand.Phys.Mat.Sci., associate professor

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THIN-FILM SOLAR CELLS TECHNOLOGY BASED ON MULTIPONENT SEMICONDUCTORS IN THE Cu-Sn-S SYSTEM

Abstract. *This paper discusses the trend in the development of thin-film solar energy technology associated with attempts to abandon rare earth elements and the transition to environmentally friendly low-cost materials.*

Keywords: *solar cells, thin films, heterostructures.*

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Букреев Захар Валерьевич, студент

(e-mail: ted.zahar.bukreev@yandex.ru)

Павлов Евгений Васильевич, к.т.н, доцент,

(e-mail: evp.kstu@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В данной статье отмечена необходимость сокращения потерь при транспортировке электрической энергии и повышения энергетической производительности. Проведен анализ перспективных систем транспортировки электрической энергии, выявлены их области рационального применения, а также преимущества и недостатки.

Ключевые слова: электрическая энергия, транспортировка, распределение, промышленность.

В связи с постоянно возрастающими тарифами на коммунальные услуги, а также с обязанностью по уменьшению размеров использования энергетических ресурсов, установленную Федеральным законом от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической производительности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», остро поднимается проблема снижения потерь при перемещении энергетических ресурсов.

Одним из решений может стать использование для транспортировки электрической энергии высоковольтных линий постоянного тока (ВЛПТ). Преимущество данных высоковольтных линий [1] заключается в способности передавать большее количество энергии на длинные дистанции с меньшими капитальными затратами.

Недостатками ВЛПТ являются преобразователи, которые дороги и имеют ограниченную перегрузочную способность, а при малых расстояниях потери в самих преобразователях могут быть больше, чем в линии электропередачи переменного тока. ВЛПТ существенно снижает потери только в случае использования ее в качестве транзитной линии большой пропускной способности. На сегодняшний день

можно найти довольно много примеров реализации технологии ВЛПТ, в общей сложности на данный момент реализовано свыше десятка проектов крупных магистральных линий, в последние годы основными регионами для реализации стали страны африканского континента и Юго-Восточной Азии.

Ещё одним перспективным решением проблемы высоких потерь при транспортировке электрической энергии могут стать резонансные системы передачи электрической энергии.

Их существенное различие от ВЛПТ в том, что они рассчитаны на передачу легкой мощности (до 50 кВт) на незначительные расстояния (до 20 км) при помощи однопроводных невесомых или кабельных линий электропередачи. Это особенно актуально при электроснабжении удаленных объектов, таких как фермерские хозяйства, самостоятельно стоящие здания, телекоммуникационное оборудование, освещение дорог и перекрестков, там, где экономически невыгодно воздвигать типовые линии электропередачи и устанавливать трансформаторные подстанции. Резонансные системы передачи электроэнергии могут действовать сообща с имеющимися установками электропередачи, у которых неудовлетворительная пропускная способность.

Недостатки резонансных систем передачи электроэнергии связаны с не очень внушительной мощностью биполярных транзисторов с изолированным затвором и запираемых тиристоров, вносящей ограничение на максимальную передаваемую мощность. Исследования внедрения систем с применением резонансного метода передачи энергии проводились недостаточно широко, как у ВЛПТ. Все введенные мощности осуществлялись в основном как экспериментальные и опытные модели. В настоящее время проводятся работы в рамках национальных контрактов по разработке технологических основ создания энергосберегающей и ресурсосберегающей технологии резонансной унифилярной передачи энергии покупателям, удаленным от возобновляемых источников энергии.

Вопрос реализации предоставленной схемы особенно проработан для систем освещения, которые демонстрировались на многих профильных отечественных и зарубежных выставках. Совершенствование биполярных транзисторов с отделенным затвором и запираемых тиристоров со временем разрешит говорить о способности создания более сильных резонансных систем передачи электроэнергии.

Применение рассмотренных в статье технологий позволит не только уменьшить издержки на транспортировку энергоресурсов, но и будет способствовать увеличению энергетической эффективности зданий и сооружений, что в конечном итоге приведет к существенной экономии на коммунальных платежах.

Список литературы

1. Богачкова, Л.Ю. Повышение точности прогнозирования затрат территориальной сетевой организации и его роль в решении проблем транспортировки электроэнергии по распределительным сетям региона / Л.Ю. Богачкова, А.П. Грибова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2015, № 1. – С. 58-64. – Текст электронный // Лань: электронно-библиотечная систе-

ма. // URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/298037> – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

2. Павлов, Е.В. Анализ рациональных методов измерений электрических величин / Е.В. Павлов, Ф.А. Иванов, Шин Лиин Зо // Качество в производственных и социально-экономических системах: сборник научных трудов 8-ой Междунар. научно-техн. конф., 2020. – С. 314-317.

3. Молаписи Лесего. Роль государства в повышении энергетической безопасности в развивающихся странах: анализ мирового опыта // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2018, №4. – С. 16-20.

4. Павлов, Е.В. Анализ современных технологий в обеспечении электроэнергией населения / Е.В. Павлов, И.М. Чапинский, Н.В. Поляков // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. – С. 206-209.

5. Павлов, Е.В. Анализ состояния энергетической безопасности в РФ / Е.В. Павлов, И.М. Чапинский, Н.В. Поляков // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. – С. 210-213.

Bukreev Zakhar Valerievich, student

(e-mail: ted.zahar.bukreev@yandex.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

Pavlov Evgeny Vasilyevich, Cand.Tech.Sci., associate professor

Southwest state university, Kursk, Russia

ANALYSIS OF PROMISING ELECTRIC ENERGY TRANSPORTATION SYSTEMS

Abstract. *This article highlights the need to reduce losses during the transportation of electrical energy and increase energy productivity. The analysis of perspective systems of electric energy transportation is carried out, their areas of rational application, as well as advantages and disadvantages are revealed.*

Keywords: *electrical energy, transportation, distribution, industry.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

Бурцев Алексей Петрович, преподаватель
(e-mail: ap_burtsev@mail.ru)

Михайлов Даниил Сергеевич, студент
(e-mail: mihayloff.dania2015@yandex.ru)

Булгаков Андрей Владимирович, студент
(e-mail: Andryushenka.bulgakov.00@mail.ru)

Яковлева Виктория Николаевна, студент
(e-mail: vika0496@gmail.com)

Научный руководитель –

Ежов Владимир Сергеевич, д.т.н., профессор
(e-mail: swsutgv@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет Курск, Россия

В работе предоставлены результаты исследований теплофизических процессов, происходящих на экспериментальных установках по генерации термоэлектричества с последующим анализом и расчетом основных параметров теплообмена, рассмотрены основные расчетные уравнения.

Ключевые слова: энергосбережение, термоэлектричество, калорифер, теплообмен, система теплоснабжения, термоэлектрический преобразователь.

Важнейшим преимуществом термоэлектрических генераторов является то, что они вырабатывают постоянный ток с напряжением от единиц вольт и мощностью от милливатт до сотен ватт, который требуется подавляющему большинству современных электронных устройств. Такому диапазону идеально соответствуют автономные источники питания на основе термоэлектрического эффекта. Важным аспектом является проведение экспериментальных исследований процессов теплообмена в термоэлектрических преобразователях для определения основных характеристик термоэлектродгенераторов и для повышения КПД при их работе [1].

Для проведения эксперимента была создана экспериментальная установка на основе разработанных технических решений – автономный кожухотрубчатый термоэлектродгенератор АКТТЭГ [2,3,4].

В качестве теплоносителя (рабочей средой) на экспериментальной установке использовался нагретый воздух от электрокалорифера. Опыты по изучению теплообмена между термоэлектрической секцией и трубопроводом проводились в следующей последовательности:

- включение калорифера (строительный фен) с фиксированным расходом нагреваемого воздуха с последующим нагревом до достижения установившегося режима;

- установка сверленных мультиметров на входе и выходе из термоэлектрического генератора;
- запись показаний мультиметров (сила тока, напряжение, сопротивление, температура);
- запись показаний анемометра относительно скоростей на выходе из термоэлектрических секций;

Основными характеристиками [5,6] термоэлектрических элементов, сделанных из хромели и копели являются: коэффициент термоЭДС $\alpha = 12,97 \cdot 10^{-3} \text{ В/К}$; добротность $Z = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$; коэффициент электропроводимости $\sigma = 8 \cdot 10^4 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$.

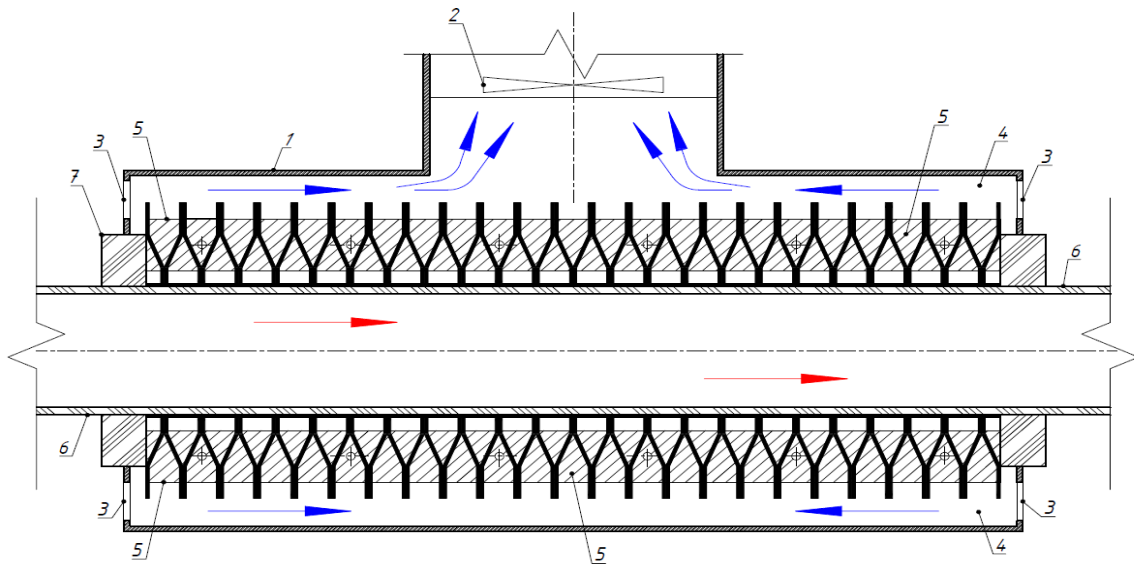


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – защитный кожух; 2 – осевой вентилятор; 3 – щель для забора воздуха; 4 – пространство для движения холодного воздуха; 5 – термоэлектрические секции; 6 – стальная трубы; 7 – крепежное кольцо.

Для наглядного наблюдения распределения температур по поверхности термоэлектрического генератора была сделана термограмма с помощью тепловизионного аппарата (рис. 2).

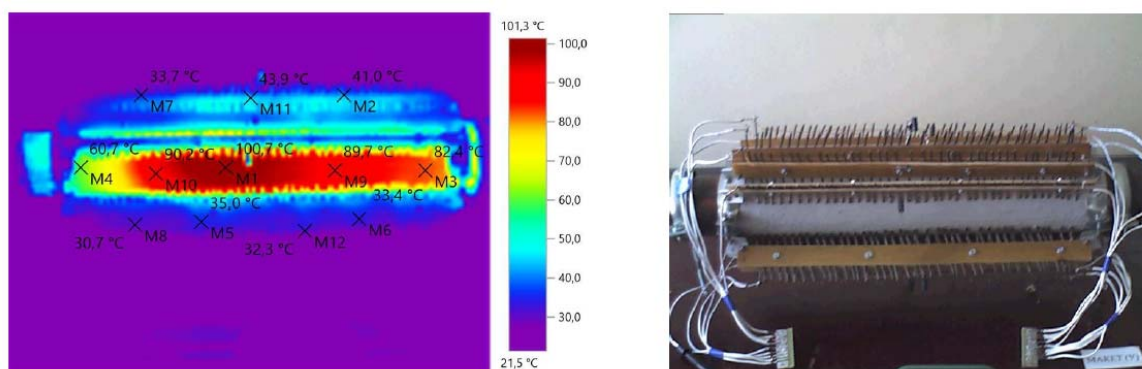


Рисунок 2 – Термограмма распределения температуры экспериментальной установки

Схема экспериментальной установки с металлическими термоэлектрическими преобразователями, выполненными из хромели и копели, приведена на рисунке 1.

Синими стрелками отмечены потоки холодного воздуха, поступающего через щели путем либо созданием самотяги, либо установленным осевым вентилятором. Красными стрелками указано направление движения горячего потока воздуха от калорифера [7,8,9].

В качестве исходных данных используются данные из таблицы 1.

Таблица 1 – Экспериментальные данные на установке с использованием теплоизоляции и канального вентилятора

№	Тем-ра t_1 , °C	Тем-ра t_2 , °C	Тем-ра $t_{в1}$, °C	Тем-ра $t_{в.2}$, °C	Скорость, м/с	Напряжение, В	Сила тока, мА
1	60	45	28,3	29,4	4,10	0,45	40
2	120	60	28,4	31,4	4,10	0,6	80
3	220	100	28,3	33,2	4,10	0,93	170
4	260	130	28,3	34,4	4,10	1,2	215
5	320	150	28,3	35,6	4,10	1,56	279,5
6	410	180	28,4	36,9	4,10	2,03	363,35

Количество термоэлектрических элементов на установке – 400 шт. Мощность калорифера 2500 Вт. Объемный расход горячего воздуха = 400 л/мин (24 м³/ч). Длина трубопровода 0,5 м. Наружный диаметр трубы d_1 – 59 мм и 3 мм соответственно. (d_2 = 50 мм – внутренний диаметр) по ГОСТ 3262-75. Площадь поверхности теплообмена термоэлектрических секций F_h = 0,02 м²/ч. Коэффициент теплопроводности стали λ_1 = 20 Вт/м°C. Расход приточного воздуха составляет 107 м³/ч. Мощность вентилятора 14 Вт. Температура внутреннего воздуха в помещении лаборатории $t_{в}$ = 28 °C.

Коэффициент теплоотдачи от воздуха к внутренней стенке трубы $\alpha_1 = 29,5$ Вт/м²·°С. Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности трубы к термoeлектрическим секциям $\alpha_2 = 7$ Вт/м²·°С.

Расчет производился по методике [10,11,12].

Определение коэффициента теплопередачи, Вт/(м·°С):

$$K_1 = \frac{1}{\left[\frac{1}{(\alpha_1 \cdot d_1)} + \sum \left(\frac{1}{2 \cdot \lambda} \right) \cdot \ln \left(\frac{d_2}{d_1} \right) + \frac{1}{(\alpha_2 \cdot d_2)} \right]} \quad (7)$$

$$K_1 = \frac{1}{\left[\frac{1}{(29,5 \cdot 0,05)} + \left(\frac{1}{2 \cdot 20} \right) \cdot \ln \left(\frac{0,059}{0,05} \right) + \frac{1}{(7 \cdot 0,059)} \right]} = 0,32 \quad \text{Вт/(м·°С)}$$

Линейный тепловой поток, Вт/м:

$$q_n = \pi \cdot K_1 \cdot (t_1 - t_2) \quad (8)$$

$$q_n = 3,14 \cdot 0,32 \cdot (90 - 30) = 60,3 \quad \text{Вт/м}$$

Количество тепла, выделяемое от 300 мм открытого трубопровода при данной разности температур равна $Q_h = 60,3 \times 0,3 = 18,1$ Вт. °С.

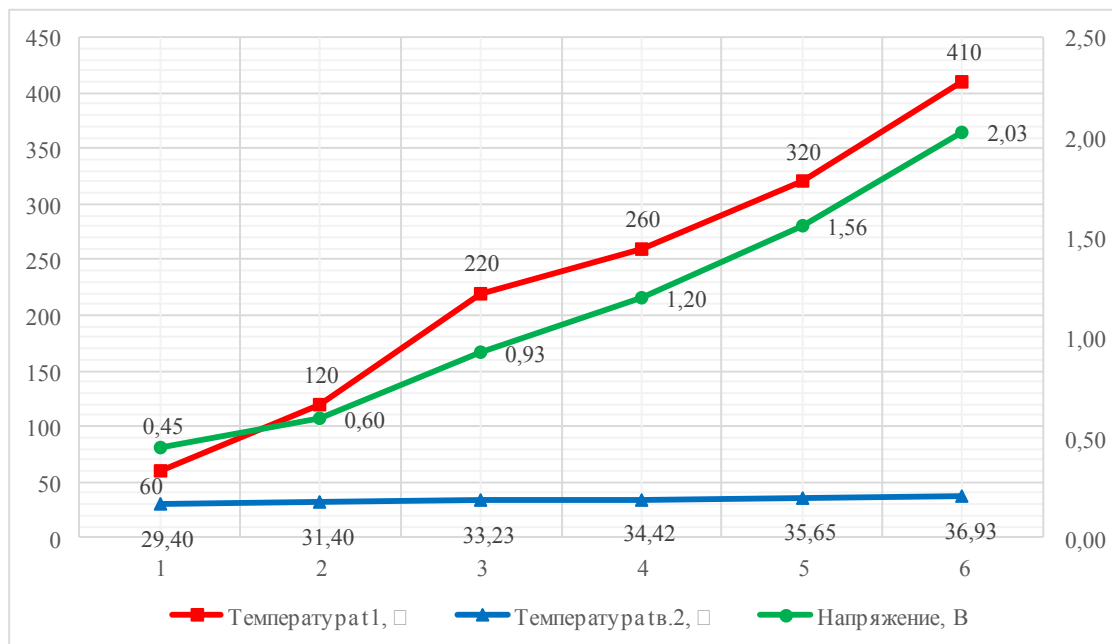


Рисунок 3 – Зависимость напряжения от перепада температуры между холодным и горячим спаем

Для установки №2 использовали полупроводниковые (элементы Пельтье). Из-за своей компактности (размеры – 40х40 мм, толщина – 6 мм) они позволяют вмещать в себя до 400 полупроводниковых элементов. Существенным отличием эле-

ментов Пельтье от металлических преобразователей это необходимость стороннего интенсивного охлаждения [13,14,15].

Экспериментальная установка №2 приведена на рисунке 4. Синим отмечены потоки холодного воздуха, поступающего через щели путем либо созданием самотяги, либо установленным осевым вентилятором. Красные стрелки – это направление потока горячего воздуха от калорифера.

В результате проведенного эксперимента (таблица 3.6) была подтверждена зависимость вырабатываемого термоЭДС от использования интенсивного охлаждения [16,17,18].

При достижении температуры в 110°C (максимальная рабочая температура) мощность экспериментальной установки достигла максимума, далее в результате перенасыщения и неспособностью как системы пассивного так активного охлаждения справляться с теплом приходящего от горячей стороны электрические показатели начали снижаться. Для визуализации эксперимента были построены графики (рисунки 4 и 5).

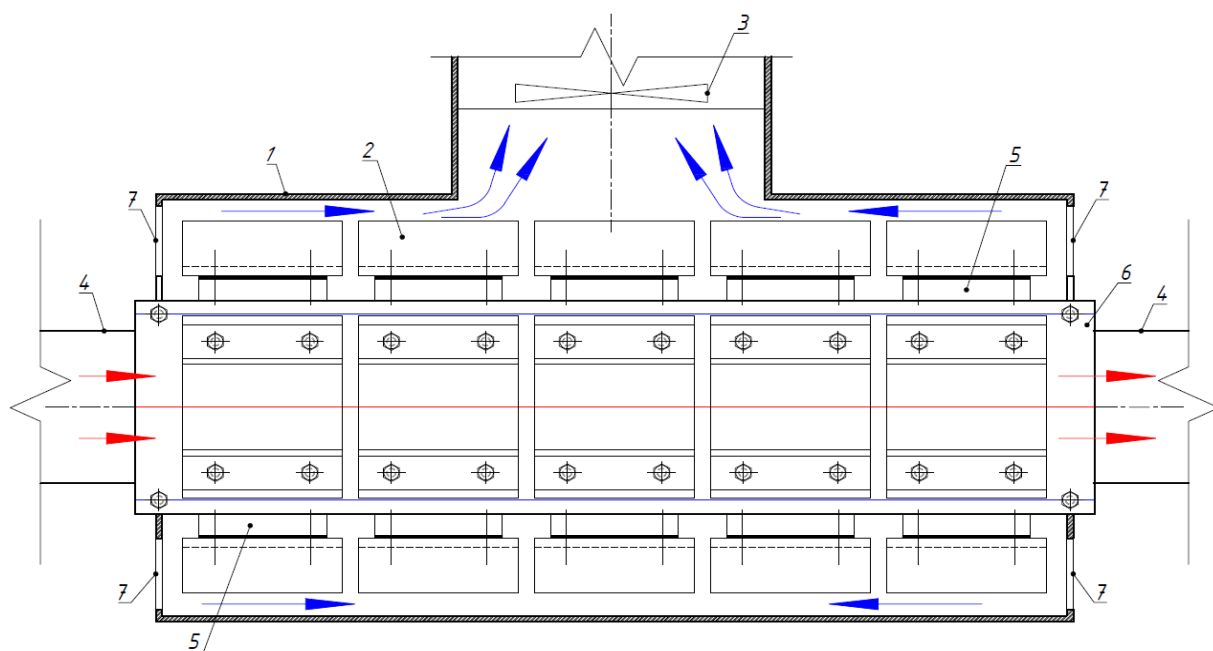


Рисунок 4 – Экспериментальная установка №2: 1 – защитный кожух; 2 – система охлаждения элементов; 3 – осевой вентилятор; 4 – элемент трубы с теплоизоляцией; 5 – элементы Пельтье (40x40 мм); 6 – элементы крепления; 7 – щель для забора холодного воздуха.

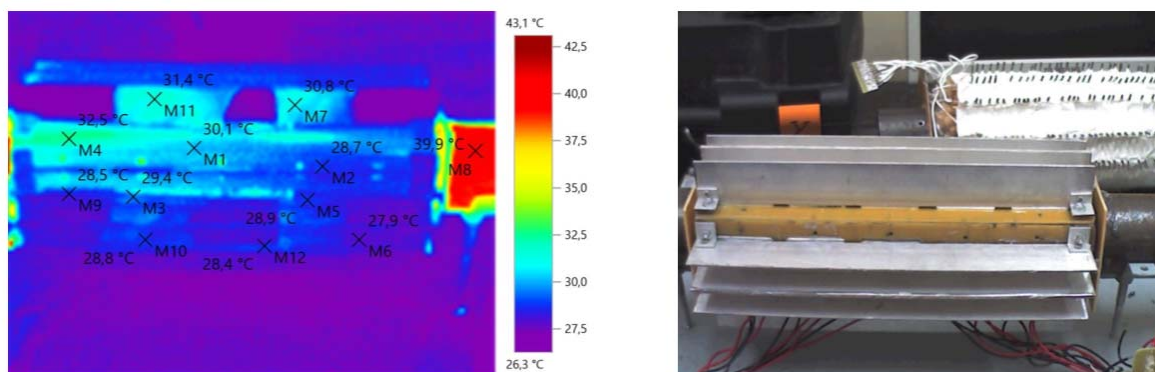


Рисунок 5 – Термограмма распределения температуры экспериментальной установки

Таблица 2 – Экспериментальные данные с использованием элементов Пельтье с теплоизоляцией и канального вентилятора в качестве охлаждения

№	Тем- ра t1, °C	Тем-ра t2, °C	Тем-ра tw1, °C	Тем-ра tw.2, °C	Скорость, м/с	Напря- жение, В	Сила тока, мА
1	60	45	28,3	29,4	4,00	1	159
2	70	55	28,4	40,6	4,00	1,05	164
3	80	60	28,3	51,7	4,00	1,1	170
4	90	75	28,3	62,8	4,00	1,25	176
5	100	90	28,3	73,9	4,00	1,34	183
6	110	100	28,4	85,0	4,00	1,50	190
7	120	110	28,4	96,1	3,95	1,44	187,4
8	130	120	28,4	107,2	3,92	1,3	181,3
9	140	135	28,4	118,3	3,92	1	168,1
10	150	140	28,4	129,4	3,92	0,95	165,9
11	160	155	28,4	140,4	3,91	0,8	159,4

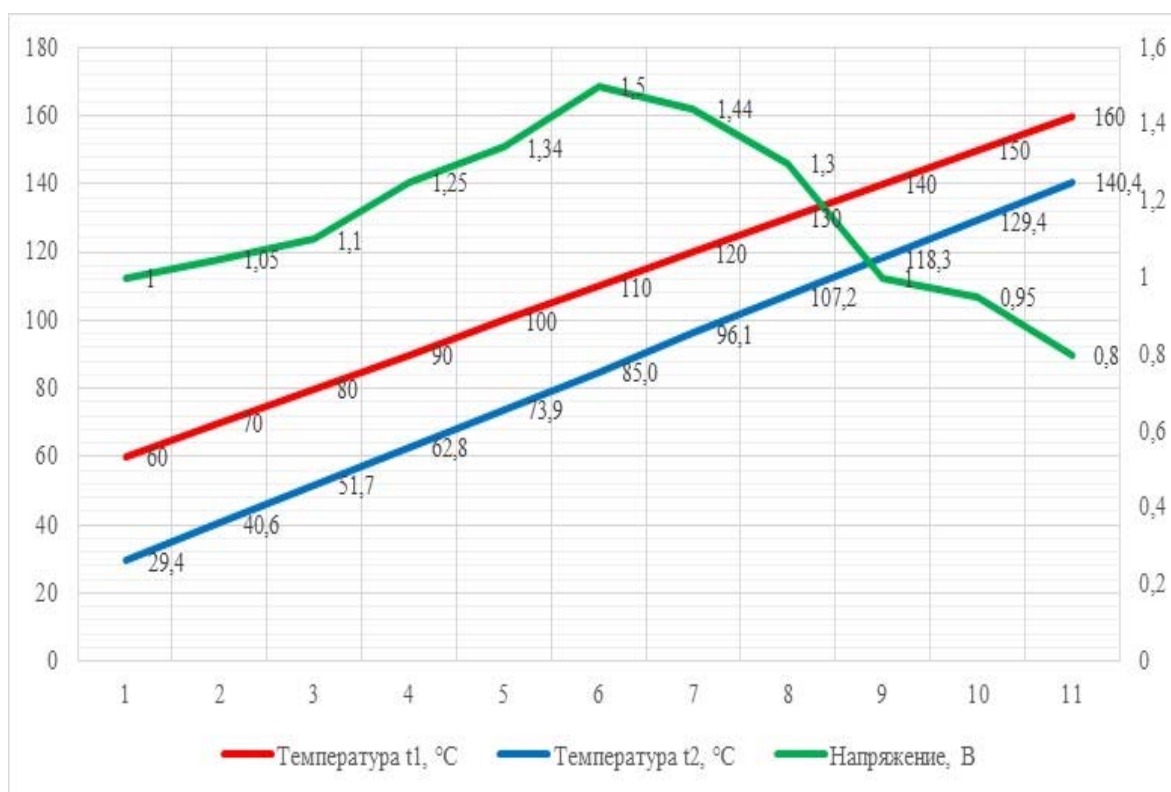


Рисунок 5 – Зависимость вырабатываемого напряжения элементами Пельтье от температуры горячего и холодного спаев

При температуре 120°C определяются основные показатели вырабатываемого электричества:

– напряжение составит, В: $U = 0,6$ В

– сила тока, мА: $I = 80$ мА

В соответствии с методикой, приведенной в вспомогательный коэффициент определяется по формуле:

$$m = \sqrt{1 + 0,5 \cdot Z \cdot (t_1^{hc} + t_2^{cl})} \quad (9)$$

$$m = \sqrt{1 + 0,5 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot (90 + 30)} = 1,08$$

Сопротивление термоэлектрического преобразователя, Ом:

$$R = \frac{\alpha \cdot (t_1^{hc} - t_2^{cl}) \cdot N}{I \cdot [\sqrt{1 + 0,5 \cdot Z \cdot (t_1^{hc} + t_2^{cl})} - 1]} \quad (10)$$

$$R_1 = \frac{12,97 \times 10^{-3} \cdot (90 - 30) \cdot 400}{0,08 \cdot [\sqrt{1 + 0,5 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot (90 + 30)} - 1]} = 9493,1 \text{ Ом;}$$

Электрическая мощность, отдаваемая во внешнюю цепь, Вт:

$$P = \frac{(2 \cdot N \cdot \alpha)^2 \cdot (t_1^{hc} - t_2^{cl})}{R} \cdot \frac{m}{(m + 1)^2} \quad (11)$$

$$P = \frac{(2 \cdot 400 \cdot 12,7 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (90 - 30)}{9493,1} \cdot \frac{1,08}{(1,08 + 1)^2} = 0,163 \text{ Вт}$$

КПД, %:

$$\eta = \frac{P}{Q_h} \times 100\% \quad (12)$$

$$\eta = \frac{0,163}{18,1} \times 100\% = 0,9\%$$

В соответствии с приведенной методикой при расчете параметров термоэлектрического генератора с использованием металлических термоэлектрических преобразователей КПД при средней температуре горячих образцов $t_1^{hc} = \frac{410 + 180}{2} = 295^\circ\text{C}$ и холодных спаев $t_6^{cl} = \frac{28,4 + 36,9}{2} = 33^\circ\text{C}$ составит 1,32% [19,20].

Выводы:

Результаты исследований показывают, что для получения электрической энергии при транспортировке теплоносителей по трубопроводу с температурой 100°C и выше можно использовать в качестве основного конструктивного элемента термоэлектрические преобразователи (ТЭП), состоящие из парных проволочных отрезков, выполненных из металлов М1—хромель и М2—копель. Использование этих металлов при масштабном применении термоэлектродгенераторов позволяет значительно снизить их себестоимость и повысить надежность.

- предложены конструкции термоэлектрических генераторов для источников ЭДС систем газо- и тепло-снабжения с использованием как обычных металлических, так и полупроводниковых преобразователей;
- разработана методика проведения эксперимента;
- приведены экспериментальные исследования с последующим анализом и расчетом основных параметров теплообмена на экспериментальных установках по генерации термоэлектричества;
- установлена зависимость вырабатываемой электрической мощности термоэлектрического генератора от конструкции системы охлаждения;
- показано, что элементы Пельтье могут быть использованы в системах утилизации низкопотенциального тепла с температурой до 80°C , при этом должна быть предусмотрена система активного охлаждения;
- установлено, что термоэлектрические преобразователи, изготовленные из пар хромель-копель, могут использоваться при температурах свыше 100°C , при этом достаточно использование системы пассивного охлаждения.

На основе полученных экспериментальных данных разработана методика теплового расчета предлагаемых конструкций термоэлектродгенераторов.

Список литературы

1. Семичева, Н. Е. Инновационные энергосберегающие технические решения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 1(64). – С. 109-114. – EDN VXDVTH.
2. Investigation of technical characteristics of thermoelectric add-on for pressure jet burners / V. Ezhov, N. Semicheva, S. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2016. – Vol. 14. – No 4. – P. 461-464. – DOI 10.5937/jaes14-12565. – EDN YUXJDZ.
3. Independant power supply source for the station of cathodic protection of pipelines against corrosion / V. S. Ezhov, N. E. Semicheva, S. V. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2017. – Vol. 15. – No 4. – P. 501-504. – DOI 10.5937/jaes15-15450. – EDN XXPDNT.
4. Разработка эффективного комплексного коррозионноустойчивого воздухоподогревателя / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2018 : Сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научной конференции. В 2-х томах, Курск, 20–21 сентября 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 292-295. – EDN YNESNN.
5. Патент № 2691896 С1 Российская Федерация, МПК F24H 3/02, F23J 15/02, F23L 15/00. Комплексный коррозионноустойчивый воздухоподогреватель : № 2018120573 : заявл. 05.06.2018 : опубл. 18.06.2019 / В. С. Ежов, А. П. Бурцев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN KDOXPV.
6. Разработка методики определения характеристик конструкции комплексного пластинчатого теплообменника при утилизации низкопотенциального тепла сбросных газов и вентиляционных выбросов / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17–18 октября 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный аграрно-технологический университет имени П.А. Костычева. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 178-182. – EDN VQAOOB.
7. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электроснабжения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл. 12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBH.
8. Characterization of Thermoelectric Generators for Cathodic Protection of Pipelines of the City Heating / V. Yezhov, N. Semicheva, E. Pakhomova [et al.] // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018 : Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 983, Voronezh and Samara, Russia, 10–13 декабря 2018 года. Vol. 2. – Cham: Springer, 2019. – P. 670-678. – DOI 10.1007/978-3-030-19868-8_65. – EDN RSDHMC.
9. Experimental calculation of the main characteristics of thermoelectric EMF source for the cathodic protection station of heat supply system pipelines / V. Yezhov, N. Semicheva, A. Burtsev, N. Perepelitsa // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – Vol. 1259. – P. 225-237. – DOI 10.1007/978-3-030-57453-6_19. – EDN KGMCNF.
10. Один из вариантов измерения объёма жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Тютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Междуна-

родной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.

11. Анализ экспериментального исследования теплообменника для рекуперации тепла сточных вод / А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, Е. Н. Грэдинарь, В. Продан // Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 35-38. – EDN MDZUFХ.

12. Исследование работы комплексного многослойного пластинчатого теплообменника / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 128-132. – EDN SKWVVP.

13. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZХ.

14. Бурцев, А. П. Меры усовершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.

15. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQХ.

16. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.

17. Шугаева, О. В. Проблемы и перспективы развития отрасли энергосберегающих технологий на примере Курской области / О. В. Шугаева, Т. П. Алдохина, А. П. Бурцев // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах, Курск, 15–16 декабря 2016 года / Юго-Западный государственный университет. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 406-411. – EDN XGZPKP.

18. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК C23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.

19. Исследование теплообмена в термоэлектрических преобразователях / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, А. П. Бурцев // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения : сборник научных статей Международной научно-практической кон-

ференции, Курск, 17 июля 2020 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 73-81. – EDN XMWQND.

20. Инновационные решения при разработке энергоэффективных поквартирных систем отопления / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 337-380. – EDN KJUGZM.

Burtsev Alexey Petrovich, lecturer

Southwest state university, Kursk, Russia

Mikhaylov Daniil Sergeyevich, Master's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Bulgakov Andrey Vladimirovich, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Yakovleva Victoria Nikolaevna, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Academic advisor - **Ezhov Vladimir Sergeevich**, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor

Southwest state university, Kursk, Russia

RESEARCH OF HEAT EXCHANGE CHARACTERISTICS IN THERMOELECTRIC CONVERTERS

Abstract. *The results of thermophysical processes researches which take place at experimental installations for thermoelectricity generation with the following analysis and calculation of basic parameters of thermo-mass exchange are given in the work. The basic calculated equations are considered.*

Keywords: *energy saving, thermoelectricity, calorifier, heat and mass exchange, heat supply system, thermoelectric converter.*

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПОПУТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВА В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГРУППЫ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Бурцев Алексей Петрович, преподаватель
(e-mail: ap_burtsev@mail.ru)

Михайлов Даниил Сергеевич, студент
(e-mail: mihayloff.dania2015@yandex.ru)

Булгаков Андрей Владимирович, студент
(e-mail: Andryushenka.bulgakov.00@mail.ru)

Яковлева Виктория Николаевна, студент
(e-mail: vika0496@gmail.com)

Научный руководитель –
Семичева Наталья Евгеньевна, к.т.н., доцент
(e-mail: nsemicheva@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет Курск, Россия

В рассмотренной статье представлен способ попутной генерации термоэлектричества при утилизации низкопотенциального тепла тепловых потерь в центральном тепловом пункте группы многоэтажных зданий. Рассмотрена конструкция и принцип действия термоэлектродгенератора для обеспечения автономной работы циркуляционного насоса.

Ключевые слова: центральный тепловой пункт, циркуляционный насос, термоэлектричество, низкопотенциальное тепло, термоэлектрический элемент, теплоноситель, температура, эффективность.

Работа посвящена применению эффекта термоэлектричества для автономного электроснабжения центрального теплового пункта (ЦТП) группы многоэтажных зданий, в частности для электроснабжения привода циркуляционного (смесительного) насоса [1,2]. Центральный тепловой пункт (ЦТП) - тепловой пункт, обслуживающий два и более зданий. ЦТП обеспечивает жителей горячей и холодной водой круглогодично и теплом в отопительный сезон. [3,4]. Схема ЦТП приведена на рисунке 1.

Работа ЦТП построена по принципу автономности: в зависимости от наружной температуры аппарата изменяет температуру теплоносителя в соответствие с расчетными значениями и подает его в отопительную систему дома. Потребитель больше не зависит от протяженности магистралей и внутриквартальных трубопроводов. Но удержание тепла полностью зависит от потребителя и зависит от технического состояния здания и методов по сбережению тепла [5,6].

Энергосбережение современных ЦТП достигается за счет регулирования температуры теплоносителя с учетом поправки на изменение температуры наружного воздуха. С этой целью в ЦТП применяются комплексы оборудования для обеспе-

чения необходимой циркуляции (циркуляционные насосы) и регулирования температуры теплоносителя (регулирующие клапаны с электрическими приводами, контроллеры с датчиками температуры) [7,8].

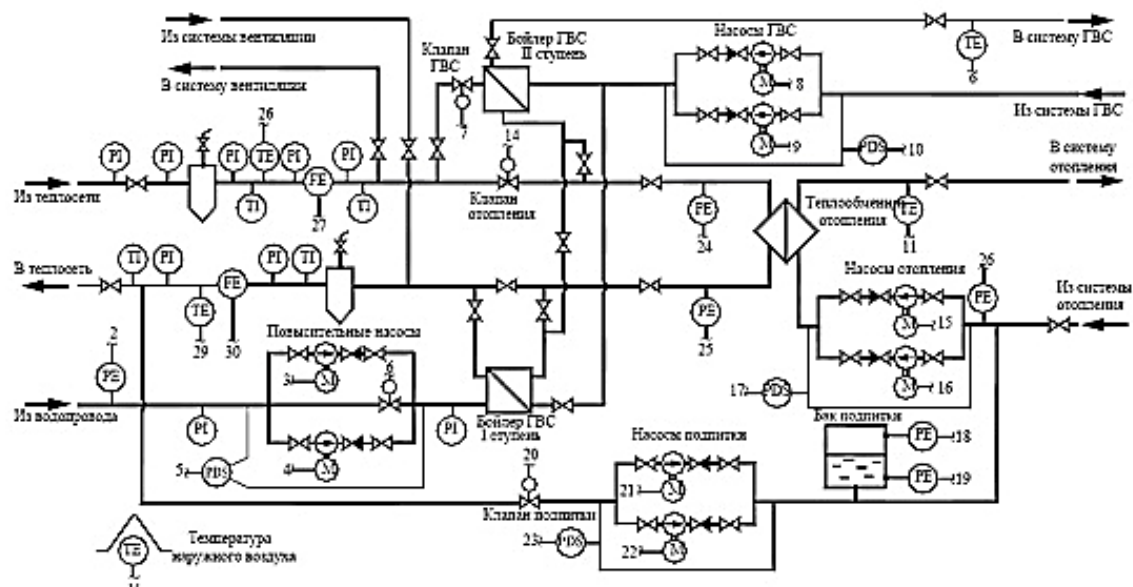


Рисунок 1 – Принципиальная схема центрального теплового пункта

В данной работе для решения проблемы электропотребления предлагается использовать эффект термоэлектричества [9]. Приведена общая схема термоэлектрического генератора для циркуляционного насоса с кратким описанием работы и протекающих в нем процессов. Эффект термоэлектричества, основан на преобразовании тепловой энергии в электричество за счёт перепада температур в термоэмиссионных преобразователях [10]. Термоэлектрический элемент – это пара проводников из разных материалов, соединенных на одном конце. Когда один из спаев элемента нагрет больше, чем другой возникает термоэлектрический эффект [11]. Полученное электричество можно применить для энергоснабжения: смесительных и циркуляционных насосов, автоматики, узлов учёта тепловой энергии и различных узлов центрального теплового пункта группы жилых зданий [12]. Для автономного электроснабжения ЦТП, в частности циркуляционного (смесительного) насоса был разработан генератор, на основе эффекта термоэлектричества. На рисунке 2а представлен общий вид термоэлектрического генератора и циркуляционного насоса.

Термоэлектрический генератор состоит из: термоэлектрического блока (ТЭБ), собранного из теплоэлектрических секций (ТЭС), состоящих из зигзагообразных рядов термоэмиссионных преобразователей (ТЭП), изготавливаются из пар отрезков (Рисунок 2б), выполненных из разных металлов М1 и М2 (М1–хромель, М2–копель, соединенных зигзагообразно, концы которых расплющены и плотно прижаты друг к другу и расположены в зоне нагрева и охлаждения, вблизи наружной

кромки и наружной поверхности участка трубы. ТЭС, в свою очередь, присоединены к коллекторам с одноименными зарядами через конденсаторы, а термоэлектрический блок, снабжен токовыводами с одноименными зарядами, соединенными электропроводкой с преобразователем–контроллером.

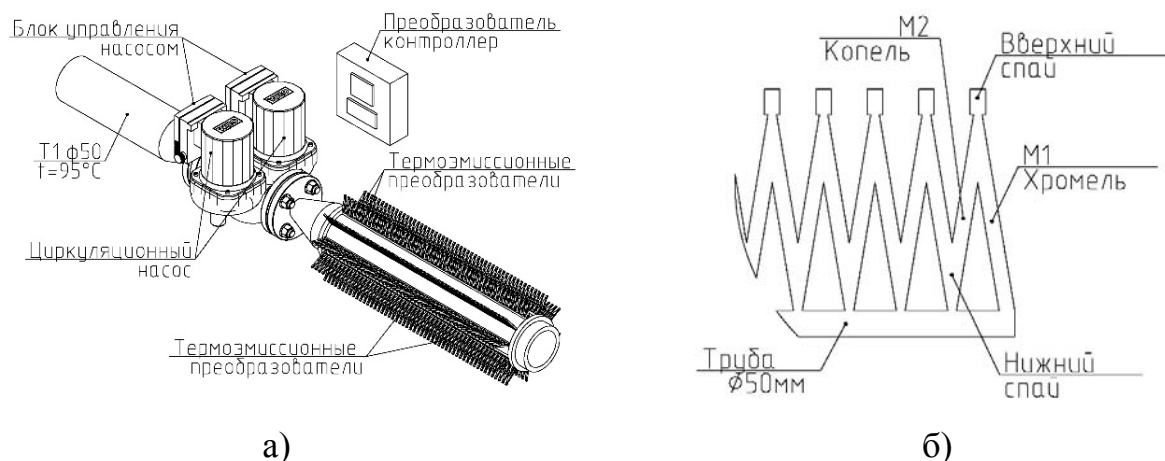


Рисунок 2. – схема автономного насоса: а) – общий вид автономного электроснабжения для циркуляционного (смесительного) насоса; б) – узел термоэлектрического элемента

ТЭБ [13,14] насажен на подающий трубопровод, соединенный электропроводкой с инвертором, аккумулятором и электродвигателем насоса и состоит из двух полуцилиндрических кожухов с продольными щелями, снабженных торцевыми кольцами и продольными фланцами с крепежными отверстиями, закрывающих участок подающего трубопровода, с созданием между внутренней поверхностью полуцилиндров и наружной поверхностью участка трубопровода зазора шириной A , причем в продольные щели полуцилиндрических кожухов вставлены продольные ребра, выполненные из гидростойкого диэлектрического материала с высокой теплопроводностью, внутри которых по всей их длине помещены зигзагообразные ряды ТЭС [15,16].

Термоэлектрический генератор работает следующим образом. Так как средняя температура в тепловом пункте составляет $+5^{\circ}\text{C}$, теплоноситель, подаваемый в ЦТП из наружной сети теплоснабжения имеет температуру $+150^{\circ}\text{C}$ в подающем трубопроводе и $+70^{\circ}\text{C}$ в обратном трубопроводе [17], между спаями ТЭП, расположенными в холодной и горячей зонах создается значительная разность температур (100°C и более), что надежно обеспечивает появления создание термоэлектричества в ТЭП и, соответственно, в ТЭБ, в результате чего термоэлектродгенератор начинает вырабатывать электричество, для электродвигателя циркуляционного насоса и средств автоматизации ЦТП [18]. Использование термоэлектричества для работы ЦТП повышает надежность работы системы теплоснабже-

ния группы жилых зданий [19]. Сфера применения, рассмотренного термоэлектрогенератора может быть довольно обширной. Он может быть использован не только в жилых многоквартирных и индивидуальных домах, но также в общественных и промышленных зданиях [20].

Таким образом использование термоэлектрического генератора для электрообеспечения ЦТП повышает энергосберегающие характеристики, экономическую эффективность и надежность ЦТП и системы отопления в целом.

Список литературы

1. Семичева, Н. Е. Инновационные энергосберегающие технические решения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 1(64). – С. 109-114. – EDN VXDVTH.
2. Investigation of technical characteristics of thermoelectric add-on for pressure jet burners / V. Ezhov, N. Semicheva, S. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2016. – Vol. 14. – No 4. – P. 461-464. – DOI 10.5937/jaes14-12565. – EDN YUXJDZ.
3. Independant power supply source for the station of cathodic protection of pipelines against corrosion / V. S. Ezhov, N. E. Semicheva, S. V. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2017. – Vol. 15. – No 4. – P. 501-504. – DOI 10.5937/jaes15-15450. – EDN XXPD TN.
4. Разработка эффективного комплексного коррозионноустойчивого воздухоподогревателя / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2018 : Сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научной конференции. В 2-х томах, Курск, 20–21 сентября 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 292-295. – EDN YNESNN.
5. Патент № 2691896 С1 Российская Федерация, МПК F24H 3/02, F23J 15/02, F23L 15/00. Комплексный коррозионноустойчивый воздухоподогреватель : № 2018120573 : заявл. 05.06.2018 : опубл. 18.06.2019 / В. С. Ежов, А. П. Бурцев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN KDOXPV.
6. Разработка методики определения характеристик конструкции комплексного пластинчатого теплообменника при утилизации низкопотенциального тепла сбросных газов и вентиляционных выбросов / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17–18 октября 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный аграрно-технологический университет имени П.А. Костычева. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 178-182. – EDN VQAOOB.
7. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электрообеспечения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл. 12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBH.
8. Characterization of Thermoelectric Generators for Cathodic Protection of Pipelines of the City Heating / V. Yezhov, N. Semicheva, E. Pakhomova [et al.] // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018 : Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 983, Voronezh and Samara, Russia, 10–13

декабря 2018 года. Vol. 2. – Cham: Springer, 2019. – P. 670-678. – DOI 10.1007/978-3-030-19868-8_65. – EDN RSDHMC.

9. Experimental calculation of the main characteristics of thermoelectric EMF source for the cathodic protection station of heat supply system pipelines / V. Yezhov, N. Semicheva, A. Burtsev, N. Perepelitsa // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2021. – Vol. 1259. – P. 225-237. – DOI 10.1007/978-3-030-57453-6_19. – EDN KGMCNF.

10. Один из вариантов измерения объёма жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Тютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // *Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.

11. Анализ экспериментального исследования теплообменника для рекуперации тепла сточных вод / А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, Е. Н. Грэдинарь, В. Продан // *Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции*, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 35-38. – EDN MDZUFX.

12. Исследование работы комплексного многослойного пластинчатого теплообменника / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // *Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 128-132. – EDN SKWVVP.

13. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // *Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года* / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.

14. Бурцев, А. П. Меры усовершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // *Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года* / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.

15. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // *Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года* / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.

16. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.

17. Шугаева, О. В. Проблемы и перспективы развития отрасли энергосберегающих технологий на примере Курской области / О. В. Шугаева, Т. П. Алдохина, А. П. Бурцев // *Наука молодых - будущее России : сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах, Курск, 15–16 декабря 2016 года* / Юго-Западный государственный университет. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 406-411. – EDN XGZPKP.

18. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК С23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.

19. Исследование теплообмена в термоэлектрических преобразователях / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, А. П. Бурцев // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Курск, 17 июля 2020 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 73-81. – EDN XMWQND.

20. Инновационные решения при разработке энергоэффективных поквартирных систем отопления / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 337-380. – EDN KJUGZM.

Burtsev Alexey Petrovich, lecturer

Southwest state university, Kursk, Russia

Mikhaylov Daniil Sergeevich, Master's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Bulgakov Andrey Vladimirovich, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Yakovleva Victoria Nikolaevna, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Academic advisor -

Semicheva Natalia Evgenyevna, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: nsemicheva@yandex.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

DEVELOPMENT OF AN ENERGY-SAVING THERMOELECTRICITY CO-GENERATION SYSTEM IN THE HEATING SYSTEM OF A GROUP OF MULTI-STOREY BUILDINGS

Abstract. This article presents a method of associated thermoelectricity generation for utilization of low-potential heat of heat losses in the central heating unit of a group of multi-storey buildings. The design and principle of operation of thermoelectric generator for providing autonomous operation of circulation pump is considered.

Keywords: central heating point, circulation pump, thermoelectricity, low-potential heat, thermoelectric element, coolant, temperature, efficiency.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СФЕРЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Валеев Александр Вадимович, аспирант

(e-mail: alvadval@yandex.ru)

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина,
г.Москва, Россия*

В современном мире всё больше внимания уделяется проблеме энергоэффективности. В статье приведены данные о состоянии сферы потребления электроэнергии в России, предложен способ повышения энергоэффективности, рассмотрена система управления бытовыми потребителями.

Ключевые слова: энергоэффективность, электроэнергия, потребление, система «умный дом», управление потребителями.

В 2021 году объём производства и потребления электроэнергии в России вырос на 4,6 и 6,4 процента соответственно, что составило максимум с 2015 года. Одной из составляющих этого прироста является увеличение потребления энергии в сфере жилищно-коммунального хозяйства. По сравнению с 2020 годом рост удельного потребления тепловой энергии в жилых помещениях составил 19%. Удельные расходы электроэнергии выросли на те же 19% (с 1113,2 до 1376,1 кВт·ч в расчете на одного человека) [1].

Продолжающийся рост энергопотребления в России показывает неэффективность и недостаточность принимаемых мер (например, на конец 2021 года доля многоквартирных домов (МКД) с повышенным классом энергоэффективности составляет всего 6,4% от их общего числа). Некоторого снижения этих показателей в жилом секторе можно добиться, установив ограничение выдаваемой мощности и контролируя потребление бытовыми приборами при помощи системы «умный дом».

«Умный дом» - это автоматизированная система мониторинга и управления параметрами энергообеспечения дома. Например, такая система позволяет осуществлять удаленное управление системами освещения, вентиляции, кондиционирования, отопления, водоснабжения, дистанционно включать и отключать бытовые приборы. Также, на основе информации, поступающей от различных датчиков температуры, влажности, освещенности, движения, открытия оконных и дверных проемов система «умный дом» способна самостоятельно регулировать нагрев отопительных приборов или отключить кондиционер при отсутствии людей в комнате.

Несмотря на очевидные плюсы «умного дома», к которым определенно можно отнести экономию энергоресурсов и повышение комфорта пользователя, данная технология пока не получила массового распространения в России. Уровень оснащённости домов системой «умный дом» в западных странах существенно пре-

вышает аналогичный показатель в России. Одной из причин этого можно назвать высокую стоимость оборудования и его установки. Также на это влияет недостаточная цифровизация населения. Для большей части населения страны сложная система управления «умным домом» является непреодолимой преградой на пути к использованию данной технологии. Однако, несмотря на сдерживающие факторы, рынок «умного дома» в России продолжает расти, к 2025 году ожидается двукратный рост домов, оснащенных данной системой [2].

На рисунке 1 представлена система управления бытовыми потребителями дома. Помимо выполнения задач по повышению комфорта жильцов, данная система способна контролировать энергопотребление и поддерживать его на уровне ниже установленного лимита. Не превышение определенного лимита входной мощности способствует выравниванию графика нагрузок. Это, в свою очередь, позволяет оптимизировать управление энергосистемой и повысить её эффективность [3].

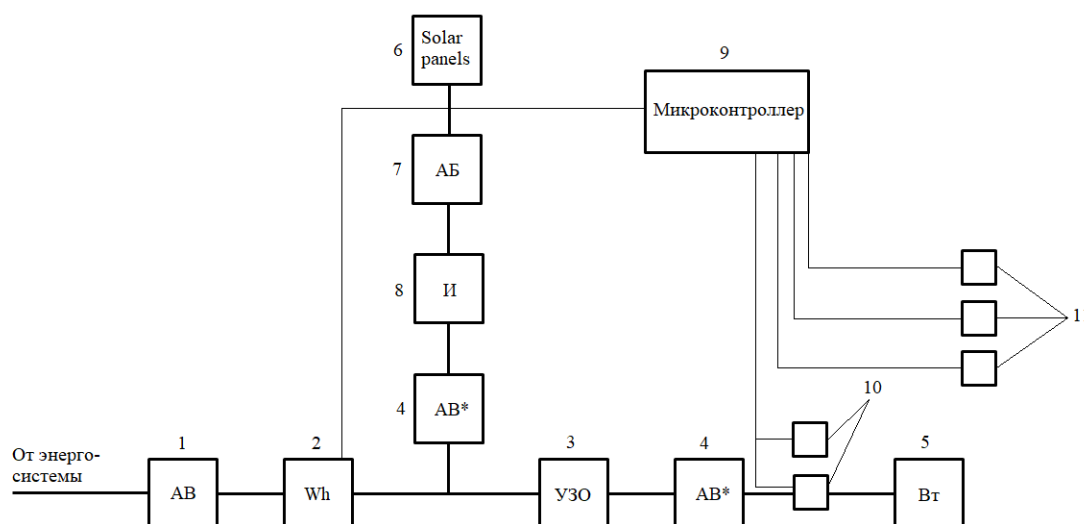


Рисунок 1 – Система управления бытовыми потребителями дома: 1 – автоматический выключатель, 2 – счетчик электроэнергии, 3 – устройство защитного отключения, 4 – автоматический переключатель фаз, 5 – потребитель электрической энергии, 6 – солнечные панели, 7 – аккумуляторная батарея, 8 – инвертор, 9 – микроконтроллер, 10 – датчики измерения тока и напряжения, 11 – датчики параметров микроклимата

В нормальном режиме работы питание нагрузки осуществляется от энергосистемы. Питание потребителей происходит по трехфазной четырехпроводной сети через вводной автоматический выключатель, счетчик электроэнергии и УЗО (устройство защитного отключения).

Датчики измерения тока и напряжения установлены в каждой фазе линии, питающей нагрузку. С определенной периодичностью информация от этих датчиков и счетчика электрической энергии поступает на микроконтроллер, который, сравнивая полученные данные со значением лимита потребляемой мощности, принимает решение о включении потребителя при наличии свободной мощности, об его отключении при превышении максимально допустимого значения потребляемой мощности или его переключении на другую фазу при неравномерном распределении нагрузки по фазам сети.

Также микроконтроллер, получая данные от внешних датчиков о параметрах микроклимата в помещениях, производит управление инженерными системами дома (например, включает систему кондиционирования при повышении температуры в доме).

Управление бытовыми электроприборами осуществляется автоматическим переключателем. Потребители электрической энергии подключены к сети через силовые реле, которые по команде микроконтроллера осуществляют включение/отключение нагрузки или её переключение на другую фазу сети.

Все бытовые потребители в доме имеют свой уровень приоритетности, то есть их отключение происходит в следующем порядке: сначала от энергосистемы отключают самый низкоприоритетный потребитель, в последнюю очередь – самый высокоприоритетный. Следовательно, включение нагрузки происходит в обратном порядке. Уровень приоритетности устанавливается самим пользователем и в любой момент может быть изменен, что добавляет вариативности системе.

Узел резервного питания состоит из солнечных панелей, аккумуляторной батареи и инвертора и подключен к домашней электрической сети через автоматический переключатель. В часы пик, при необходимости использования мощности, превышающей максимально допустимый уровень, происходит перевод потребителей на собственный источник микрогенерации. Также наличие такого резервного источника электроэнергии позволяет осуществлять питание высокоприоритетных потребителей дома при авариях в энергосистеме. В данном примере в качестве собственного источника микрогенерации используются солнечные панели, однако их можно заменить другим источником электроэнергии.

Внедрение интеллектуальные технологии, к числу которых относится и рассмотренная выше система управления бытовыми потребителями дома, является важной составляющей развития энергетической отрасли. С их помощью можно добиться значительного повышения показателей энергетической эффективности.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/file/5a79eed92247fc7cb91873a107625372/Energy_efficiency_2022.pdf. – Дата доступа: 26.02.2023.
2. Рынок технологий Умного дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rdc.grfc.ru/2022/02/smart_home_market. – Дата доступа: 28.02.2023.

3. Применение технологии управления спросом на электроэнергию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2019/11/07/primenenie-tehnologii-upravleniya-sprosom-na-elektroenergiyu>. – Дата доступа: 28.02.2023.

Valeev Aleksandr Vadimovich, PhD student

(e-mail: alvadv@yandex.ru)

The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN THE FIELD OF ELECTRICITY CONSUMPTION

Abstract. *In the modern world, more and more attention is paid to the problem of energy efficiency. The article presents data on the state of electricity consumption in Russia, suggests a way to improve energy efficiency, and considers the management system of household consumers.*

Keywords: *energy efficiency, electricity, consumption, smart home system, consumer management.*

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЗАХВАТА И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Варавин Владимир Иванович, к.т.н., доцент

(e-mail: varawin.vladimir@yandex.ru)

Крикунов Евгений Дмитриевич, студент

Баринев Алексей Игоревич, студент

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

Джафаров Анар Тельман оглы

(e-mail: anar.jafarov1970@gmail.com)

Азербайджанский государственный аграрный университет

В данной статье обоснован выбор оптимальной ширины и скорости движения для эффективного использования почвообрабатывающей техники в конкретных производственных условиях.

Ключевые слова: *Производительность, мощность, ширина захвата, скорость движения, агротехническое время, трактор, оптимизация, математический модель, двигатель.*

Правильный выбор энергетических средств для выполнения конкретной производственной операции влияет на качество и количество сельскохозяйственной продукции. Оптимальная мощность энергетических средств позволяет выполнить работу агрегата в предусмотренные сроки. С увеличением агротехнических сроков выполнения механизированных операций и с увеличением потерь возрастает себестоимость получаемой продукции.

Мощность трактора как источника энергии целесообразно выбирать на основе экономической оценки. Решение этой задачи затруднено тем, что трактор является универсальным энергетическим источником, т.е. работает на различных операциях [1, 2].

Поэтому оптимальную мощность трактора следует определять по сумме работ, т.е. всего комплекса работ, на которых используется трактор. Очевидно, для полей малых размеров, сложной конфигурации и с наличием естественных препятствий оптимальная мощность будет меньше, чем для участков больших размеров с ровным рельефом и отсутствием препятствий [1, 3].

Выбор оптимальной мощности энергетических средств зависит от физико-механических свойств почвы, природно-производственных условий, видов сельскохозяйственных культур и технико-экономических факторов использования агрегатов. Поэтому перед тем, как искать оптимальную мощность, надо установить признак, по которому будут сравниваться варианты, т.е. выбрать критерий оптимальности.

Выбору критерия, который выражается в виде целевой функции или функционала, следует уделять особое внимание при оптимизации решения. Обычно от правильности выбора целевой функции зависят и результаты оптимизации. К числу недостатков при постановке целевой функции следует отнести недоопределение или переопределение критериев. Критерии не должны быть переопределены, т.е. нельзя требовать максимального результата при минимальных затратах, и в то же время не должны быть недоопределены или нечетко сформулированы.

Поэтому для четкого определения оптимальной мощности, ширины захвата и скорости движения почвообрабатывающих агрегатов используются следующие две математические модели. Эти две математические модели четко обоснованы при конкретно-производственных условиях. Первая модель характеризует функционирование агрегатов в данных естественно-производственных условиях. По этой модели критерий оптимальности выражается в функции мощности трактора, которая может быть реализована с наибольшей эффективностью. Далее, с учетом особенностей выполнения технологического процесса в заданных условиях, можно выбрать тип и конкретную марку трактора.

Вторая модель характеризует взаимодействие движителя трактора с почвой и рабочих органов орудия с обрабатываемой средой при рабочем ходе агрегата. Из этой модели, учитывая агротехнические требования, могут быть определены оптимальные значения ширины захвата и скорости движения, при которых удельная чистая производительность (в расчете на единицу мощности) будет наибольшей или энергозатраты - наименьшими.

Одним из важных критериев оптимальности в пределах первой модели является максимум производительности агрегата [4, 5].

$$W = W_n \tau = (hW_n - a_{wn} W_n^2) / (1 + k_c W_n) \rightarrow \max \quad (1)$$

где W и $W_n = BV_i$ - эксплуатационная и чистая производительность; τ - коэффициент использования времени смены; B - ширина захвата агрегата, м; V_i - рабочая скорость движения, м/с; h , a_{wn} , k_c - коэффициенты, характеризующие конкретные элементы потерь времени смены: h - связанные с уровнем организации труда и не

зависящие от W_n ; a_{wn} – связанные с фактической наработкой агрегата и зависящие от W_n (основные элементы ежесменного технического обслуживания, время подготовки агрегата к переезду на место работы и др.); κ_c – зависящие от W_n и связанные с фактической наработкой агрегата (время холостого движения на загоне, технического обслуживания и т.д.).

Как видно из равенства (1), эксплуатационная производительность W есть также функция параметра $W_n = \xi_w W_{nom}$ (ξ_w – коэффициент использования W_{nom}). Проектная чистая производительность W_{nom} в соответствии с которой осуществляется конструирование всех ее элементов и деталей – важнейший технико-экономический показатель любой сельскохозяйственной машины. Этим комплексным параметром в основном определяются затраты средств и материалов на создание и эксплуатацию любой машины. Следовательно, параметр W_n или W_{nom} и есть основной параметр, который отражает главные связи в агрегате на этапе технико-экономического обоснования его выбора.

Энергия от трактора подводится к сельскохозяйственным машинам для реализации в них чистой производительности. Следовательно, составляющие баланса времени и затрат, относящиеся к трактору, необходимо выражать в функции того параметра трактора, который непосредственно связан с чистой производительностью определенным соотношением:

$$W_n = BV_i = \frac{P_{kp} V_i}{K_a} = \frac{N_n \xi_n \eta_t}{K_a} \quad (2)$$

или

$$N_n = \frac{K_a W_n}{\xi_n \eta_t}$$

где P_{kp} – тяговое усилие трактора, Н; K_a – удельное сопротивление агрегата на единицу ширины захвата, Н/м; N_n – номинальная мощность двигателя, Вт; ξ_n – коэффициент использования номинальной мощности; η_t – тяговый КПД трактора.

Таким параметром, как видно из равенства (2), будет мощность. При этом значения K_a , ξ_n , N_n с учетом общей точности исследований на данном этапе принимаются постоянными для каждого типа агрегата в заданных условиях. Для окончательного обоснования мощности и выбора конкретного трактора рассмотрим в качестве критерия также приведенные затраты

$$C_g \rightarrow \min$$

Одним из элементов приведенных затрат является расход топлива на единицу наработки, определяемый из известного равенства:

$$Q = \frac{G_i T_i}{W_{nov}} \left(1 + \frac{G_{bg} T_{bg} + G_{bm} T_{bm}}{G_i T_i} \right)$$

$$\text{или} \\ \frac{QW}{G_i} = \tau \left(1 + \frac{G_{bg} T_{bg} + G_{bm} T_{bm}}{G_i T_i} \right), \quad (3)$$

где Q - расход топлива на единицу наработки, $\text{кг}/\text{м}^2$; G_i , G_{bg} , G_{bm} - соответственно расход топлива при рабочем и холостом ходе агрегата и холостом ходе двигателя, $\text{кг}/\text{с}$; T_i , T_{bg} , T_{bm} - продолжительность работы на указанных режимах, с.

Поскольку с увеличением W_n значение τ в соответствии с (1) уменьшается, а сумма в правой части (3) возрастает, то можно предположить, что соотношение (3) в пределах выбранной длины гона будет почти неизменным.

Тогда

$$\frac{QW_{növ}}{G_i T_{növ}} = \frac{QW}{G_i} = \gamma_Q \approx \text{const} \quad (4)$$

При известном γ_Q , учитывая $G_i = N_e g_e$ (1) и (2), величину Q можно выразить в функции W_n т.е.

$$Q = \frac{G_i \gamma_Q}{W} = \frac{W_n k_a g_e \gamma_Q}{\eta_T W}, \quad (5)$$

где g_e - удельный расход топлива двигателем, $\text{кг}/\text{Дж}$.

Денежные затраты на топливо и смазочные материалы C_{yan} определяют, используя комплексную цену топлива из равенства

$$C_Q = QC_{yan} = \frac{W_n k_a g_e \gamma_Q}{\eta_T W} Q_{yan} \quad (6)$$

Балансовые цены трактора Q_T , машин Q_M при расчете приведенных затрат определяем из статистических зависимостей:

$$Q_T = \beta_T (\rho_T N_n + C_T), \quad (7)$$

$$Q_m = \beta_m (\rho_m W_{nom} + C_m), \quad (8)$$

где W_{nom} - номинальное значение W по технической характеристике машины, $\text{м}^2/\text{с}$; β_T , β_m - коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты, связанные с доставкой и досборкой машины.

Соотношение между W_{nom} и W_n характеризуется коэффициентом использования номинальной чистой производительности.

$$\xi_w = W_n / W_{nom}.$$

Расходы на зарплату определяются, учитывая число n_t трактористов-машинистов и n_k вспомогательных рабочих на агрегате, из равенства

$$C_{\text{маас}} = (n_T e_T \mu_T + n_k e_k) W \quad (9)$$

где e_T, e_k - тарифные ставки тракториста и вспомогательного рабочего; μ_T - коэффициент, учитывающий надбавку за классность и стаж работы.

Тарифный разряд работы зависит от класса трактора и соответствующей номинальной мощности N_b , поэтому приближенно можно принять

$$\begin{aligned} e_T &= e_0 + \varepsilon_T N_n \\ n_k &= a_k + d_k W_n \end{aligned}$$

Тогда равенство (9) примет вид

$$C_{\text{маас}} = \left[n_T \mu_T \left(e_0 + \varepsilon_T \frac{W_n k_a}{\xi_N \eta_T} \right) + e_k \left(a_k + d_k \frac{W_n}{\xi_w} \right) \right] W^{-1} \quad (10)$$

Учитывая (1), (2), (6), (7), (8), (10) приведенные затраты как критерий оптимальности выражается в функции параметра W_n , получим

$$C_W = (A_C W_n + B_C) / W \rightarrow \min \quad (11)$$

$$\begin{aligned} A_C &= \frac{\beta_T \rho_T k_a \left(a_T + E_{ke} \right)}{\xi_N \eta_T T_T} + \frac{\beta_M \rho_M \left(a_M + E_{ke} \right)}{\xi_w T_M} + \frac{n_T \varepsilon_T k_a \mu_T}{\xi_N \eta_T} + \frac{e_k d_k}{\xi_w} + \frac{k_a g_e \gamma_Q}{\eta_T} \\ B_C &= \frac{\beta_T C_T \left(a_T + E_{ke} \right)}{T} + \frac{\beta_M C_M \left(a_M + E_{ke} \right)}{T_M} + n_T e_0 \mu_T + e_k a_k \\ a &= \left(A + A_T + A_S \right)^T \end{aligned}$$

- суммарные ставки отчислений на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание и хранение трактора (индекс a_t) и сельскохозяйственные машины (индекс a_m) соответственно в долях от их стоимостей; T_T, T_M - нормативная годовая загрузка трактора и машины; E_n - отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Поэтому в качестве основного экономического критерия оптимальности параметров агрегатов для вспашки и сплошной культивации целесообразно принять частный случай приведенных затрат, учитывающих удельные капиталовложения, стоимость горюче-смазочных материалов, амортизации, ремонта, технического обслуживания и хранения.

Тогда равенство (11) примет вид

$$C_W = (A'_C W_n + B'_C) / W \rightarrow \min \quad (12)$$

$$A'_c = \frac{\beta_T \rho_T k_a \left(A_T + A_{TEX} + E_{ke} \right)}{\xi_N \eta_T T_T} + \frac{\beta_M \rho_M \left(A_M + A_{TEX} + E_{ke} \right)}{\xi_w T_M} + \frac{k_a g_e \gamma_Q Q_{yan}}{\eta_T}$$

$$B'_c = \frac{\beta_T C_T \left(A_T + A_{TEX} + E_{ke} \right)}{T_T} + \frac{\beta_M C_M \left(A_M + A_{TEX} + E_{ke} \right)}{T_M},$$

где A_M, A_T - ставки отчислений на амортизацию, ремонт, техническое обслуживание и хранение трактора (индекс - Т) и сельскохозяйственных машин (индекс - М) соответственно в долях от их стоимости.

Из равенства (1) и (12) можно определить приведенные затраты

$$C_g = \left(A'_c W_n + B'_c \right) \frac{1 + k_c W_n}{h W_n - a_w W_n^2} \rightarrow \min \quad (13)$$

$$\frac{d(C_g)}{d(W_n)} = 0$$

Выразив из равенства (13), можно определить W_{opt}

$$W_{opt} = \frac{1}{k_c \beta} \left(\sqrt{1 + \frac{h k_c \beta}{a_g}} - 1 \right) \quad (14)$$

$$\beta = 1 + \frac{A'_c}{B'_c} \left(\frac{1}{k_c} + \frac{h}{a_w} \right)$$

При оптимизации параметров почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов по условию $W \rightarrow \max$, $\beta = 1$. Тогда оптимальное значение параметра W_{opt} примет вид

$$W_{opt} = \frac{1}{k_c} \left(\sqrt{1 + \frac{h k_c}{a_g}} - 1 \right) \quad (15)$$

Таким образом, из равенств (2) и (15) потребляемая эффективная мощность двигателя для реализации W_{opt} определяется из равенства

$$N_e = k_a W_{opt} / \eta_T \quad (16)$$

Итак, при помощи предлагаемой первой модели и равенств (11)...(16) можно выбирать конкретную марку трактора. Как правило, из всех сельскохозяйственных работ, выполняемых трактором, вспашка является наиболее энергоемкой. Энергоемкость вспашки больше энергоемкости культивации примерно в 4 раза. В связи с этим, выполнение сельскохозяйственных операций одним и тем же трактором приводит к некоторому снижению экономичности тракторного агрегата. К тому

же на этих работах тракторные агрегаты получаются громоздкими, что создает неудобство в их эксплуатации. Создание специального трактора для вспашки приведет к тому, что значительная часть тракторного парка не может быть использована в период выполнения полевых сельскохозяйственных работ. Следовательно, величина тяговой мощности сельскохозяйственного трактора должна отвечать требованиям эффективного использования ее на пахоте и на других сельскохозяйственных операциях. Поэтому целесообразно и необходимо определить мощность трактора для выполнения различных полевых работ, которая дает наибольший эффект в производительности и экономичности. Необходимая мощность для выполнения различных сельскохозяйственных операций обуславливается типом и маркой сельскохозяйственных машин и орудий и агротехническими требованиями (глубина пахоты, культивации и заделки семян и т.п.). Поэтому мощность трактора должна быть увязана с имеющимися типами существующих сельскохозяйственных машин [6, 7, 8].

В связи с различными видами работ в крестьянских хозяйствах, необходимо подобрать один тип трактора, который бы удовлетворял требованиям целесообразного использования его на всех видах работ. В качестве критерия оптимальной мощности трактора для вспашки и культивации можно взять суммарные приведенные затраты на обеих операциях площадью, F_s, F_k .

$$C_{g\Sigma} = \frac{\left(A'_c W_n + B'_c \right) F_s}{W_s(W_n)} + \frac{\left(A'_c W_n + B'_c \right)}{W_k(W_n)} \rightarrow \min \quad (17)$$

Выраив $W_{s(W_n)}, W_{k(W_n)}$ и W_n в функции N_H из равенств (1) и (2) и поставив в урав-

$$\frac{d(C_{g\Sigma})}{d(N_n)} = 0$$

нение (17) и из условия можно определить N_{opt} .

Поскольку трактор – энергомашина многоцелевого назначения, при его выборе, кроме N_{opt} следует принимать во внимание возможность эффективного использования на других работах, согласования машин по ширине захвата и производительности на взаимоувязанных технологических процессах, случайный характер действующих факторов и т.д. В связи с этим практические расчеты обычно сводятся к обоснованию зоны рациональных значений мощности, удовлетворяющих вышеуказанным требованиям [3, 9].

Как известно из многочисленных исследований, важнейшее агротехническое требование по допустимому буксованию, а также условия обеспечения максимума КПД и минимума затрат энергии при рабочем ходе агрегата удовлетворяются только при вполне определенных для данных условий соотношениях между основными параметрами и соответствующими им значениями B и V_i .

Взаимозависимости между B и V_i и соответствующими параметрами трактора обусловлены прежде всего взаимодействием движителей и рабочих органов агре-

гата с почвой при учете влияния скорости, поэтому действительно оптимальные B_{opt} и V_{opt} могут быть определены только из таких математических моделей, которые описывают это взаимодействие. Во второй модели, с учетом агротехнических требований можно определить оптимальную ширину захвата и скорость движения агрегата, составленного на базе выбранного трактора по критерию

$$W_{xüs} = \frac{W_n}{N} = \frac{BV_i}{N_n \xi_N} \rightarrow \max \quad (18)$$

где $W_{xüs}$ - удельная чистая производительность агрегата, м²/Втс.

На основании (2) и (18) можно записать

$$W_{xüs} = \frac{\eta_T}{k_{av}} \rightarrow \max \quad (2.19)$$

где k_{av} - удельное сопротивление агрегата с учетом влияния скорости, Н/м.

Критерии (18) и (19) равносильны минимуму энергозатрат при рабочем ходе, т.е.

$$E_{ia} = \frac{N}{W_n} = \frac{k_{av}}{\eta_T} \rightarrow \min$$

В пределах точности рассматриваемого исследования для k_{av} можно ограничиться линейной зависимостью

$$k_{av} = k_o + k_1 V_i = k_o + k_1 (1 - \delta) V_n$$

Тогда равенство (19) примет вид:

$$W_{xüs} = \frac{\eta_T}{k_o + k_1 (1 - \delta) V_n} \rightarrow \max \quad (20)$$

Максимум тягового КПД ($\eta_T \rightarrow \max$), как следует из равенства (20), представляет собой частный случай критерия $W_{xüs} \rightarrow \max$ при $k_1=0$ и $k_{av} = \text{const}$. Буксование δ и η_T на основании [4, 7, 2] можно определить из равенств:

$$\delta = \frac{a\varphi}{b - \varphi} = \frac{a \left[(E/V_n) \xi_N \eta_M - f \right]}{\lambda b + f - (E/V_n) \xi_N \eta_M} \quad (21)$$

$$\eta_T = \eta_M (1 - \delta) \left(1 - \frac{f}{W_n \xi_N \eta_M} \right), \quad (22)$$

где a, b - эмпирические коэффициенты; $\varphi = P_{qar} / G = P_{qar} / mg$ - коэффициент использования сцепного веса трактора; P_{qar} и $G = mg$ - тяговое усилие и эксплуатационный вес трактора; λ - доля веса трактора ($G=mg$), воспринимаемая ведущими колесами; η_M, f - КПД трансмиссии и коэффициент сопротивления качению;

$$W_N = N_n / GV_n,$$

V_n - теоретическая скорость, м/с.

Подставив значения δ и η_T в (20), получим:

$$V_{nopt} = C + \sqrt{C^2 - d}, \quad (23)$$

$$C = \frac{f + E \varepsilon_k (1 + a) \xi_N \eta_M}{\varepsilon_k [\lambda b + f (1 + a)] + f (\lambda b + f) / E \xi_N \eta_M}$$

$$d = \left\{ \left(2 + \frac{1}{a} \right) f - \lambda b - f + E \varepsilon_k a \xi_N \eta_M \left(1 + \frac{1}{a} \right)^2 \right\} \times \left\{ \frac{\varepsilon_k [\lambda b + f (1 + a)]^2}{E a \xi_N \eta_M} + \frac{f (\lambda b + f) [\lambda b + f (1 + a)]}{E^2 a \xi_N^2 \eta_M^2} \right\}^{-1}$$

$$E = N_n / G \quad \varepsilon_k = \frac{k_1}{k_o}$$

По V_{nopt} можно определить $W_{nopt} = N_n / GV_{nopt}$, соответствующее буксование δ

из равенства (21) и оптимальную рабочую скорость агрегата $V_{iopt} = V_{nopt} (1 - \delta)$. При исследованиях по критерию (20) с учетом (23) могут быть рассчитаны опти-

мальные сочетания скорости и энергонасыщенности $\left(E = \frac{N_n}{G} \right)$ трактора.

Оптимальную ширину захвата агрегата можно определить по известным V_{nopt} и V_{iopt} из равенства:

$$B_{opt} = \frac{(N_n \xi_N \eta_M / V_{iopt}) - Gf}{k_o + k_1 V_{iopt}}. \quad (24)$$

Если при V_{nopt} , V_{iopt} и V_{opt} буксование δ превышает агротехнические пределы, то необходимо, задав допустимое значение $\delta = \delta_b$, определить из (21) допустимую скорость

$$V_{nb} = \frac{E \eta_M \eta_N (\delta_b + a)}{\delta_b (\lambda b + f) + af} \quad (25)$$

После этого при $V_{ib} = V_{nb} (1 - \delta_b)$ определяется соответствующую ширину захвата из (24).

Список литературы

1. Войнаш С.А., Войнаш А.С. Анализ концептуальных подходов к решению проблемы механизации работ в крестьянских (фермерских) хозяйствах // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 3. – С. 51–55.
2. Маслов Г.Г. Новое направление исследований в эксплуатации МТП с использованием энергосредства // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 12. – С. 54–56.
3. Войнаш С.А., Войнаш А.С., Жарикова Т.А. Пахотный агрегат на базе малогабаритного автотрактора // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 8. – С. 15–16.
4. Журавлев, С.Ю. Оценка эффективности использования МТА: учеб. Пособие. Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. – Красноярск, 2015. – 88 с.
2. Агеев Л.Е. Основы расчета оптимальных и допустимых режимов и работы машинно-тракторных агрегатов. - Л.: Колос, 1978.- 295 с.
3. Варавин В.И., Ковалёв И.И., Цыганков А.В. Модернизация колесного трактора типа ХТЗ-150К // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых (19-20 марта 2020 года), в 5-х томах, Том 5, Юго-Зап. гос. унт., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т 2020, – С. 227-229.
4. Варавин В.И., Броженко К.С., Коток К.А. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат. МОЛОДЕЖЬ И СИСТЕМНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНЫ: сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых (19-20 мая 2020 года), в 6-х томах, Том 6, Юго-Зап. гос. унт., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т 2020, – С. 160-164.
5. Варавин В.И., Ковалев И.И. Повышение эффективности работы пропашного культиватора // Агропромышленный комплекс: контуры будущего (материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 06–08 декабря 2017 г.) [Текст]. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2018. – С. 139-141.
6. Романов Ф.Ф. Малогабаритные энергосредства. Выбор оптимальных эксплуатационных параметров. СПб.: Агропромиздат, 2000. – 182 с.
7. Модернизация колесного трактора ТИПА ХТЗ-150К/ Варавин В.И., Ковалёв И.И., Цыганков А.В.// В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет. 2020. С. 227-229.
8. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат/ Варавин В.И., Броженко К.С., Коток К.А.// В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2020. С. 160-164.
9. Особенности конструкции двигателя ярославского моторного завода серии 536/ Щенников Д.А., Варавин В.И., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И.// В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной)

научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 214-218.

10. Повышение эффективности работы пропашного культиватора/ Варавин В.И., Ковалев И.И.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 139-141.

11. Переоборудование свекловичной сеялки ССТ-12Б для посева подсолнечника/ Репетов А.Н., Варавин В.И.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 7. С. 9.

Varavin Vladimir Ivanovich, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

Krikunov Evgeniy Dmitrievich, Barinov Aleksey Igorevich, *students*

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova

Jafarov Anar Telman

Azerbaijan State Agrarian University

JUSTIFICATION OF THE OPTIMAL GRIP AND SPEEDS UNITS

This article substantiates the choice of the optimal width and speed of movement for the effective use of tillage equipment in specific production conditions.

Key words: Productivity, power, working width, movement speed, agrotechnical time, tractor, optimization, mathematical model, engine.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАВЕСКИ ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА

Варавин Владимир Иванович, *к.т.н., доцент*

(e-mail: varawin.vladimir@yandex.ru)

Баринов Алексей Игоревич,

Крикунов Евгений Дмитриевич, *студенты*

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

Исаев Айдын Юнисович

(aydin.isayev.75@mail.ru)

Азербайджанский государственный аграрный университет

В данной статье раскрывается усовершенствованная методика расчета оптимальных параметров механизма навески и заглубления сошников на основе аналитического метода исследования с учетом динамических сил.

Ключевые слова: посев, посевной агрегат, механизм навески, сошники, заглубление сошников, неровности почвы, заделка семян.

В условиях пахотных земель одним из значительных показателей, влияющих на урожайность, является качество посева, обусловленное постоянством глубины заделки семян [1, 2, 3]. В настоящее время при эксплуатации зерновых сеялок, когда необходимо учитывать повышение скоростей посевных агрегатов и неровности поверхности почвы, выбор параметров механизма навески и заглубления сошников с использованием уравнений статики из-за многочисленности решения задачи не гарантирует обеспечения вышеотмеченного требования [4, 5]. Многообразие

конструкций и подходов оценки затрудняет выбор обоснованного типа и параметров механизма навески и заглубления сошников. Использование аналитического метода исследования с учетом динамических сил, переход к единой эквивалентной идеализированной механической системе с обобщенными параметрами, отражающими конструктивные особенности рассматриваемых механизмов разных типов [6, 7] является актуальной задачей, решение которой позволит не только осуществить сравнительную оценку, но и найти функциональную зависимость для определения их оптимальных параметров.

Объектом исследования являются параметры механизма навески и заглубления сошников посевного агрегата. Последовательность замены указанных параметров, а также воздействий почвы на сошник обобщенными параметрами системы показаны на рисунке 1 и 2. В качестве параметров выбраны обобщенная масса (m), коэффициент жесткости (k_2) рассматриваемого механизма, коэффициент (k_1) пропорциональности изменения позиционной силы и коэффициент (C_1) демпфирования. Два последних коэффициента (определяются экспериментально) в соответствии с реологической моделью кельвина - фохта (8) отождествляют.

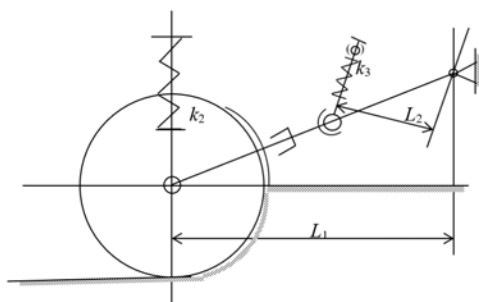


Рисунок 1 - Схема механизма навески и заглубления сошника.

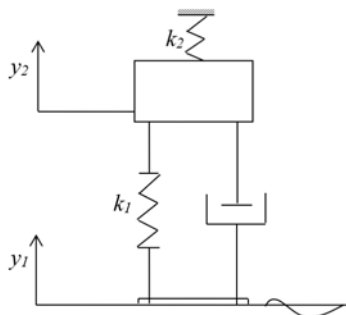


Рисунок 2 - Схема эквивалентной идеализированной механической системы

Воспользовавшись методами приведения (9, 10), обобщенную массу системы можно определить из уравнения

$$m = m_c + \frac{m_c}{3} \left(\frac{L_n}{L_1} \right)^2 + \left(m_{ш} + \frac{m_{пр}}{3} \right) \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^2, \quad (1)$$

где: m_c , $m_{п}$, $m_{ш}$ и $m_{пр}$ – соответственно масса сошника, поводка, штанги и пружины;

$L_{п}$ - длина поводка;

L_1 - плечо вертикальной составляющей реакции почвы;

L_2 – плечо силы пружины.

Коэффициент жесткости механизма навески и заглубления сошников (жесткости эквивалентного упругого элемента, приведенного к центру инерции сошника) можно выразить через его параметры:

$$k_2 = k_3 \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^2, \quad (2)$$

где k_3 -коэффициент жесткости упругого элемента (пружины).

Схема сил, действующих в обобщенной механической системе, показана на рисунке 3.

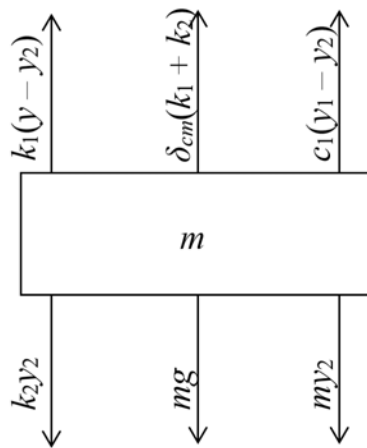


Рисунок 3 - Схема действующих в системе обобщенными параметрами

При установившемся движении сошника по выровненной почве позиционная сила $\delta_{ст}k_1$, сила тяжести mg и сила $\delta_{ст}k_2$, действующая со стороны механизма навески и заглубления, уравниваются:

$$mg = \delta_{ст}(k_1 + k_2), \quad (3)$$

где $\delta_{ст}$ - вертикальное перемещение, вызванное силой тяжести (статическая деформация упругих элементов системы).

Когда сошник встречается с почвенной неровностью, возникает кинематическое возмущение $y_1(t)$ системы. Обусловленная им позиционная сила равна $k_1(y_1 - y_2)$, а демпфирующая сила $C_1(\dot{y}_1 - \dot{y}_2)$. Со стороны рассматриваемого механизма это возмущение вызовет силу, равную $k_2\ddot{y}_2$. Так как система обладает массой, сила

инерции равна mu_2 . Используя принцип Даламбера, с учетом равенства (3) можно записать:

$$k_1(y_1 - y_2) + c_1(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) - k_2 y_2 - m \ddot{y}_2 = 0. \quad (4)$$

Выбрав в качестве обобщенной координаты системы относительное вертикальное перемещение $y(t) = y_2(t) - y_1(t)$ сошника, представив возмущающее воздействие в виде гармонической функции $y_1 = Y_1 \sin \omega t$, а также используя при решении (4) метод преобразования Лапласа, получаем отклонение глубины хода сошника от установленной.

$$y = \frac{1}{\sqrt{(\omega_2^2 - \omega^2)^2 + 4\xi^2 \omega_c^2 \omega^2}} \left[\frac{(m\omega^2 - k_2)Y_1}{m} \sin(\omega t - \psi) + \frac{\sqrt{D^2 + E^2} \exp(-\xi\omega_c t)}{\omega_D} \sin(\omega_D t + \varphi) \right]. \quad (5)$$

В свою очередь

$$\psi = \arctg \frac{r\xi\omega_c \omega}{\omega_c^2 - \omega^2}; \quad (6)$$

$$\varphi = \arctg \frac{E}{D} + \arctg \frac{2\xi\omega_c \omega_D}{2\xi^2 \omega_c^2 - \omega^2 + \omega^2}; \quad (7)$$

$$D = \frac{(m\omega^2 - k_2)Y_1 \omega}{m} + y_0 \xi \omega_c (\omega_c^2 + \omega^2) + y_0 (2\xi^2 \omega_c^2 + \omega^2 - \omega_c^2); \quad (8)$$

$$E = \omega_D (\omega^2 y_0 - \omega_c^2 y_0 - 2\xi\omega_c \dot{y}_0) \quad (9)$$

где $\omega = 2\pi\nu_1$ - угловая частота возмущающих воздействий неровностей поверхности почвы, равная угловой скорости вращения вектора, изображающего гармонические колебания;

$\omega_c = (k_1/m)^{\frac{1}{2}}$ - угловая частота свободных колебаний системы без затухания;

$k = (k_1 + k_2)$ - коэффициент жесткости системы;

$\xi = c_1 \cdot 2^{-1} m \omega_c$ - безразмерный коэффициент затухания колебаний;

Y_1 - амплитуда неровностей поверхности почвы;

$\omega_D = [(1 - \xi^2)\omega_c^2]^{\frac{1}{2}}$ - угловая частота свободных колебаний системы с затуханием;

y_0 и $\dot{y}_0$ - соответственно относительное вертикальное перемещение и скорость, соответствующая начальным условиям.

Зависимость (5) позволяет определить глубину хода сошника как при воздействии отдельных препятствий (комков, растительных остатков, почвенных неровностей), так и при периодическом воздействии неровностей почвы. Если принять начальные условия соответствующими положению сошника в момент преодоления отдельного препятствия, когда периодических возмущений нет, отклонение глубины хода сошника от установленной можно найти по упрощенной формуле:

$$y = \frac{\sqrt{D_1^2 + E_1^2} \exp(1 - \xi\omega_c t)}{\omega_c^2 \omega_D^2} \sin(\omega_D t + \varphi) \quad (10)$$

$$\varphi = \arctg \frac{E_1}{D_1} + \arctg \frac{2\xi\omega_c\omega_d}{2\xi^2\omega_c^2 - \omega_c^2}; \quad (11)$$

$$D_1 = y_0\xi\omega_c^2 + \dot{y}_0(2\xi^2\omega_c^2 - \omega_c^2); \quad (12)$$

$$E_1 = \omega_d(-\omega_c^2 y_0 - 2\xi\omega_c \dot{y}_0). \quad (13)$$

В этом случае «у» определяется величиной предприятия, так как после прекращения его воздействия глубина хода быстро стабилизируется благодаря демпфированию. В установившемся режиме при периодическом возмущении от неровностей поверхности почвы

$$y = \frac{(m\omega^2 - k_2 Y_1 \sin(\omega t - \psi))}{m\sqrt{(\omega_c^2 - \omega^2) + 4\xi^2\omega_c^2\omega^2}}. \quad (14)$$

Значения амплитуды отклонения глубины хода сошника сеялок СЗ-3,6 и СЗУ-3,6, полученные экспериментально и расчетом по (15) представлены на рисунке 4.

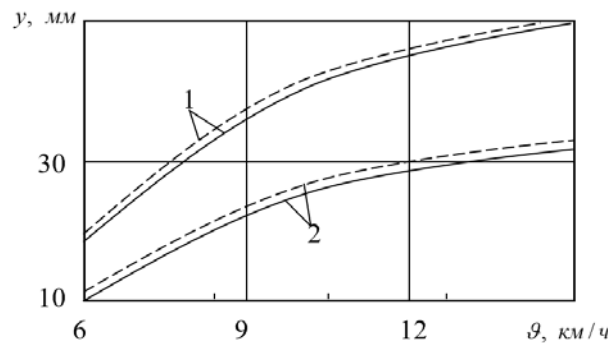


Рисунок 4 - Экспериментальные и теоретические зависимости амплитуды относительного движения сошников от скорости при неровной поверхности почвы:

1-для сошников СЗ-3,6; 2-для сошников СЗУ-3,6

То, что их разница не превышает доверительного интервала при двусторонней доверительной вероятности 0,95, может служить доказательством правомерности принятых теоретических предпосылок и использованной методики исследования.

Характеристика условия экспериментов следующая: шаг неровностей $L=0,7$ м; амплитуда $y_1=50$ мм, механизм навески и заглубления сошников производственный, $k_2=1$ кН/М, влажность почвы по горизонтам 0-50 мм, 51-100 мм и 101-150 мм равна соответственно 7,1 %, 19,7 % и 21,8 %, твердость почвы по тем же горизонтам -0,18, 0,45 и 1,0 Н/мм².

Равномерное заглубление сошника в почву с неровной поверхности, означает, что относительное вертикальное перемещение сошника $y(t)=D$. Управления (14) и (15) тождественно равны нулю тодько при условии:

$$k_2=m\omega^2. \quad (17)$$

Равенство (17) с учетом (2) можно переписать в виде:

$$k_3\left(\frac{L^2}{L_1}\right)^2 = m\left(\frac{2\pi\vartheta}{l}\right)^2. \quad (18)$$

Уравнение (18), выражающее необходимые условия копирования, позволяет определить оптимальные параметры механизма навески и заглубления сошников. Оно свидетельствует о широких возможностях варирования параметров этого механизма с целью обеспечения наилучшего копирования неровностей поверхности почвы.

Поскольку шаг последних - непрерывная случайная величина, вероятность точного выполнения условия (18) равна нулю. Абсолютного копирования всех неровностей также обеспечить невозможно. Поэтому необходимо установить допуск на отклонение сошников от установленной глубины хода, позволяющий определять соответствующие отклонения шага неровностей, которые сможет копировать сошник при неизменных параметрах рассматриваемого механизма. Согласно агротехническим требованиям на зерновые сеялки не менее 80 % семян должны быть заделаны на установленную глубину и в два смежных 10-миллиметровых горизонта, что при наличии неровностей на поверхности почвы может быть обеспечено, если отклонение глубины хода сошника от установленной не превысит ± 10 мм. Любой из сошников зерновых сеялок деформирует почву, образуя бороздку. Глубина заделки определяется толщиной слоя почвы, засыпающей высеянные семена. Очевидно, что мелкие неровности с амплитудой до 20 мм, образующие высокочастотную часть спектра неровностей поверхности, деформируются сошником и потому не оказывают существенного влияния на изменение толщины слоя почвы, засыпающей семена в бороздке. Неровности с шагом более 3-4 м, составляющие низкочастотную часть упомянутого спектра, также практически не отражаются на качестве заделки семян, так как они копируются сеялкой, а не отдельными сошниками. Следовательно, для получения требуемой равномерности глубины заделки семян сошники зерновых сеялок должны копировать неровности с амплитудой 20...50 мм и шагом 1,4...3,0 м, которые можно представить как квазигармонические с непрерывно изменяющимся (в указанных пределах) шагом и амплитудой [9, 10, 11].

Предельная скорость посевного агрегата зачастую ограничивается не столько его технологическими и энергетическими возможностями, сколько восприятиями человека. Эта скорость - функция механических воздействии на водителя со стороны неровностей почвы обусловлена предельно допустимыми (по указанным воздействиям) значениями параметров вибраций. Воспользовавшись терминологией теории автоматического регулирования, можно сказать, что при эксплантации машинно-тракторных агрегатов уровень воспринимаемых водителем возмущений характеризуется самовывыбыванием. Чем больше амплитуда и меньше шаг неровностей поверхности почвы (исключая высокочастотную часть их спектра), тем меньше скорость посевного агрегата, и наоборот. Для типичных неровностей

подготовленной под посев почвы (шаг 1,5-2 м, амплитуда 40...50 мм) она обычно не превышает 10 км/ч [12, 13, 14].

Зависимости, полученные в результате исследований, позволяют обоснованно выбирать параметры механизма навески и заглабления сошников с учетом динамических сил. Выведенное уравнение, описывающее условия копирования сошниками неровностей поверхности почвы с учетом сил, позволяют определить все необходимые параметры механизма навески и заглабления, обеспечивающие постоянство глубины хода сошников.

Список литературы

1. Ториков В.Е. Обработка почвы, посев и посадка полевых культур В.Е. / Ториков, О.В. Мельникова. - М.: Лань, 2019. – 244 с.
2. Посевные и посадочные машины (теория рабочих процессов): учебное пособие для обучающихся по инженерным направлениям подготовки / [сост. Е. В. Денисов, А. В. Родионов, Е. А. Тихонов]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозав. гос. ун-т. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2018. – 65 с.
3. Источник: <https://elibrary.karelia.ru/book.shtml?id=29276#t20c>.
4. Евченко А.В. Повышение качества посева семян пневматической сеялкой А.В.Евченко.- Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. - 97с.
5. Чиненова В.Н., Тюлина И.А. Теоретические основы земледельческой механики по В.П. Горячкину. / XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Сборник докладов (Казань, 20-24 августа 2015). - Казань: КФУ, 2015. - С. 4090 - 4092.
6. Ларюшин Н.П. Теоретические и экспериментальные исследования процесса посева семян зерновых культур комбинированным сошником сеялки-культиватора. Теория, конструкция, расчет: монография Н.П. Ларюшин, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев. - Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – 125 с.
7. Ахметов А.А., Ахмедов Ш.А. К вопросу составления посевного агрегата на базе трактора с регулируемым клиренсом. // Инновации в науке. - Новосибирск: Сибирская академическая книга, 2017. - С. 40-44.
8. Парфенов О.М. Основы расчета сельскохозяйственных машин: методические указания. О.М. Парфенов, С.А. Васильев, С.А. Ивановский, М.А. Канаев. - Кинель: РИО СГСХА, 2017 – 60 с.
9. Варавин В.И., Коротков И.В. Перспективы повышения эффективности использования посевных машин // Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК (материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 19-21 декабря 2018 г., ч.3). - Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2019. – С. 251-254.
10. Варавин В.И., Броженко К.С., Коток К.А. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат // Молодежь и системная модернизация страны (сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Том 6). – Курск.: Издательство: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 160-164.
11. Варавин В.И., Пономарев С.И. Повышение эффективности работы зернотуковой прессовой сеялки // Инновационная деятельность в модернизации АПК (Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 7-9 декабря 2016 г., ч. 1) [Текст]. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2017. – С. 200-202.

12. Варавин В.И., Коротков И.В. Модернизированный сошник для зерновой сеялки // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России (Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Том 3) [Текст]. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2020. С. 3-7.
13. Варавин В.И., Шершнева Н.С., Ковалёв И.И. Повышение эффективности работы зерновой сеялки // Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК (материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 19-21 декабря 2018 г., ч.3). - Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2019. – С. 254-257.
14. Трошин А.Ю., Варавин В.И. К вопросу о повышении эффективности использования агрегатов при возделывании картофеля // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса (материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 03-04 декабря 2020 г., ч.4). - Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2020. – С. 28-31.
15. Модернизация колесного трактора ТИПА ХТЗ-150К/ Варавин В.И., Ковалёв И.И., Цыганков А.В.// В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет. 2020. С. 227-229.
16. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат/ Варавин В.И., Броженко К.С., Коток К.А.// В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2020. С. 160-164.
17. Особенности конструкции двигателя ярославского моторного завода серии 536/ Щенников Д.А., Варавин В.И., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И.// В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 214-218.
18. Повышение эффективности работы пропашного культиватора/ Варавин В.И., Ковалев И.И.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 139-141.
19. Переоборудование свекловичной сеялки ССТ-12Б для посева подсолнечника/ Репетов А.Н., Варавин В.И.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 7. С. 9.

Varavin Vladimir Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Barinov Alexey Igorevich,

Krikunov Evgeny Dmitrievich, students

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

Isaev Aydin Yunusovich

Azerbaijan State Agrarian University

STUDY OF THE ATTACHMENT OF THE SOWING UNIT

This article reveals an improved method for calculating the optimal parameters of the mechanism of hitching and deepening of coulters based on the analytical method of research taking into account dynamic forces.

Keywords: sowing, sowing unit, hitching mechanism, coulter, deepening of coulters, soil irregularities, seed sealing.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛАВА ТН20*Васильев Алексей Дмитриевич, магистрант**(e-mail: melkiymuravei@mail.ru)**Агеева Анна Евгеньевна, студент**(e-mail: ageevaanna2004@yandex.ru)**Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия*

В данной статье рассматривается область применения безвольфрамового сплава ТН20

Ключевые слова: безвольфрамовый твёрдый сплав, сплав ТН20, получистовая обработка, чистовая обработка, прочность.

Сплав ТН20 представляет собой безвольфрамовый твёрдый сплав, основу которого составляют карбид и карбонитрид титана. Связующим элементом выступает никельмолибден [1].

Обладая очень высокой стойкостью к износу, рассматриваемый сплав имеет существенный недостаток - плохо поддаётся обработке. Данная проблема в настоящий момент не решена, поэтому ТН20 встречается в виде пластин, которые не поддаются повторному точению [2]. На рисунке 1 представлен их внешний вид.



Рисунок 1 – Внешний вид токарных пластин ТН20

В иерархии твёрдых сплавов рассматриваемый ТН20 занимает место между Т30 и Т4, а также Т15 и К6, что и объясняет область его – получистовая и чистовая обработка.

Стоит отметить, что показатели прочности, ударной вязкости и теплопроводности безвольфрамового твёрдого сплава ТН20 значительно ниже, чем у распространённых ВК и ТК. Сплав ТН20 тяжело переносит тепловые и ударные нагрузки.

При обработке низколегированных сталей рекомендуются следующие параметры резания:

- скорость реза необходимо выставлять в диапазоне от 80 до 220 м/мин;
- подачу – на величину, не превышающую 0,4 мм/об;
- глубину резания – на величину не более 3 мм.

Соблюдая данные параметры и обеспечивая максимальный отвод тепла из зоны резания, можно существенно повысить эффективность использования резцов из сплава ТН20. Стоит заметить, что температура при резании не должна превышать 300 °С [3].

Помимо основного применения в качестве материала для изготовления режущего инструмента, сплав ТН20 можно встретить и в роли конструкционного материала, например, в медицине существуют способы хирургических воздействий на организм, в которых исследуемый сплав нужен для изготовления скобы фиксации позвонков.

Говоря о медицине, хочется упомянуть разработку материалов с «памятью формы», где рассматриваемый сплав используется на этапе производства.

Часто ТН20 можно встретить при восстановительных работах. Запатентован способ восстановления лемехов плуга, где участвует данный сплав.

В состав сплава ТН 20 входят следующие элементы: TiC - карбид титана; Ni - никель; Nb - ниобий; Мо - молибден.

На рисунке 2 изображена диаграмма, которая демонстрирует химический состав сплава ТН20.

Рисунок 2 – Диаграмма химического состава сплава ТН20

Таблица 1 демонстрирует физические свойства ТН20.

Таблица 1 - Свойства сплава ТН20

Характеристика	Значение
Группа резания по ISO	P01 - P10
Состав кермета	TiC-Ni(Mo)
Содержание металловсвязки, % масс.	16,0
Размер зерна твёрдой фазы, мкм	1 - 2
Предел прочности при изгибе, МПа	1600
Плотность, г/см ³	5,8
Твердость по Роквеллу, HRA	92,0
Твердость по Виккерсу, ГПа	16,0
Трещиностойкость, МПа×м ^(1/2)	8 - 10

Итак, в данной статье был рассмотрен безвольфрамовый твёрдый сплав ТН20: его классификация и область применения. Уступая многим традиционным сплавам по ряду характеристик, он имеет свои достоинства, главным из которых является экономия дорогих материалов (кобальта и вольфрама) при его производстве [4].

Список литературы

1. Состав и свойства порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов твердых сплавов / Агеев Е.В., Латыпов Р.А., Семенихин Б.А., Агеева Е.В. // монография / Курск, 2011. 122 с.
2. Агеева, Е.В. Безвольфрамовые твердые сплавы на основе электроэрозионных порошков карбонитрида титана / Е.В. Агеева, Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова, Б.Н. Сабельников // – Курск, – 2021.
3. Условия работы резцов из сплава ТН20 [Электронный ресурс] – <https://www.chipmaker.ru>
4. Применение сплава ТН20 [Электронный ресурс] – <https://metcontinent.ru>

Vasiliev Alexey Dmitrievich, Master

's student (e-mail: melkiymuravei@mail.ru)

Ageeva Anna Evgenievna, student

(e-mail: ageevaanna2004@yandex.ru)

Southwest State University, Kursk, Russia

SCOPE OF APPLICATION OF TN20 ALLOY

Abstract. This article discusses the scope of application of the tungsten-free alloy TN20

Keywords: tungsten-free hard alloy, TN20 alloy, semi-finishing, finishing, strength.

АНАЛИЗ КАТКОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Верютин Егор Николаевич, студент

(e-mail: veryutin00@inbox.ru)

Воробьев Владимир Сергеевич, студент

(e-mail: ivahat37@mail.ru)

Белоусов Николай Иванович, к.т.н., доцент

(e-mail: belnikiva@mail.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье представлен анализ катков для обработки почвы, с целью совершенствования технологического процесса послеуборочной обработки почвы.

Ключевые слова: каток, обработка почвы, патент, почва.

Современное сельское хозяйство основано на интенсивной обработке почвы и применении удобрений. Применение минеральных удобрений приводит к увеличению кислотности почв, это негативно сказывается на микрофлоре почвы, снижается усвояемость полезных микроэлементов почвы. Эффективным способом, для борьбы с кислой реакцией среды почв, является внесение известковых материалов [1-5], также авторы работ [6-12] отмечают, что машина для внесения известковых материалов должна быть с обоснованными рабочими органами и параметрами кузова.

Авторы работ [13-15] утверждают, что с помощью модернизации существующих уже технических средств, можно их унифицировать и использовать для нескольких операций, при этом не покупая новых.

В данной работе мы приведём анализ катков, для прикатывания, разрыхления и разрушения верхнего поверхностного слоя почвы, с целью совершенствования технологического процесса послеуборочной обработки почвы.

На рисунке 1а патент номер RU199950 U1 представлен каток борончатый, который предназначен для уплотнения, разрыхления и разрушения верхней поверхности почвы. Достоинством является улучшение рыхления почвы, с помощью игольчатых зубьев длиной 16 и 30 мм. Так же с помощью игольчатых зубьев, данный тип катка можно использовать для удаления и измельчения стерни подсолнечника. Данное устройство имеет раму, на которой закреплены два катка, расположенных друг за другом, на продольных лонжеронах, которые вращаются вокруг оси на подшипниках. Недостатком данного типа катка является его узконаправленное применение, высокая металлоёмкость и сложность в изготовлении конструкции.

На рисунке 1б патент номер RU1144634 A1 представлен кольчато-шпоровый каток. Достоинством данного устройства является высокая эффективность крошения комьев и глыб обрабатываемой почвы. Недостатками являются высокая ме-

таллоёмкость, трудоёмкость при изготовлении, сложность конструкции, неравномерное давление на обрабатываемую поверхность, при послеполевом прикатывании происходит частичное перемешивание верхнего слоя почвы, что недопустимо при этой операции.

На рисунке 1в патент RU127492 A1 представлен кольчато-зубовый каток. Достоинством данного катка является, при обработке почвы, улучшенное дробление глыб и комьев почвы, по всей толще пахотного горизонта, хорошее рыхление верхних слоёв почвы. собой полосовой отвал плуга на виде сбоку. Недостатками являются залипание дисков на влажных почвах, заклинивание валов, повышенный износ ступиц валов, высокая металлоёмкость, трудоёмкость при изготовлении, сложность конструкции.

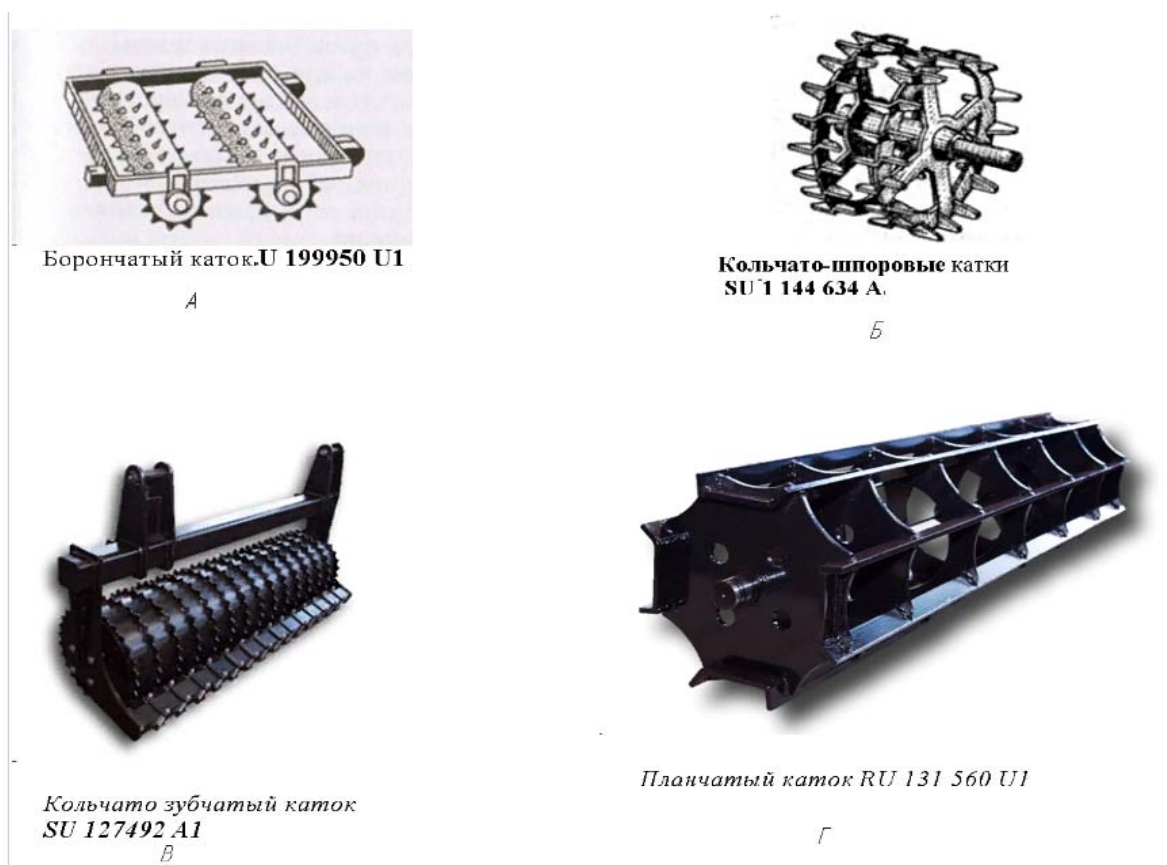


Рисунок 1 – Схемы конструкций типов катков

На рисунке 1г патент RU131560 U1 представлен планчатый каток. Достоинством данного катка является дробление крупных фракций почвы, крошение верхнего слоя обрабатываемой поверхности поля, его выравнивания. Недостатками являются, неустойчивая работа на склонах полей, высокая металлоёмкость, громоздкость, сложность конструкции.

Мы предлагаем использовать борончатый каток, на послеуборочной обработке почвы при возделывании подсолнечника, с измельчением стерни и растительных остатков подсолнечника. Данная операция позволяет измельчить стерню подсолнечника, что позволит передвигаться по полю техники без повреждений от стерни подсолнечника, а применение с комбайном приведёт к снижению расхода топлива и затратам денежных средств

Список литературы

1. Бендусов А.А., Белоусов Н.И. Совершенствование процесса внесения известковых удобрений//В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2021. С. 418-423.

2. Бендусов А.А., Сасин Н.И., Дрёмов С.Н., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. остав агрегатов на внесении известковых удобрений// В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 233-237.

3. Белоусов Н.И., Шор М.И., Смецкой А.А. Исследование влияния угла естественного откоса от влажности извести // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 32-34.

4. Бабков А.П., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. Влияние влажности химических мелиорантов на параметры кузова разбрасывателя// В сборнике: Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор И.Я. Пигорев. 2019. – С. 80-82.

5. Шукруллаев А.А., Целиков Д.Н., Белоусов Н.И. Зависимость липкости химических мелиорантов от их влажности// В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 74-77.

6. Белоусов Н.И., Гуреев Ю.А., Смецкой А.А., Шор М.И. Влияние количества лопаток рабочего органа разбрасывателя на неравномерность внесения извести // В сборнике: Молодежная наука-развитию агропромышленного комплекса. материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2023. С. 329-333.

7. Белоусов Н.И., Гуреев Ю.А., Сасин Н.И., Смецкой А.А., Локтионов А.И. Результаты распределения извести вертикальным ротором низкорамной машины // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 313-317.

8. Белоусов Н.И., Гуреев Ю.А., Смецкой А.А. Влияние неравномерности внесения извести от частоты вращения рабочего органа машин // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 35-37.

9. Воропаев А.Е., Сасин Н.И., Белоусов Н.И. Исследования процессов распределения извести центробежным вертикальным рабочим органом// В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 3-х томах. Отв. редактор М.С. Разумов. Курск, 2022. С. 340-343.

10. Белоусов Н.И., Поддубный Е.В., Шукруллаев А.А., Александров М.С. Обоснование вместимости кузова разбрасывателя химических мелиорантов // В сборнике: Молодёжная наука – гарант инновационного развития АПК: материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2019. - С. 202-205.

11. Белоусов Н.И., Поддубный Е.В. Обоснование параметров кузова разбрасывателя химических мелиорантов // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. – С. 283-285.

12. Белоусов Н.И., Целиков Д.Н., Щенников Д.А. Обоснование размеров кузова разбрасывателя известковых мелиорантов // В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 42-44.

13. Белоусов Н.И., Целиков Д.Н., Жуков А.В. Универсальное приспособление для демонтажа и ремонта ведущих мостов тракторов // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 201-203.

14. Щенников Д.А., Белоусов Н.И. Приспособление для ремонта ведущего моста трактора // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 328-330.

15. Белоусов Н.И., Целиков Д.Н. Рекомендации по ремонту ведущих мостов транспортных средств // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 204-205.

Veryutin Egor Nikolaevich student (e-mail: veryutin00@inbox.ru)

Vorobyov Vladimir Sergeevich student (e-mail: ivahat37@mail.ru)

Nikolay Ivanovich Belousov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, (e-mail: belnikiva@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

ANALYSIS OF ROLLERS FOR TILLAGE

Annotation. This article presents an analysis of rollers for tillage, in order to improve the technological process of post-harvest tillage.

Keywords: skating rink, tillage, patent, soil.

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЭКРАНОПЛАНОВ

Воронин Антон Павлович, студент

(e-mail: antokha.voronin@mail.ru)

Рыжков Владимир Витальевич, к.т.н., доцент

(e-mail: rzhkov-11@yandex.ru)

Воронежский государственный технический университет

В данной статье разбирается вопрос о перспективе применения беспилотных экранопланов. Рассмотрены плюсы и минусы эксплуатации. Так же в качестве примера рассмотрена российская разработка беспилотного экраноплана.

Ключевые слова: экраноплан, солнечные панели, аппарат, композит.

На сегодняшний день в России вновь возрождаются проекты по созданию экранопланов [1,2]. Будущие аппараты будут намного легче за счет композиционных материалов, которые не уступают по прочности металлическим конструкциям. Главное, данные экранопланы будут экономичны, так как основной источник их питания – электричество, получаемое преобразованием солнечной энергии [3,4].

Рассмотрим один из российских беспилотных экранопланов. Шторм 600 является разработкой Санкт-Петербургского политехнического университета. Аппарат оснащен гибридной силовой установкой. Питание двигателей обеспечивают солнечные панели, расположенные на верхней части корпуса. Также на аппарате установлены аккумуляторные батареи и водородные ячейки для ночного времени работы. Корпус сделан из композитов, что значительно облегчает массу экраноплана. Тактико-технические характеристики приведены в таблице.

Таблица 1 - Тактико-технические характеристики Шторм 600

Грузоподъемность	100 кг
Длина	6 м
Ширина	2,5 м
Высота	1,5 м
Продолжительность эксплуатации	6 дней
Снаряженная масса	До 300 кг
Максимальная скорость	167 км/ч

Простота конструкции намного упрощает управление данным аппаратом. Также Шторм 600 способен функционировать в автономном режиме за счет применения технологий искусственного интеллекта.

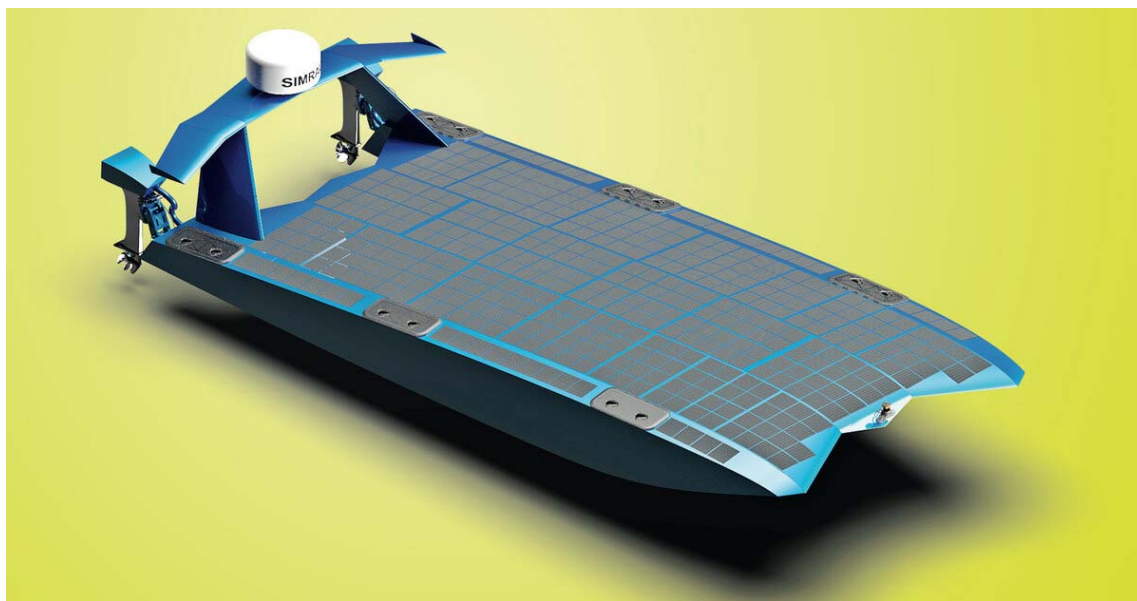


Рисунок 1 - Шторм 600

Назначением данного аппарата является охрана водных границ, грузоперевозки, обеспечение и проведение поисковых операций, обнаружение источников загрязнения, разведывательные операции. С учетом полезной нагрузки в 100 кг, на борту можно разместить различное оборудование. В ближайшее время данные аппараты будут применяться как в военных целях, так и в гражданских [5].

Список литературы

1. Данцевич, И. М. Разработка и испытание тестовых экранопланов различных компоновок / И. М. Данцевич, В. Н. Прасолов // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 3(96). – С. 168-171. – DOI 10.34046
2. Лучков, А. Н. Метод расчета коэффициента подъемной силы составного крыла экраноплана при полете у поверхности земли / А. Н. Лучков, Е. Ю. Чебан, Е. В. Журавлев // Научные проблемы водного транспорта. – 2020. – № 62. – С. 51-61. – DOI 10.37890
3. Воронин, А.П. Солнечная энергия в авиации / А.П. Воронин, В.В. Рыжков, В.В. Самохвалов // Альтернативная и интеллектуальная энергетика : Материалы II Международной научно-практической конференции, Воронеж, 16–18 сентября 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. – С. 231-232.
4. Воронин, А. П. Солнечные самолеты / А. П. Воронин // XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых) : Международная молодежная научная конференция, посвященная 60-летию со дня осуществления Первого полета человека в космическое пространство и 90-летию Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ. Материалы конференции. Сборник докладов. В 6-ти томах, Казань, 10–11 ноября 2021 года. Том I. – Казань: Индивидуальный предприниматель Сагиева А.Р., 2021. – С. 49-53.
5. Беспилотный электрический экраноплан <Шторм-600> [Электронный ресурс]: Режим доступа: World Wide Web. URL: <http://ursa-tm.ru/forum/index.php?/topic/336407-bespilotnyy-elektricheskiy-ekranoplan-«shtorm-600»/>

Voronin Anton Pavlovich, student

(e-mail: antokha.voronin@mail.ru)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Ryzhkov Vladimir Vitalievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: rzhkov-11@yandex.ru)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

THE PROSPECT OF THE DEVELOPMENT OF UNMANNED EKRANOPLANES

Abstract This article examines the issue of the prospect of using unmanned ekranoplanes. The pros and cons of operation are considered. The Russian development of an unmanned ekranoplan is also considered as an example.

Keywords: ekranoplan, solar panels, apparatus, composite.

КРАТКИЙ ОБЗОР ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Воронкина Александра Николаевна, студент

(e-mail: zosiya777@mail.ru)

Мясоедова Марина Анатольевна, к.т.н., доцент

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье рассматриваются основные неисправности силовых трансформаторов в процессе их эксплуатации.

Ключевые слова: трансформаторы, повреждение, неисправность, режим, напряжение.

Введение.

Трансформаторы - это устройства, используемые в энергетике для преобразования переменного напряжения из одной величины в другую величину.

Работа трансформатора основана на двух основных принципах:

- Электромагнетизм - изменяющийся во времени ток создает изменяющееся во времени магнитное поле.
- Электромагнитная индукция - изменение магнитного потока через обмотку создает электродвижущую силу (ЭДС) на этой обмотке.

Цель. Проанализировать основные узлы неисправности трансформаторов.

Материалы и методика исследования. Для решения поставленной задачи использовалась техническая литература, ставшая основой теоретического метода исследования

Результаты исследования.

Трансформаторы, как электромагнитные устройства, имеют различные режимы работы:

- Работа без нагрузки. Этот режим характеризуется разомкнутой вторичной цепью трансформатора и нулевым протеканием тока. Режим работы без нагрузки

используется для определения КПД, коэффициента трансформации и потерь в сердечнике трансформатора.

- Режим нагрузки. Этот режим характеризуется тем, что вторичная цепь трансформатора замкнута на нагрузку. Этот режим работы является основным режимом работы трансформатора.

- Режим короткого замыкания. Этот режим является результатом короткого замыкания во вторичной цепи. Этот режим работы используется для определения фактической потери мощности из-за нагрева проводников цепи трансформатора. Он учитывается активными сопротивлениями в реальной схеме трансформатора.

Основными неисправностями трансформаторов являются:

Повреждение магнитопровода.

Магнитопровод является важной составной частью силового трансформатора. Считается, что основной причиной его выхода из строя является перегрев. Высокие температуры разрушают лаковую пленку и вызывают спекание стальных пластин. Повреждение этого оборудования также вызвано образованием коротких замыканий и разрушением изоляции шпилек, что приводит к короткому замыканию в каждой части магнитопровода.

Повреждение изоляции.

Основной причиной повреждения изоляции является чрезмерное увлажнение при воздействии избыточной влажности. Механические повреждения также могут быть вызваны при наличии небольших дефектов в структуре изоляции. Многие трансформаторы с изоляцией из сухой литой смолы и номинальным напряжением выше 220 кВ имеют общую проблему "ползучего разряда". Это явление возникает под воздействием высокого рабочего напряжения, когда изоляционный слой разрушается под действием диффузного локального разряда. Изоляция обмотки разрушается при коротком замыкании и утечке из маслопровода.

Отказ выключателя напряжения

Отказы ПБВ (переключение без возбуждения) обычно вызваны плохим контактом между силовым стержнем и контактным кольцом. Это может быть вызвано не только потерей давления, но и образованием оксидного слоя на поверхности контактного элемента. Для более сложных выключателей напряжения нагрузки отказы обычно вызваны залипанием контактов, ослаблением стальных деталей, износом бумажно-бакелитового вала и блокировкой переключателей.

Повреждение силовых вводов

Основной причиной выхода из строя данного устройства является в переувлажнении бумажной основы, вызванная небрежной заливкой масла или повреждением прокладок. Фарфоровые вводы обычно повреждаются из-за перегрева контактов на исполнительных штифтах или в месте соединения с внешним подающим стержнем. Эффективным способом быстрого обнаружения неисправностей является использование устройств релейной защиты. Также эффективны регулярные осмотры и своевременное техническое обслуживание трансформатора.

Выводы.

В процессе эксплуатации силового трансформатора обязательно возникают различные неисправности, которые могут повлиять на нормальную работу оборудования. Некоторые неисправности могут сохранить функциональность, в то время как другие могут привести к полному отключению оборудования. В любом случае, ремонт должен быть выполнен немедленно, чтобы избежать серьезных аварий и дальнейших повреждений. При этом важно определить причину неисправности, а также ее характер.

Список литературы

1. Мамонова Л.Г., Мясоедова М.А. К вопросу надежности систем электроснабжения //Сб.: Научное обеспечение агропромышленного производства.: материалы Международной научно-практической конференции. - Курск, 2018. С 386-388.
2. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Проблемы энергоэффективности на современном этапе // Сб.: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. - Курск, 2021. С. 5- 10.
3. Мясоедова М.А., Познахирёв Е.Н. Современные системы оценки технического состояния электрооборудования// Сб.: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 80-83.
4. Мясоедова М.А. Пути устранения негативного влияния процессов в электроэнергетике. // Сб.: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 70-74.

Voronkina Alexandra Nikolaevna, student

(e-mail: zosiya777@mail.ru)

Myasoedova Marina Anatolyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova

BRIEF OVERVIEW OF MAIN FAULTS POWER TRANSFORMERS UNDER OPERATING CONDITIONS

Abstrakt. This article discusses the main malfunctions of power transformers during their operation.

Keywords: transformers, damage, malfunction, mode, voltage.

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Воронкина Александра Николаевна, студент

(e-mail: zosiya777@mail.ru)

Родионов Павел Алексеевич, студент

(e-mail: Pavelrodionov571@gmail.com)

Пашкова Марина Ивановна, к.с.-х.н., доцент,

(e-mail: marina010104@yandex.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

Дан краткий обзор современных электроэнергетических систем (ЭЭС), которые представляют собой сложные и высокоорганизованные государственные структуры, обеспечивающие работу практически всех отраслей экономики.

Ключевые слова: математическая модель, электроэнергетические системы, задачи, вычисления, математика.

Введение. При проектировании, эксплуатации и реконструкции энергосистем необходимо решать различные аналитические и вычислительные задачи, такие как:

- расчеты в установившемся режиме,
- электромагнитные испытания переходных процессов: расчеты тока короткого замыкания, сверхтоков и перегрузок.
- исследование электромеханических переходных процессов: анализ статической и динамической устойчивости энергосистемы, расчет асинхронного режима,
- оптимизация режимов работы энергосистемы: определение оптимального распределения активной мощности между станциями; оптимизация режимов работы энергосистемы по реактивной мощности и коэффициенту преобразования; расчет оптимальной конфигурации рабочего оборудования,
- расчет надежности компонентов энергосистемы,
- анализ оперативной информации.

Наиболее важными инструментами для решения этих задач являются:

- математическое моделирование;
- вычислительная техника (информатика).

Математическая модель (ММ) энергосистемы — это набор математических формул или уравнений, которые определяют взаимосвязи между параметрами энергосистемы. В зависимости от постановки задачи и допущений, для одной и той же системы могут быть созданы математические модели различной формы и сложности. Необходимость в математическом моделировании возникает из-за невозможности, по техническим, экономическим или страховым причинам, создать

множество способов, требующихся для экспериментального анализа поведения ее компонентов.

Потребность в расчетах обусловлена тем, что современные компьютеры могут выполнять большие и сложные серии вычислений очень быстро и точно и способны хранить и обрабатывать большие объемы информации.

Каждая из перечисленных задач решается на основе специфических методов из одной или нескольких областей классической и прикладной математики. Например, матричные вычисления, решение систем линейных алгебраических уравнений и систем нелинейных уравнений широко используются для расчетов. Численные решения дифференциальных уравнений используются для анализа и устойчивости электромагнитных ПП, а математические инструменты теории вероятностей применяются для решения задач, связанных с надежностью систем.

Методы. Для решения поставленной задачи использовалась техническая литература, ставшая основой теоретического метода исследования.

Результаты исследования. При планировании развития, проектировании и управлении электроэнергетической системой (ЭЭС) необходимо решать различные технические и технико-экономические задачи, которые носят как аналитический, так и вычислительный характер.

Задачи в электроэнергетике являются особенно сложными в связи с:

- сложностью ЭЭС;
- быстрых и сильно взаимосвязанных процессов, происходящих в различных элементах системы в нормальных и аварийных ситуациях;
- активной и надежной работы при возникновении различных событий.

В результате проблемы энергетики являются многофункциональными, зависят от многих параметров, имеют большие размеры, сложны и требуют больших расчетов. По этой причине энергетика является одной из областей народного хозяйства, где широко используются различные моделирующие устройства и компьютеры.

Классификация приложений и задач в энергетике.

1) Эксплуатационные расчеты. Решаемые здесь задачи можно разделить на три группы:

- обработка оперативной информации;
- определение допустимых диапазонов регулирования;
- оптимизация режимов работы.

Каждая группа включает в себя различные расчеты. Например, определение допустимой зоны регулирования включает расчет распределительного тока в постоянном режиме (УР), определение его статической устойчивости и резервной мощности, анализ электромеханических переходных процессов (определение динамической усталости, исследование длительных переходных процессов, связанных с нарушением аварийного баланса мощности, расчет асинхронных состояний и др., исследование электромагнитных переходных процессов (например, расчет токов

короткого замыкания, анализ самовозбуждающихся колебаний), выбор настроек для устройств автоматического противоаварийного управления и т.д.

2) Проектирование электростанции - помимо вышеописанных эксплуатационных и технологических расчетов, для правильного определения вопросов проектирования необходимы и другие расчеты, такие как:

- выбор структуры электростанции;
- расположение электростанции, и ее эволюция во времени;
- выбор конфигурации сети: сравнение экономических вариантов; оптимизационные расчеты для экономически целесообразной компенсации реактивной мощности; проектные расчеты трубопроводов, опор и других конструкций; расчеты трассы ЛЭП,

3) Планирование развертывания ЭЭС: решение различных технических и экономических задач для достижения наиболее экономичного решения, отвечающего заданным техническим требованиям,

4) Научно-исследовательская работа: от физико-технических проблем, связанных с разработкой новых машин и оборудования, до разработки новых, более эффективных алгоритмов и методов решения задач

Таким образом, ММ применительно к компьютерам позволяет быстро решать самые разнообразные задачи, учитывая большое количество важных факторов, определяя при этом характер изменения ряда взаимосвязанных переменных и, наконец, получая представление о явлениях, наиболее близко напоминающих процессы в реальной системе.

Значение математических методов с применением информационных технологий играет важную роль, и значительно оптимизируют работу электроэнергетических систем.

Список литературы

1. Таныгин О.Ф., Пашкова М.И. Повышение мотивации первокурсников сельскохозяйственных вузов к изучению математики и физики путем вовлечения в научную работу.- Вестник университета российской академии образования.- 2019.- №5.-С.53-56.

2. Пашкова М.И., Чемеров К.Г. Экономико-математическое моделирование в сельском хозяйстве. – В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России, сборник научных статей 2-й международной научно- технической конференции.- Курск.- 2022.- С.155-157.

3. Сивак Е.Е., Волкова С.Н., Белова Т.В., Пашкова М.И., Герасимова В.В. Достижение максимальной эффективности в области образовательных услуг.- Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.-2015.-№7.-С.49-51.

4. Морозова В.В. Традиции и инновации в инженерной графике.- В сб.: Наука и инновации в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции. -2011.- С.216-217.

Voronkina Alexandra Nikolaevna, student

(e-mail: zosiya777@mail.ru)

Rodionov Pavel Alekseevich, student

(e-mail: Pavelrodionov571@gmail.com)

Pashkova Marina Ivanovna, k. s.-kh. n., associate professor,

(e-mail: marina010104@yandex.ru)

Kursk state agricultural academy

THE ROLE OF MATHEMATICAL METHODS IN OPTIMIZING THE OPERATION OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

A brief review of modern electric power systems (EPS) is given, which are complex and highly organized state structures that ensure the operation of almost all sectors of the economy.

Key words: mathematical model, electric power systems, tasks, calculations, mathematics.

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10 кВ

Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент

(e-mail: juliagup@yandex.ru)

Федорович Дмитрий Игоревич, студент

(e-mail: adik0966@mail.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

Проведен анализ состояния распределительных сетей 10 кВ городской сети. Приведены данные по недоотпуску электроэнергии и возможные варианты дальнейшего развития электрических сетей 10кВ.

Ключевые слова: электросети 10 кВ, эффективность работы сетей, пропускная способность, распределительная электрическая сеть, уровень напряжения.

Введение. Распределительные электрические сети (РЭС) и большинство сельских РЭС в России характеризуются большой протяженностью линий электропередачи (ЛЭП) и их относительно низкой пропускной способностью.

Современное состояние распределительной и снабженческой сети характеризуется большим процентом изношенного и устаревшего электрооборудования, находящегося в эксплуатации, электрических сетей, нуждающихся в оптимизации их слабо автоматизированных элементов. Это приводит к большим потерям электроэнергии (до 15%) в РЭС, низкой электрической надежности, большим затратам на аварийный ремонт и нарушению электробезопасности в первую очередь для домашних хозяйств. Перечисленные недостатки таких РЭС 10 кВ влияют на индекс средней длительности прерывания системы (SAIDI) и индекс средней частоты прерывания системы (SAIFI), используемые для оценки надежности электроснабжения. Поэтому распределительные сети 10 кВ в их современном состоянии концептуально непригодны для эффективной эксплуатации и выполнения требований надежного качества электроснабжения потребителей и, самое главное, приносящие большое количество затрат.

Электрические распределительные сети 10 кВ имеют достаточно большую протяженностью и неудовлетворительное техническое состоянием основного электрооборудования, кроме того, необходимо учитывать прогнозируемые темпы роста потребления электроэнергии. По данным ПАО «Россети Центр», из 1.3 млн. км сетей только 740 тыс. км находятся в хорошем состоянии (58,46%).

Процент изношенного электрооборудования ПС, находится далеко за пределами срока службы (1,5-2-кратный срок службы), ежегодно увеличивается и уже превысил 90%. Техническое состояние распределительных элементов 10 кВ таково, что недоотпуск электроэнергии по Курской области составил 26,015 тыс. кВт*час, данные на момент 2 квартала 2022 года от ПАО «Россети Центр»-«Курскэнерго».

По данным ПАО «Россети Центр»-«Курскэнерго», из 274 трансформаторных подстанций (ТП) только 145 (абонентские ТП не учитывались) находятся в хорошем состоянии (52,92%), 83 ТП нуждаются в капитальном ремонте (30,52%), 43 ТП нуждаются в реконструкции (16,23%) и одна ТП подлежит полной замене (0,33%).

Поэтому из-за длительного срока эксплуатации большинство существующих объектов распределительных сельских сетей не соответствуют требованиям, изложенным в технической политике строительства и эксплуатации распределительных электрических сетей ПАО «Россети Центр»-«Курскэнерго».

Цель. Поиск возможных путей повышения эффективности распределения электроэнергии с учетом перспективного увеличения нагрузки.

Материалы и методика исследований. Распределительные городской сети питаются от десяти ПС: ПС 330 кВ Садовая 330/110/35/10 кВ, ПС 110/35/10 Счетмаш 110/35/10 кВ, ПС 110/10 Высокая 110/10 кВ, ПС 110/10 Соловьиная 110/10 кВ, ПС 110/6 Тепличная 110/6 кВ, ПС 35/10 Юго-Западная 35 кВ, ПС 35/6 Западная 35/6 кВ, ПС 110/35/6 Кировская 110 кВ, ПС 110/10 Родники 110 кВ и ПС 110/35/10кВ Прибор.

Сети 10 кВ городской сети включают 33 питающих фидера, общая протяженность линий электропередачи которых составляет 374,48 км с общей установленной мощностью трансформаторов 72,38 МВА.

Исследование проводилось на основе моделирования типовых установившихся режимов работы зимних пиков нагрузки для следующих вариантов ее развития:

Вариант 1. Существующее РЭС 10 кВ с требованием базовой нагрузки.

Вариант 2. РЭС 10 кВ с потребностью базовой нагрузки после переключения фидеров 6 кв существующего РЭС на 10 кВ.

Вариант 3. 20 кВ РЭС с потребностью базовой нагрузки после переключения, существующего 10 кВ РЭС на 20 кВ.

Вариант 4. 20 кВ РЭС после переключения, существующего 10 кВ РЭС на 20 кВ с учетом прогнозируемого увеличения нагрузки на ближайшие 10...15 лет.

Вариант 1. Существующее РЭС 10 кВ с требованием базовой нагрузки. Анализ показателей режима работы показывает, что некоторые фидеры перегружены и уровень напряжения на шинах выносных ПС значительно ниже. Средняя перегруженность питателей составляет 46,175%.

Низкие показатели качества электроэнергии по критерию напряжения наблюдаются также на ПС относительно ненагруженных фидеров.

Суммарные потери активной мощности в электрической сети составляют 3,073 МВт (из них 2,867 МВт - прерывистые потери и 0,206 МВт - относительно постоянные потери).

Вариант 2. РЭС 10 кВ с потребностью базовой нагрузки после переключения фидеров 6 кВ существующего РЭС на 10 кВ. Переключение питателей с 6 кВ на 10 кВ решает проблему перегрузки. Потери напряжения в линиях на выносные ПС не превышают 10%, а отклонение напряжения на высоковольтных шинах выносных ПС ниже 4,5%.

Суммарные потери активной мощности в сети, переключенной на 10 кВ, составляют 1,856 МВт, что на 1,049 МВт (56,52 %) меньше, чем для существующих сетей 6 кВ и 10 кВ.

Переключение электрической сети города на 10 кВ дает преимущества как с точки зрения снижения перегрузки линий и обеспечения требуемого уровня напряжения на шинах ПС, так и с точки зрения снижения потерь активной мощности в сети. При этом рассмотренные выше проблемы работы сети 10 кВ и нагрузки трансформаторов ПС не решаются.

Вариант 3. 20 кВ РЭС с потребностью базовой нагрузки после переключения, существующего 10 кВ ПС на 20 кВ. Режим работы силовой сети 20 кВ рассчитан для существующей конфигурации и реализации воздушных линий электропередачи с защитой проводами СИП-3 и с кабельными линиями и промежуточным кабелем, выполненными с использованием ПЕ-изолированных кабелей. ПС был оснащен трансформаторами российских производителей, которые имеют более низкие потери холостого хода.

Вследствие этого происходит значительное снижение амперной нагрузки линий, а потери напряжения на пути к большинству удаленных ПС были снижены до величины, не превышающей 3%. При этом потери напряжения на пути к наиболее удаленным ПС фидеров составляют 4,6% и 5,5% соответственно, что также допустимо. Активные потери мощности в 20 кВ составляют 0,5497 МВт.

Вариант 4. 20 кВ после переключения, существующего 10 кВ ПС на 20 кВ с учетом прогнозируемого увеличения нагрузки на ближайшие 10 лет. Для функционирующего РЭС 10 кВ режим работы с прогнозируемой нагрузкой практически не может существовать из-за значительной перегрузки основных сегментов линий электропередачи, больших потерь напряжения в линиях на удаленные ПС и за пределами низкого уровня напряжения на ее шинах.

Анализ результатов расчетов для режима РЭС 20 кВ свидетельствует о нормализации уровня напряжения на шинах ПС, так как потери напряжения в линиях до наиболее удаленных ТС не превышают 3%. Технические потери активной мощности в ПС 20 кВ составляют 1,237 МВт, то есть 2,78% от мощности, подаваемой в ПС.

Результаты исследования. Переход исследуемой электрической сети на напряжение 20 кВ, даже если рост потребности в нагрузке на последующие 10 лет находится в пределах прогнозируемого диапазона, приводит к значительному улучшению как по потерям активной мощности, так и по уровню напряжения на шинах потребителей. Сеть 20 кВ имеет достаточно большой запас пропускной способности.

Анализ результатов расчета максимального установившегося режима работы электрических сетей 6 кВ и 10 кВ свидетельствует о перегрузке некоторых фидеров и значительном падении уровня напряжения на шинах потребителей. На данном этапе это серьезно усложняет работу электросети и вызывает чрезмерное увеличение активных потерь мощности. Переключение всей электрической сети на 10 кВ приводит к значительному снижению уровня напряжения на шинах некоторых потребителей фидеров, в связи с чем сеть 10 кВ нуждается в реконфигурации.

Дальнейшее увеличение нагрузки вызовет значительное ухудшение качества электроэнергии и увеличение технических потерь энергии, а также создаст необходимость в резком изменении конфигурации сети и переходе на 20 кВ.

Переход распределительной сети РЭС на напряжение 20 кВ требует технико-экономического обоснования и исследования режимов работы сети с учетом использования распределенной генерации. Отсутствие инвестиционных средств в энергоснабжающих организациях препятствует эффективной реализации мероприятий, направленных на повышение показателей эффективности работы распределительных электрических сетей.

Выводы. 1. Изучение существующих решений по повышению КПД распределительных электрических сетей 10 кВ показало, что с учетом конфигурации, протяженности линий электропередачи и нагрузки переход сети на более высокое напряжение можно считать целесообразным.

2. Анализ максимальных режимов функционирования РЭС 10 кВ показывает, что некоторые из длинных РС исчерпали свою пропускную способность. При этом на шинах его ПС не обеспечивается необходимый уровень напряжения.

3. Результаты исследования показывают, что переключение некоторых 6 кВ РЭС на 10 кВ улучшает уровень напряжения на шинах ПС и снижает технические потери активной мощности на 56%. Однако нагрузка линий и уровень напряжения на шинах РЭС 10 кВ остаются такими же, как и в функционирующем режиме РЭС. При этом на режимах с прогнозируемой нагрузкой эти показатели становятся еще хуже. Переход от 10 кВ ПС к 20 кВ даже при прогнозируемой нагрузке обеспечит высокие эксплуатационные показатели работы РЭС. Потери напряже-

ния в ПС будут ниже 3%, шины ПС будут обеспечены необходимым уровнем напряжения, а технические потери активной мощности не превысят 3%. Энергосистема 20 кВ будет иметь значительный резерв пропускной способности.

Список литературы

1. Волошин В.В., Никулин А.Ю., Сафронов Р.И. Применение дизель-роторных источников бесперебойного питания для резервного электроснабжения объектов АПК // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 3-7.
2. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Серебровский В.И., Сафронов Р.И. Влияние изменений напряжения электрической сети на работу электротермических установок // В книге: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 24-27.
3. Сафронов Р.И., Утицких Р.С., Рамазанов Р.Ш., Формус А.В. Цифровые технологии в АПК // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 155-158.
4. Сафронов Р.И., Хомяков Д.С. Проблема и специфика электроснабжения сельского хозяйства // В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 406-409.
5. Бирюлин В.И., Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Влияние светодиодных светильников на электрические сети освещения // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 126-131.
6. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Сафронов Р.И. Компьютерное моделирование процессов поддержания симметрии напряжений в электрических сетях // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 52-55.
7. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Серебровский В.И., Сафронов Р.И. Влияние изменений напряжения электрической сети на работу электротермических установок // В книге: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 24-27.
8. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Гнездилова Ю.П., Калущкий Е.С. Анализ влияния предельных нормативных значений медленных изменений напряжения // В книге: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 20-23.
9. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Гнездилова Ю.П. Влияние предельных значений изменений напряжения на работу электрооборудования // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 12-15.
10. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Использование нечетких нейронных сетей для изучения процессов старения изоляции кабельных линий // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в

АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 208-213.

11. Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кВ // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

12. К вопросу о твердости электроосажденных покрытий на основе железа/ Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 2. С. 56-57.

13. Применение дисульфида молибдена для повышения качества электроосажденных композиционных покрытий/ Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Афанасьев Е.А., Калущий Е.С., Григорьев И.Ю.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 197-200.

14. К вопросу выбора электролита для осталивания/ Сафронов Р.И., Реутов Д.С.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 54-57.

15. Способ упрочнения электроосажденных железохромовых покрытий цианированием/ Серебровский В.И., Коняев Н.В., Сафронов Р.И.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 6. С. 72-74.

16. Упрочнение электроосажденного железа кобальтом/ Блинков Б.С., Серебровский В.И., Сафронов Р.И.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 6. С. 73-74.

17. Применение электроосажденных железо-боридных покрытий для восстановления деталей сельскохозяйственной техники/ Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 9. С. 111-115.

Gnezdilova Yulia Petrovna, Cand.Tech.Sci., associate professor

(e-mail: juliagup@yandex.ru)

Fedorovich Dmitry Igorevich, student

(e-mail: adik0966@mail.ru)

Kursk state agricultural academy named after I.I. Ivanova, Kursk, Russia

IMPROVING THE EFFICIENCY OF 10 kV ELECTRIC NETWORKS

Abstract. The analysis of the state of 10 kV distribution networks of the city network is carried out. Data on under-output of electricity and possible options for further development of 10 kV electric networks are presented.

Keywords: power grids of 10 kV, network efficiency, throughput capacity, distribution electrical network, voltage level.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент

(e-mail: juliagup@yandex.ru)

Ланин Артем Александрович, студент

(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)

Гребенников Андрей Анзорович, студент

(e-mail: andreypgrebennikov5@yandex.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова

В статье приведены данные по оптимизации процесса электроосаждения двухкомпонентных гальванических покрытий

Ключевые слова: износостойкость, гальванические покрытия, первичные факторы.

Результаты исследования. Нанесение гальванических покрытий на поверхности стальных деталей является одним из эффективных методов компенсации износа. Значительный интерес представляет осаждение не только чистого железа, но и сплавов на его основе. Одним из наиболее эффективных элементов, с точки зрения повышения прочности гальванических осадков, является молибден.

Нами исследованы особенности электроосаждения двухкомпонентных сплавов железо-молибден на переменном асимметричном токе из хлоридных электролитов. Основу этих электролитов составлял раствор хлорида железа 300 г/л и соляной кислоты 1,0...1,5 г/л. Для получения легированных осадков в основной раствор добавляли молибдат аммония, а также комплексообразующую добавку - лимонную кислоту.

Таблица 1 - Значения уровней первичных факторов

Название фактора	Обозначение фактора	Уровни первичных факторов				
		1	2	3	4	5
1. Коэффициент асимметрии	β	3	4	5	6	7
2. Плотность катодного тока	D_k	20	30	40	50	60
3. Концентрация молибдата аммония, г/л	$C_{л.с.}$	0,2	0,5	0,8	1,1	1,4
4. Кислотность электролита	pH	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
5. Концентрация лимонной кислоты, г/л	$C_л$	2	3	4	5	6
6. Температура электролита, °C	t	20	30	40	50	60

При определении условий электролиза, обеспечивающих получение износостойких покрытий, применяли планирование эксперимента по методу латинского квадрата. В качестве независимых факторов были приняты: показатель асиммет-

рии тока (β), плотность катодного тока (D_k), концентрация легирующей соли ($C_{л.с.}$), температура электролита (t). Эти факторы, согласно плану эксперимента, варьировались на пяти уровнях.

В качестве критерия оптимизации в эксперименте был принят износ покрытия, так как эта характеристика является одной из наиболее важных при оценке качества восстановленных деталей.

Испытания по определению величины износа образцов с двухкомпонентными гальваническими покрытиями производились на машине трения СМЦ-2 по схеме «вращающийся ролик-колодка» в условиях граничного трения (в зону трения подавалось моторное масло М10Ги с помощью фитиля). Контрольными образцами служили колодки из серого чугуна СЧ18 и бронзы БрС30. Площадь контакта составляла 2 см², приработка производилась до стабилизации момента трения и температуры. Длительность испытания составляла 20 мин (2000 циклов), износ определялся по потере массы образца (ролика).

Обработка результатов эксперимента проводилась путем группировки данных по значениям каждого фактора, причем все прочие факторы усреднялись. Таким образом, результаты опыта обуславливались изменением только одного фактора при средних значениях остальных. Затем производилась группировка данных по значениям второго фактора и так далее, что позволило найти частные зависимости критерия оптимизации, за который принят износ покрытий в условиях граничного трения, от каждого из факторов.

В результате обработки экспериментальных данных получены эмпирические формулы, показывающие зависимость износа гальванических покрытий от состава электролита и режимов электролиза.

$$\varepsilon = \frac{C_{л.с.} \cdot t \cdot pH}{C_{л.с.} \cdot t \cdot pH (4,91 \cdot 10^{-3} \cdot t^2) + pH (1,29 C_{л.с.} + pH^2) + 3,9 + C_{л.с.}} \cdot \frac{12,76 \beta \cdot D_k \cdot C_0}{10^{-8} \cdot (327 + \beta^3) \cdot (1,35 \cdot 10^5 + D_k) \cdot (1,41 + C_{л.с.}^3)}$$

Выводы. Результаты сравнительных испытаний на износ показали, что износостойкость железо-молибденовых покрытий к стали 45 составила 176% при трении в паре с чугуном и 194% в паре с бронзой.

При трении без смазки железо-молибденовые покрытия превосходят износостойкость железных покрытий в 1,87...1,95 раза.

Таким образом, приведенный эксперимент показывает, что двухкомпонентные железо-молибденовые сплавы вполне могут быть использованы для восстановления изношенных деталей, тем более что они обладают более высокой износостойкостью, чем электролитическое железо.

Список литературы

1. Сафронов Р.И. Лектроосаждение бинарных железо-боридных покрытий // В сборнике: региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 281-283.

2. Сафронов Р.И., Бабкин Ю.В., Угольников С.Ю., Серебровский А.В. Применение алмазного выглаживания для упрочнения гальванических покрытий // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 36-41.
3. Сафронов Р.И., Непочатых Д.А., Бобохин А.С., Серебровский А.В. Разработка кинематической схемы выглаживания для упрочнения гальванических покрытий // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 27-32.
4. Сафронов Р.И., Проскурин В.А., Бобохин А.С., Серебровский А.В. Восстановление золотников гидрораспределителей гальваническим сплавом Fe-Mo // В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 399-402.
5. Сафронов Р.И., Чекотов А.Н., Редько В.В., Извеков Ф.И. Восстановление деталей электролитическим сплавом железо-молибден // Региональный вестник. 2017. № 2 (7). С. 14-15.
6. Серебровский В.И., Калущкий Е.С., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Изменение структуры электроосажденных железных покрытий в процессе трения и износа // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 344-348.
7. Серебровский В.И., Коняев Н.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Электроосаждение сплава железо-фосфор // В сборнике: Проблемы развития аграрного сектора региона. Материалы всероссийской научно-практической конференции: в 4-х частях. 2006. С. 127-130.
8. Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Применение электроосажденных железо-боридных покрытий для восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 9. С. 111-115.
9. К вопросу о твердости электроосажденных покрытий на основе железа/ Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 2. С. 56-57.
10. Применение дисульфида молибдена для повышения качества электроосажденных композиционных покрытий/ Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Афанасьев Е.А., Калущкий Е.С., Григоров И.Ю.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 197-200.
11. К вопросу выбора электролита для осталивания/ Сафронов Р.И., Реутов Д.С.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 54-57.
12. Способ упрочнения электроосажденных железохромовых покрытий цианированием/ Серебровский В.И., Коняев Н.В., Сафронов Р.И.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 6. С. 72-74.
13. Упрочнение электроосажденного железа кобальтом/ Блинков Б.С., Серебровский В.И., Сафронов Р.И.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 6. С. 73-74.
14. Применение электроосажденных железо-боридных покрытий для восстановления деталей сельскохозяйственной техники/ Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 9. С. 111-115.

*Gnezdilova Yulia Petrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(e-mail: juliagup@yandex.ru)*

*Lanin Artem Alexandrovich, student
(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)*

*Grebennikov Andrey Anzorovich, student
(e-mail: andreysgrebennikov5@yandex.ru)*

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

INFLUENCE OF ELECTRODEPOSITION PARAMETERS OF COATINGS ON THEIR WEAR RESISTANCE

The article presents data on the optimization of the process of electrodeposition of two-component electroplating coatings

Keywords: wear resistance, electroplating, primary factors.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

*Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент
(e-mail: juliagup@yandex.ru)*

*Ланин Артем Александрович, студент
(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)*

*Гребенников Андрей Анзорович, студент
(e-mail: andreysgrebennikov5@yandex.ru)*

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

Проведены данные исследований микротвердости образцов, полученных при различном сочетании влияющих факторов. Получены эмпирические зависимости микротвердости от параметров электролиза.

Ключевые слова: микротвердость, катодная плотность, коэффициент асимметрии, покрытие, электроосаждение.

Введение. Наиболее интересным способом повышения качества электролитических железных покрытий является их легирование другими металлами.

Самой эффективной добавкой в сталях, легированных одним элементом, является молибден, который оказывает наиболее резко выраженное воздействие, улучшающее свойства стали.

Положительное влияние оказывает молибден и на улучшение механических свойств электролитических покрытий, в получении которых заинтересовано производство. В связи с этим мы провели исследование по определению оптимальных условий электроосаждения железо-молибденовых покрытий из хлоридных электролитов.

Цель: применить методику рационального планирования эксперимента, позволяющую при ограниченном количестве опытов получить математические зависи-

мости, отражающие выходные параметры электролиза с требуемой достоверностью.

Материалы и методика исследований. Проведен анализ и синтез экспериментальных данных. Применение методики рационального планирования экспериментов позволило при ограниченном количестве опытов получить математические зависимости, отражающие выходные параметры электролиза.

Результаты исследования. Осаждение осуществлялось на асимметричном переменном токе, что обеспечивало высокую прочность сцепления покрытия с основным металлом. Изучалось влияние основных факторов электролиза на выход по току, микротвердость и содержание молибдена в покрытии.

В качестве независимых переменных были выбраны: катодная плотность тока, показатель асимметрии и кислотность электролита. Переменные варьировались на пяти уровнях. В качестве плана эксперимента был выбран ортогональный латинский квадрат.

Варьирование переменными факторами осуществлялось в следующих пределах: плотность тока – 20, 30, 35 и 40 А/дм², показатель асимметрии – 2; 2,5; 3; 4 и 5, кислотность электролита (рН-0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0).

Проделав выборку значений микротвердости, выхода по току и содержания молибдена в покрытии, измеренных при одинаковых значениях каждой из переменных, получили эмпирические зависимости с соответствующими коэффициентами.

В результате обработки и анализа полученных результатов были получены эмпирические формулы:

$$H_m = 9,75 \cdot 10^3 \cdot \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) \cdot \left(\frac{0,1}{pH} + 1\right) \cdot \left(1 - \frac{80}{Dk^2}\right); \quad (1)$$

$$M_o = 2,36 pH^2 \cdot \left(1 - \frac{1,67}{\beta}\right) \cdot \left(1 - \frac{8}{Dk}\right); \quad (2)$$

$$\eta = 1,93 pH^{0,7} \cdot (51 + Dk^{0,6}) \cdot \left(1 - \frac{1,2}{\beta}\right), \quad (3)$$

где H_m – микротвердость покрытия, МПа;

M_o – содержание молибдена в покрытии, %;

η – выход по току, %;

pH – кислотность электролита;

β – показатель асимметрии;

Dk – плотность тока катодного полупериода, А/дм².

Соответствие теоретических данных фактическим оценивали среднеквадратическим отношением. Средняя ошибка составила 5,4%.

Параметры электролиза, вычисленные по формулам (1, 2, 3), хорошо согласуются с результатами экспериментов. Данные по микротвердости покрытий, определенные опытным и теоретическим путями приведены таблице 1.

Таблица 1 – Группировка данных по микротвердости

№ сочетания	Микротвердость, МПа		№ сочетания	Микротвердость, МПа	
	опыт	расч.		опыт	расч.
1	5200	5250	14	6650	6690
2	5250	5300	15	6150	6260
3	5300	5200	16	7050	6580
4	4600	4670	17	6950	7070
5	4150	4320	18	7300	7320
6	6200	6160	19	8000	7940
7	4950	5140	20	8050	7990
8	5850	5950	21	7640	7770
9	6200	6090	22	8000	7990
10	6100	6090	23	8050	8010
11	7150	7050	24	7000	7280
12	7100	7080	25	8200	8150
13	5550	5800			

Вывод. В результате проведенных экспериментов выявлено, что микротвердость покрытий достигает 8200 МПа, выход по току – 88%, а содержание молибдена в покрытии – 1,25%. Применение методики рационального планирования экспериментов позволило при ограниченном количестве опытов получить математические зависимости, отражающие выходные параметры электролиза.

Список литературы

1. Алаяров Р.А., Маркин А.В., Ражабов М.М., Гнездилова Ю.П. Восстановление золотников гидрораспределителей гальваническим сплавом Fe-B // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 75-79.
2. Гнездилова Ю.П., Жердев Е.В., Кравченко М.В., Морозов В.С. Определение сцепляемости электролитических сплавов с основным металлом // В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 270-273.
3. Гнездилова Ю.П., Жердев Е.В., Кравченко М.В., Проскурин В.А. Приспособление для упрочнения гальванических покрытий выглаживанием // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 32-36.
4. Гнездилова Ю.П., Перьков А.И., Каменев В.В., Демидова И.А. Упрочнение деталей газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания гальваническим покрытием // В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 273-277.
5. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Исследование внутренних напряжений в электролитических железных покрытиях // В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективно-

сти агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 284-285.

6. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Исследование сцепляемости электроосажденных покрытий с основным металлом // В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 287-289.

7. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Моделирование процесса электроосаждения покрытий на основе железа // В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 286-287.

8. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П., Сафронов Р.И., Калущий Е.С. Электроосаждение бинарных железо-ванадиевых покрытий для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники // В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 57-59.

9. Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Электроосаждение железо-боридных покрытий и их термическая обработка. Курск, 2015.

10. Серебровский В.И., Калущий Е.С., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Применение полимерных материалов при реновации техники // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 349-353.

11. Серебровский В.И., Калущий Е.С., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П., Петренко А.А., Изменение структуры электроосажденных железных покрытий в процессе трения и износа // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 344-348.

Gnezdilova Yulia Petrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: juliagup@yandex.ru)

Lanin Artem Alexandrovich, student

(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)

Grebennikov Andrey Anzorovich, student

(e-mail: andreygrebennikov5@yandex.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

EFFECT OF ELECTROLYSIS PARAMETERS ON MICROHARDNESS OF ELECTRODEPOSITED IRON-MOLYBDENUM COATINGS

The data of studies of the microhardness of samples obtained with a different combination of influencing factors have been carried out. Empirical dependences of microhardness on the parameters of electrolysis are obtained.

Keywords: microhardness, cathode density, asymmetry coefficient, coating, electrodeposition.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент

(e-mail: juliagup@yandex.ru)

Ланин Артем Александрович, студент

(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)

Гребенников Андрей Анзорович, студент

(e-mail: andrevgrebennikov5@yandex.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

Проведены данные исследований микротвердости образцов, полученных при различном сочетании влияющих факторов. Получены эмпирические зависимости микротвердости от параметров электролиза.

Ключевые слова: микротвердость, катодная плотность, коэффициент асимметрии, покрытие, электроосаждение.

Введение. Наиболее интересным способом повышения качества электролитических железных покрытий является их легирование другими металлами.

Самой эффективной добавкой в сталях, легированных одним элементом, является молибден, который оказывает наиболее резко выраженное воздействие, улучшающее свойства стали.

Положительное влияние оказывает молибден и на улучшение механических свойств электролитических покрытий, в получении которых заинтересовано производство. В связи с этим мы провели исследование по определению оптимальных условий электроосаждения железо-молибденовых покрытий из хлоридных электролитов.

Цель: применить методику рационального планирования эксперимента, позволяющую при ограниченном количестве опытов получить математические зависимости, отражающие выходные параметры электролиза с требуемой достоверностью.

Материалы и методика исследований. Проведен анализ и синтез экспериментальных данных. Применение методики рационального планирования экспериментов позволило при ограниченном количестве опытов получить математические зависимости, отражающие выходные параметры электролиза.

Результаты исследования. Осаждение осуществлялось на асимметричном переменном токе, что обеспечивало высокую прочность сцепления покрытия с основным металлом. Изучалось влияние основных факторов электролиза на выход по току, микротвердость и содержание молибдена в покрытии.

В качестве независимых переменных были выбраны: катодная плотность тока, показатель асимметрии и кислотность электролита. Переменные варьировались на

пяти уровнях. В качестве плана эксперимента был выбран ортогональный латинский квадрат.

Варьирование переменными факторами осуществлялось в следующих пределах: плотность тока – 20, 30, 35 и 40 А/дм², показатель асимметрии – 2; 2,5; 3; 4 и 5, кислотность электролита (рН-0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0).

Проделав выборку значений микротвердости, выхода по току и содержания молибдена в покрытии, измеренных при одинаковых значениях каждой из переменных, получили эмпирические зависимости с соответствующими коэффициентами.

В результате обработки и анализа полученных результатов были получены эмпирические формулы:

$$H_m = 9,75 \cdot 10^3 \cdot \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) \cdot \left(\frac{0,1}{pH} + 1\right) \cdot \left(1 - \frac{80}{Dk^2}\right); \quad (1)$$

$$M_o = 2,36 pH^2 \cdot \left(1 - \frac{1,67}{\beta}\right) \cdot \left(1 - \frac{8}{Dk}\right); \quad (2)$$

$$\eta = 1,93 pH^{0,7} \cdot (51 + Dk^{0,6}) \cdot \left(1 - \frac{1,2}{\beta}\right); \quad (3)$$

где H_m – микротвердость покрытия, МПа;

M_o – содержание молибдена в покрытии, %;

η – выход по току, %;

pH – кислотность электролита;

β – показатель асимметрии;

Dk – плотность тока катодного полупериода, А/дм².

Таблица 1 – Группировка данных по микротвердости

№ сочетания	Микротвердость, МПа		№ сочетания	Микротвердость, МПа	
	опыт	расч.		опыт	расч.
1	5200	5250	14	6650	6690
2	5250	5300	15	6150	6260
3	5300	5200	16	7050	6580
4	4600	4670	17	6950	7070
5	4150	4320	18	7300	7320
6	6200	6160	19	8000	7940
7	4950	5140	20	8050	7990
8	5850	5950	21	7640	7770
9	6200	6090	22	8000	7990
10	6100	6090	23	8050	8010
11	7150	7050	24	7000	7280
12	7100	7080	25	8200	8150
13	5550	5800			

Соответствие теоретических данных фактическим оценивали среднеквадратическим отношением. Средняя ошибка составила 5,4%.

Параметры электролиза, вычисленные по формулам (1, 2, 3), хорошо согласуются с результатами экспериментов. Данные по микротвердости покрытий, определенные опытным и теоретическим путями приведены таблице 1.

Вывод. В результате проведенных экспериментов выявлено, что микротвердость покрытий достигает 8200 МПа, выход по току – 88%, а содержание молибдена в покрытии – 1,25%. Применение методики рационального планирования экспериментов позволило при ограниченном количестве опытов получить математические зависимости, отражающие выходные параметры электролиза.

Список литературы

1. Алаяров Р.А., Маркин А.В., Ражабов М.М., Гнездилова Ю.П. Восстановление золотников гидрораспределителей гальваническим сплавом Fe-B // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 75-79.
2. Гнездилова Ю.П., Жердев Е.В., Кравченко М.В., Морозов В.С. Определение сцепляемости электролитических сплавов с основным металлом // В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 270-273.
3. Гнездилова Ю.П., Жердев Е.В., Кравченко М.В., Проскурин В.А. Приспособление для упрочнения гальванических покрытий выглаживанием // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 32-36.
4. Гнездилова Ю.П., Перьков А.И., Каменев В.В., Демидова И.А. Упрочнение деталей газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания гальваническим покрытием // В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 273-277.
5. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Исследование внутренних напряжений в электролитических железных покрытиях // В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 284-285.
6. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Исследование сцепляемости электроосажденных покрытий с основным металлом // В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 287-289.
7. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П. Моделирование процесса электроосаждения покрытий на основе железа // В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 286-287.
8. Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П., Сафронов Р.И., Калущий Е.С. Электроосаждение бинарных железо-ванадиевых покрытий для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники // В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редак-

тор Т.Х. Жураев. 2020. С. 57-59.

9. Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Электроосаждение железо-боридных покрытий и их термическая обработка. Курск, 2015.

10. Серебровский В.И., Калущкий Е.С., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Применение полимерных материалов при реновации техники // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 349-353.

11. Серебровский В.И., Калущкий Е.С., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П., Петренко А.А., Изменение структуры электроосажденных железных покрытий в процессе трения и износа // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 344-348.

12. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа для упрочнения деталей машин/ Серебровский В.И., Гнездилова Ю.П.// Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. № 1 (16). С. 9-12.

13. Упрочнение деталей низкотемпературной нитроцементацией/ Серебровский В.В., Колмыков Д.В., Гнездилова Ю.П., Ахмадуллин И.М.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 6. С. 74-76.

14. Восстановления стержней клапанов электролитическим железнением/ Гнездилова Ю.П., Серебровский А.В., Лачков В.Д., Карпенко П.В.// Региональный вестник. 2017. № 3 (8). С. 26-27.

15. Упрочнение сульфацированием электроосажденных железо-молибденовых покрытий для восстановления деталей машин/ Серебровский В.В., Гнездилова Ю.П.// Курск, 2008.

16. Электроосаждение железо-боридных покрытий и их термическая обработка/ Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П.// Курск, 2015.

17. Влияние переменного тока на процесс электроосаждения железа/ Калущкий Е.С., Гнездилова Ю.П., Серникова О.С.// В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 64-68.

Gnezdilova Yulia Petrovna, Cand.Tech.Sci., associate professor

(e-mail: juliagup@yandex.ru)

Lanin Artem Alexandrovich, student

(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)

Grebennikov Andrey Anzorovich, student

(e-mail: andreygrebennikov5@yandex.ru)

Kursk state agricultural academy named after I.I. Ivanova, Kursk, Russia

INFLUENCE OF ELECTROLYSIS PARAMETERS ON MICROHARDNESS OF ELECTRODEPOSITED IRON-MOLYBDENUM COATINGS

Abstract. *The data of studies of the microhardness of samples obtained with a different combination of influencing factors have been carried out. Empirical dependences of microhardness on the parameters of electrolysis are obtained.*

Keywords: *microhardness, cathode density, asymmetry coefficient, coating, electrodeposition.*

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент
(rigii46@mail.ru)

Сазонов Евгений Владимирович, магистрант
(evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Коровин Максим Александрович, студент
(korovinm52@gmail.com)

Курская ГСХА, г. Курск, Россия

В этой статье мы рассмотрим формирование и развитие автомобильных неисправностей, которые объясняются ролью объективно существующих закономерностей. Отказ машины происходит из-за постоянного или внезапного снижения физико-механических свойств деталей и материалов, износа, деформации, заломов, коррозии, старения, перераспределения остаточных напряжений и других причин, которые приводят к повреждению деталей.

Ключевые слова: неисправность, материал, технический фактор, выкрашивание, конструкция, нагрузка.

Возникновение неисправностей вызвано структурными, техническими и эксплуатационными факторами.

Конструктивные факторы включают: расчетную нагрузку, относительную скорость перемещения, давление, материал, его физико-механические свойства и структуру, конструкцию деталей и сборочных единиц, форму и размер зазора или герметичность сопряжения, шероховатость и твердость сопряжения, а также условия смазки и охлаждения деталей.

Техническими факторами являются технология, способ, точность и стабильность получения заготовки, механические, термические, упрочняющие и чистовые виды при изготовлении деталей, правильность сборки, регулировки, обкатки и испытания узлов, агрегатов и машин [1].

Эксплуатационные факторы оказывают решающее влияние на сохранение характеристик компонентов машины, обеспечиваемых ее конструкцией и технологией изготовления. Эксплуатационные факторы включают: определяются назначением машины, режимом нагрузки и скорости, а также интенсивностью работы; не зависят от назначения машины (условия эксплуатации, своевременность и полнота технического обслуживания и т.д.) [2].

Например, исследования валов автомобилей ГАЗ-3307, тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 и зерноуборочных комбайнов ДОН-1500в и других деталей показали, что большинство деталей в процессе эксплуатации подвергаются переменным нагрузкам. Эти детали могут выдерживать четыре типа нагрузок: односторонний изгиб, одностороннее кручение, переменный изгиб и переменный изгиб с кручением (более 70% деталей выдерживают переменные нагрузки). Примерно

75% цилиндрических поверхностей имеют различные концентраторы напряжений: галтели, штифтовые канавки, кольцевые канавки, отверстия, выступы и резьбу.

Разница в сроке службы (ресурсах) деталей обусловлена многими причинами. В основном это: различные функции деталей в машине; значительные изменения нагрузки, действующей на детали; наличие активных (движущихся) и пассивных (неподвижных) деталей; различные типы трения в сопряжениях; детали, изготовленные из разных материалов, используются в сопряжении из-за необходимости уменьшения трения; отклонения в характеристиках материала; точность и качество обработки деталей сельскохозяйственной техники сульфидацией; условия эксплуатации [3,4].

Характерные неисправности деталей

Неисправности деталей машин можно разделить на три группы: износ, механические повреждения и химические и термические повреждения.

Износ механических деталей зависит от давления, циклической нагрузки, способа смазки и степени ее стабильности, скорости перемещения поверхности трения, температурного режима эксплуатации деталей, степени агрессивности окружающей среды, качества обработки и состояния поверхности трения [5].

В зависимости от условий работы все детали можно разделить на пять групп в зависимости от типа износа. Первая группа включает компоненты шасси мобильной машины, основным фактором, определяющим ее долговечность, является абразивный износ; вторая группа (шлицевые детали, зубчатые муфты, венцы маховика) является основным фактором, ограничивающим долговечность из-за пластичности; для третьей группы (втулка, головка блока цилиндров, распределительный вал, толкатель, поршень, поршневое кольцо) — коррозионно-механический или молекулярно-механический износ является доминирующим фактором деталей; к четвертой группе (шатун, пружина, шатунный болт) — долговечность ограничивается долговечностью деталей; к пятой группе (коленчатый вал, поршневой палец, втулка подшипника, одинарная коробка передач и т.д.) относится ее долговечность, зависящая от износостойкости поверхности трения и в то же время предел прочности материала детали.

Некоторые детали имеют несколько рабочих поверхностей, которые работают в разных условиях. В соответствии с поверхностями, которые наиболее подвержены износу, или наиболее вероятными признаками повреждения, эти поверхности следует отнести к группе, где срок службы компонента ограничен.

Детали из перечисленных групп можно разделить на категории, чтобы установить максимальный износ и обосновать метод восстановления. Большинство (70%) основных изнашиваемых деталей подвергаются ремонтным работам на стыке вала и подшипника.

Механическое повреждение деталей. Эти повреждения включают трещины, отверстия, риски и надирь, обесцвечивание, поломки и обломы, изгибы, вмятины и перекосы. [6,7]

Трещины образуются из-за воздействия значительных локальных нагрузок, ударов и перегрузок. Они могут появляться в раме, блоке, корпусе коробки передач заднего моста и других частях корпуса различных механизмов, где нагрузка наибольшая. Трещины часто появляются на чугунных деталях и деталях из листового металла (крылья, крышки, облицовка и т.д.). В дополнение к трещинам, вызванным силой удара, усталостные трещины также появляются в деталях с наибольшим усилием (длительное воздействие переменных нагрузок). Могут существовать трещины и источники тепла. Они возникают на перемычке седла клапана, головке блока цилиндров и т.д. [8].

При попадании различных предметов на поверхность тонкостенных деталей образуются отверстия. Это повреждение включает отверстия в стенке блока цилиндров, крыле, крышке двигателя, коробке передач и кожухе редуктора.

Когда охлаждающая жидкость замерзает, в стенках блока и головки, а также в радиаторе могут появиться трещины и отверстия.

Риски и задиры (ряд рисков) находятся на рабочей поверхности деталей, и чаще всего они образуются из-за загрязнения смазкой или попадания посторонних частиц.

Выкрашивание, это дефект поверхности детали (зубчатой поверхности коробки передач, зубчатой муфты), подвергшейся химико-термической обработке, который возникает из-за динамических ударных нагрузок во время эксплуатации [9].

Выкрашивание также может быть результатом усталостного напряжения, такого как выкрашивание баббитового слоя на вкладышах подшипников шатуна и коленчатого вала, выкрашивание на беговой дорожке кольца, шариковых подшипников, окрашивание по контуру зубьев и т.д.

Разрушение окажет сильное воздействие на детали; это обычно наблюдается на литых деталях, а также может произойти из-за усталости металла.

Изгибы и вмятины характеризуются неровностями формы детали и возникают в результате ударных нагрузок. Этот дефект возникает на раме автомобиля, различных осях, балке передней оси автомобиля, тяге и деталях, изготовленных из листового металла.

Скручивание деталей вызвано воздействием высокого крутящего момента, связанного с преодолением временного значительного сопротивления во время эксплуатации. Различные валы, полуоси и т.д. [10].

Взаимосвязь неисправностей позволяет надежно определять обычную комбинацию неисправностей на изношенных деталях, группировать детали с большим количеством различных комбинаций неисправностей в небольшое количество маршрутов и формировать технологический процесс для устранения сложных дефектов.

Список литературы

1. Сазонов, Е. В. Особенности закалки легированной стали / Е. В. Сазонов, М. А. Коровин, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 460-463.
2. Сазонов, Е. В. К понятию «экологическая безопасность» / Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов, С. А. Грашков // Юность и знания - гарантия успеха - 2022 : сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 185-189.
3. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий / Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.
4. Упрочнение режущих деталей сельскохозяйственной техники сульфацианированием / Е. В. Сазонов, С. Н. Сальков, С. А. Грашков [и др.] // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 10–11 февраля 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 172-181.
5. Сазонов, Е. В. Способы восстановления деталей наплавкой / Е. В. Сазонов, М. С. Кожевников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 453-456.
6. Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии / Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1(76). – С. 18-26.
7. Грашков, С. А. Модификация поверхностей деталей плунжерных пар дизельных топливных насосов карбидами путем химико-термической обработки / С. А. Грашков, В. И. Колмыков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2019. – Т. 9, № 2(31). – С. 83-96.
8. Грашков, С. А. Остаточные напряжения и их устойчивость при температурных воздействиях / С. А. Грашков, М. А. Коровин, Е. В. Сазонов // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 120-124.
9. Влияние термической обработки на усталостные свойства стали 15Х2НЗМДФТЧА / Ю. В. Шаповалова, Д. И. Губин, С. А. Грашков [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2007. – Т. 3, № 11. – С. 131-132.
10. Сазонов, Е. В. Термическая обработка шестерен / Е. В. Сазонов, С. А. Грашков, Е. С. Калущий // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 175-180.

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(rigii46@mail.ru)

Sazonov Evgeny Vladimirovich, Master

's student (evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Maxim Alexandrovich Korovin, student

(korovinm52@gmail.com)

Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russia

CAUSES OF MALFUNCTIONS OF MACHINE PARTS

Annotation. In this article we will consider the formation and development of automotive malfunctions, which are explained by the role of objectively existing patterns. Machine failure occurs due to a permanent or sudden decrease in the physical and mechanical properties of parts and materials, wear, deformation, creases, corrosion, aging, redistribution of residual stresses and other causes that lead to damage to parts.

Keywords: malfunction, material, technical factor, painting, construction, load.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Ланин Артём Александрович, магистрант

(e-mail: lanin.artiom@mail.ru)

Сазонов Евгений Владимирович, магистрант

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрим методики технического обслуживания сварочных трансформаторов, низковольтной аппаратуры, пакетных выключателей.

Ключевые слова: сварочный трансформатор, контактные соединения, корпус, предохранитель, техническое обслуживание.

При техническом обслуживании сварочных трансформаторов необходимо:

- очистить корпус сварочного трансформатора от пыли;
- проверить надежность заземления корпуса трансформатора и его второй обмотки. Ослабевшие контакты разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, смазать техническим вазелином, собрать и затянуть [1,2];
- осмотреть доску зажимов, проверить состояние контактных соединений;
- осмотреть провода, подводящие питание к трансформатору и электродам; проверить состояние изоляции;
- проверить работу устройства регулирования сварочного тока. Рукоятка регулятора должна вращаться плавно и без заеданий [3].

Техническое обслуживание низковольтной аппаратуры управления и защиты.

Особенности технического обслуживания рубильников и предохранителей:

- проверить состояние контактных поверхностей ножей и губок, контакты не должны иметь подгоревших или окислившихся мест;

-проверить вхождение ножей в губки неподвижных контактов. Ножи должны входить одновременно без перекосов и без усилий, если ножи входят не полностью, подогнуть губки неподвижных контактов;

-проверить состояние изоляционной ножки;

-проверить работу механизма привода;

-осмотреть контрольный предохранитель [4,5].

Убедиться в отсутствии трещин и сколов на корпусах патронов, а также пригораний фибровых стенок.

Особенности технического обслуживания пакетных выключателей и переключателей:

-осмотреть переключающую рукоятку;

-убедиться в отсутствии трещин или обугливания колец пакетов;

-несколько раз включить и отключить обесточенный пакетный выключатель или переключатель и убедиться в четкости работы фиксаторов [5,6,7].

Особенности технического обслуживания магнитных пускателей и кнопок управления:

-несколько раз включить и отключить магнитный пускатель вручную при отключенной внешней сети. При этом убедиться:

-в одновременности замыкания контактов;

-в отсутствии перекосов контактной системы;

-в легкости перемещения и отсутствии задеваний подвижных контактов за искрогасительные камеры и в направляющих;

-проверить состояние главных и блокировочных контактов;

-убедиться в целостности пружин, дефективные пружины заменить новыми;

проверить надежность крепления магнитной системы, ослабевшие винты крепления подтянуть;

-осмотром убедиться в целостности короткозамкнутого витка магнитной системы;

-осмотреть катушку пускателя;

-убедиться в наличии крышек, целостности корпусов и экранов нагревательных элементов тепловых реле;

-проверить рычаг возврата реле;

-проверить работу кнопок управления;

-несколько раз включить и отключить пускатель под напряжением, соблюдая требования правил техники безопасности [8].

Особенности технического обслуживания автоматических выключателей:

-проверить целостность корпуса и крышки;

-неоднократным включением убедиться в свободном перемещении контактов;

-снять надфилем с дугогасительных камер и контактов брызги металла;

Информационно-коммуникационная безопасность в цифровом обществе имеет значительное влияние при правовой защите информации [9,10].

Список литературы

1. Макарова, А. В. Состояние отечественного сельхозмашиностроения и пути повышения эффективности сельскохозяйственного бизнеса / А. В. Макарова, С. А. Грашков, Д. И. Еськов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 октября 2021 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 59-63.
2. Сазонов, Е. В. Инженерная экономика / Е. В. Сазонов, М. С. Кожевников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 397-400.
3. Сазонов, Е. В. Экономика сельского хозяйства и её эффективность / Е. В. Сазонов, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 400-403.
4. Сазонов, Е. В. К понятию «экологическая безопасность» / Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов, С. А. Грашков // Юность и знания - гарантия успеха - 2022 : сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 185-189.
5. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий / Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.
6. Грашков, С. А. Повышение устойчивости формы и размеров прецизионных изделий химико-термической обработкой / С. А. Грашков, В. И. Колмыков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2019. – Т. 9, № 1(30). – С. 19-28.
7. Грашков, С. А. О возможности использования нитроцементованной безвольфрамовой стали ХГС (ЭИ553) для прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры / С. А. Грашков, В. И. Колмыков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 85-99.
8. Сазонов, Е. В. Способы повышения надежности и долговечности машин / Е. В. Сазонов, И. С. Шуклин, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 457-460.
9. Прокопенко, А. Н. Правовая защита информации : курс лекций / А. Н. Прокопенко, А. А. Кривоухов ; под ред. Ю.Н. Канибера. – Москва: Федеральное казенное учреждение «центр по обеспечению деятельности казначейства России», 2008. – 216 с.
10. Кривоухов, А. А. Информационно-коммуникационная безопасность в цифровом обществе / А. А. Кривоухов // Социологический альманах : материалы XIII Орловских социологических чтений, Орел, 03–04 декабря 2021 года / Среднерусский институт управления - филиал РАНХиГС; Орловское отделение Российского общества социологов. Том Выпуск 14. – Орел: Среднерусский институт управления - филиал РАНХиГС, 2021. – С. 34-38.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.

12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.

13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.

14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Lanin Artem Alexandrovich, Master

's student (e-mail: lanin.artiom@mail.ru)

Sazonov Evgeny Vladimirovich, Master's student

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

MAINTENANCE OF ELECTRICAL EQUIPMENT

Annotation. In this article we will consider the methods of maintenance of welding transformers, low-voltage equipment, packet switches.

Keywords: welding transformer, contact connections, housing, fuse, maintenance.

МЕТОДИКА УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ВАЛОВ И ВТУЛОК

Гребенников Андрей Анзорович, магистрант

(e-mail: andreygrebennikov5@yandex.ru)

Сазонов Евгений Владимирович, магистрант

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрим методику устранения дефектов валов и втулок в тракторах, автомобилях и сельскохозяйственных машинах. Изучим основные дефекты.

Ключевые слова: вал, втулка, геометрия размера, термическая обработка, холодная правка.

Для получения большей износостойкости валы и втулки часто подвергают термической или термохимической обработке, так же применяют различные по конструкции, материалу и термической обработке валы и втулки.

Некоторые детали цементируются на глубину 1-1,5 мм, закаливают и отпускают до получения твердости поверхностей HRC 40-62.

Детали, изготовленные из углеродистой стали с содержанием углерода 0,4% и более, закаливают и отпускают до получения необходимой твердости.

Ответственные валы, изготовленные из стали 40Х, упрочняют на глубину 0,2-0,3 мм до получения твердости HRC 48-53 [1,2].

Устранение дефектов

Основными дефектами валов и втулок являются: износ шпоночных соединений, посадочных мест, срыв резьбы, изгиб.

Втулки и валы подвергнутые износу восстанавливают, это экономически более выгодно.

Самым простым и экономичным способом восстановления резьбы на валах является нарезание резьбы ремонтного размера. Поврежденную резьбу срезают и обтачивают шайбу вала до диаметра, необходимого для нарезания полной резьбы ближайшего размера. Однако часто по условиям работы детали нельзя переходить на ремонтный размер. В этом случае восстанавливают резьбу нормального размера. Негодную резьбу срезают, наплавляют шейку, обтачивают ее под резьбу нормального размера и нарезают плашками или резцом [3].

Резьбу во втулках восстанавливают различными способами: нарезанием резьбы ремонтного размера, восстановлением резьбы нормального размера путем постановки пробок (ввертышей) или втулок.

Чтобы нарезать резьбу ремонтного размера, отверстие рассверливают на размер, необходимый для нарезания полной резьбы ближайшего размера, и нарезают ее

обычным породном. При этом методе ремонта отверстие в сопрягаемой детали рассверливают под ремонтный размер болта или шпильки можно ставить ступенчатые шпильки, у которых нижний резьбовой конец делают увеличенного ремонтного размера, а остальную часть – нормального размера [4,5].

Деформированные валы подвергаются правке. Наиболее простым способом исправления деформированных стальных валов является холодная правка их под прессом. Для правки вал укладывают на призмы прессы и нагружают между опорами. Для защиты рабочих поверхностей вала под призмы и шток прессы кладут прокладки из мягкого материала.

Холодная правка стальных деталей не дает устойчивых результатов. При правке возникают внутренние напряжения в материале, так как деталь начинает выпрямляться лишь после того, как в ее наружных волокнах напряжения превзойдут предел упругости. С течением времени остаточные напряжения вызывают новое (вторичное) искривление выровненной детали. Для повышения надежности холодной правки детали сразу после правки подвергают термической стабилизации. Для этого их нагревают до 400-500⁰С, выдерживают при этой температуре 0,5-1,5 часа и медленно охлаждают.

Если нельзя нагревать деталь до указанной температуры, тепловую стабилизацию осуществляют при температуре 200-250⁰С. В этом случае остаточные напряжения снижаются на 50-60%.

Изношенные трущиеся поверхности валов и втулок восстанавливают наплавкой металла с последующей механической обработкой.

Толщина наплавленного слоя металла после механической обработки должна быть не менее 1,5-2 мм, поэтому валы или втулки с небольшим износом предварительно протачивают, а затем наплавляют.

Наиболее целесообразными способами наплавки являются наплавки под слоем флюса или в среде углекислого газа проволокой диаметром 0,5-2,5 мм [6,7].

Изношенные посадочные места под подшипники качения, шестерни, сальники и другие детали восстанавливают наплавкой, осталиванием, электронатиранием, хромированием, никелированием, металлизацией, с применением полимеров и электрохимической обработки [8].

Иногда рекомендуется восстанавливать детали путем прижатия втулки, кольца, то есть с помощью дополнительных деталей. Детали предварительно просверливаются, а затем прессуются в дополнение к деталям. Размер канавки, используемой для дополнительной детали, должен обеспечивать, чтобы толщина ее стенки после обработки составляла не менее 3-6 мм. Если эти детали испытывают осевую нагрузку, то, в дополнение к давлению натяжения, они должны быть закреплены штифтами толщиной 6-8 мм или

Защита информации при производственном процессе является наиболее важным аспектом в сложившейся обстановке [9].

Используйте различное оборудование для устранения незначительного износа шпоночного паза вручную или на станке (фрезерование, строгание, долбежка или токарная обработка). После этого при сборке используются штифты большего размера. При значительном износе наплавка сваривается дуговой или лазерной сваркой [10].

Список литературы

1. Сазонов, Е. В. Инженерная экономика / Е. В. Сазонов, М. С. Кожевников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 397-400.
2. Макарова, А. В. Состояние отечественного сельхозмашиностроения и пути повышения эффективности сельскохозяйственного бизнеса / А. В. Макарова, С. А. Грашков, Д. И. Еськов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 октября 2021 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 59-63.
3. Сазонов, Е. В. Экономика сельского хозяйства и её эффективность / Е. В. Сазонов, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 400-403.
4. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий / Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.
5. Сазонов, Е. В. К понятию «экологическая безопасность» / Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов, С. А. Грашков // Юность и знания - гарантия успеха - 2022 : сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 185-189.
6. Сазонов, Е. В. Термическая обработка шестерен / Е. В. Сазонов, С. А. Грашков, Е. С. Калущкий // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 175-180.
7. Сазонов, Е. В. Поверхностная закалка стали / Е. В. Сазонов, А. А. Сметцкой, С. А. Грашков // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 180-184.
8. Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии / Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1(76). – С. 18-26.
9. Прокопенко, А. Н. Правовая защита информации : курс лекций / А. Н. Прокопенко ; А. Н. Прокопенко, А. А. Кривоухов ; под ред. Ю. Н. Канибера ; М-во внутренних дел Рос. Федерации, Белгород. юрид. ин-т. – Белгород : ООНИ и РИД БелЮИ МВД России, 2005. – 200 с.
10. Сазонов, Е. В. Способы повышения надежности и долговечности машин / Е. В. Сазонов, И. С. Шуклин, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник

научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 457-460.

11. Повышение износостойкости стали хвг для деталей топливной аппаратуры дизелей методом нитроцементации/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2020. Т. 10. № 1. С. 43-56.

12. Повышение устойчивости формы и размеров прецизионных изделий химико-термической обработкой/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 1 (30). С. 19-28.

13. Упрочнение режущих деталей сельскохозяйственной техники сульфацианированием/ Сазонов Е.В., Сальков С.Н., Грашков С.А., Пивовар Н.А., Степашов Р.В.// В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 172-181.

14. Восстановление корпусных деталей агрегатов автомобиля кпп с электроэрозионными материалами/ Агеев Е.В., Грашков С.А., Хардинов С.В.// Курск, 2020.

15. Модификация поверхностей деталей плунжерных пар дизельных топливных насосов карбидами путем химико-термической обработки/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 2 (31). С. 83-96.

Grebennikov Andrey Anzorovich, Master

's student (e-mail: andreygrebennikov5@yandex.ru)

Sazonov Evgeny Vladimirovich, Master's student

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

METHODS OF ELIMINATION OF SHAFT AND SLEEVE DEFECTS

Abstract. In this article, we will consider the method of eliminating shaft and sleeve defects in tractors, automobiles and agricultural machines. Let's study the main defects.

Keywords: shaft, sleeve, size geometry, heat treatment, cold straightening.

АЭС МАЛОЙ МОЩНОСТИ – БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Гречкин Евгений Иванович, студент

(grkcuinz@gmail.com)

Попова Татьяна Сергеевна, к.э.н., доцент

(e-mail: Tanya930@rambler.ru)

*Волгодонский инженерно-технический институт
филиал НИЯУ МИФИ, г. Волгодонск, Россия*

В работе рассматривается процесс развития и внедрения АЭС малой мощности Госкорпорацией Росатом в России, особенности и преимущества облегченной версии реакторов, а также возможности их использования в будущем.

Ключевые слова: АЭС малой мощности, АСММ, Госкорпорация Росатом, энергетическая отрасль России, преимущества АСММ, энергетика.

Электроэнергетика является базовой отраслью российской экономики, обеспечивающей электрической и тепловой энергией внутренние потребности народного хозяйства и населения, а также осуществляющей экспорт электроэнергии в страны СНГ и дальнего зарубежья. Устойчивое развитие и надежное функционирование отрасли во многом определяют энергетическую безопасность страны и являются важными факторами ее успешного экономического развития.

Атомная энергетика России – ключевая и перспективная отрасль российской энергетики. На сегодняшний день в России функционируют одиннадцать АЭС с тридцатью восемью энергоблоками. Доля выработки электроэнергии российскими атомными станциями ещё в 2021 году по данным РАО «ЕЭС России» составила более 20%, уступая лишь ГЭС [1]. Неоспоримый факт, что сооружение атомных станций требует много времени и огромных финансовых затрат, не говоря о возможных сложностях в процессе их эксплуатации. На данный момент поиском и разработкой альтернативных вариантов занимается Госкорпорация Росатом – национальный лидер в производстве электроэнергии и любого типа оборудования как для атомной промышленности, так и для смежных отраслей. На протяжении нескольких лет практикуется технология возведения АСММ (атомных станций малой мощности), призванная решить острую на территории России «проблему Севера», связанную с невозможностью строительства традиционных АЭС в виду ряда причин.

АСММ – это атомные станции с реакторными установками мощностью менее 300 МВт. Данный вид технологии обладает множеством преимуществ перед более мощными «братьями», размещение которых бывает нецелесообразно в удалённых или труднодоступных регионах со слаборазвитой сетевой инфраструктурой по типу территории Якутии. Завоз топлива в подобные регионы сильно осложнён тяжёлыми условиями Арктики [2].

Атомные станции малой мощности имеют ряд преимуществ в дополнение к ранее упомянутой компактности:

- модульность – мощность станции можно регулировать за счёт запуска новых энергоблоков, а также нельзя не упомянуть о возможности поставки модулей в уже готовом виде, что позволяет значительно сократить финансовые затраты на транспортировку и сборку, а также сэкономить время.

- многоцелевое применение – АСММ является многофункциональным проектом, направленным не только на выработку тепла, но и на процесс теплоснабжения или опреснения воды.

- экологически чистый источник энергии – технологии АСММ позволяют избежать выбросов парниковых газов в атмосферу.

- безопасность – процесс эксплуатации включает возможность использования активных и пассивных систем безопасности, что позволяет избежать возможных аварий и снизить частоту повреждений активной зоны. Подтверждением этому служит проведённый сравнительный анализ результатов ВАБ АЭС малой и большой мощности, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ результатов ВАБ АЭС [3]

Частота повреждения активной зоны, 1/год	
АЭС (ВВЭР-1000)	АСММ (КЛТ-40С)
$4,5 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$

- долговечность – выходную мощность АСММ легко контролировать, что позволяет обеспечить стабильное и долгое функционирования станции на протяжении более чем 60 лет.

- экономическая выгода – за счёт меньшей нагрузки на региональный бюджет по причине отсутствия излишних финансовых затрат на установку, транспортировку и строительство становится возможным обеспечение региона электроэнергией и теплом по более низким ценам, что в свою очередь позволяет перенаправить финансы на другие сферы. В таблице 2 более подробно представлены основные показатели АЭС и АСММ [4].

Таблица 2. Сравнение показателей АЭС и АСММ.

Показатели	АЭС	АСММ
Затраты на топливообеспечение, млрд. руб.	0,26-0,5	0,03
Стоимость сооружения, млрд. руб.	23,4	11,9
Продолжительность строительства, годы	4	3
Твёрдые отходы, т/год	160	10
Выбросы в атмосферу, т/год	-	-
Стоимость демонтажа, млрд. руб.	5	0,8
Потери воды, млн. м ³	-	-
Итоговые затраты, млрд. руб.	28,78	12,73

Исходя из данных таблицы видно, что затраты на строительство и эксплуатацию АСММ более чем в 2 раза меньше.

Касаемо достижений и планов по строительству АСММ Госкорпорация Росатом ведёт активную деятельность по изучению технологии атомных станций малой мощности, а также их внедрению. В связи с этим Госкорпорация Росатом:

- снабдила АСММ новейшие ледоколы «Арктика», «Сибирь», «Урал» с целью проложить морские пути по северным морям в зимний период;
- эксплуатирует единственную в мире плавучую атомной электростанцию, размещённую на базе плавучего энергоблока «Академик Ломоносов»;
- реализует проект первой в мире наземной АСММ в Усть-Янском районе Якутии, строительство которой планируется завершить к 2028 году.

Особого внимания заслуживает технология плавучей атомной станции. На сегодняшний день запасы пресной воды сильно истощились и не стоит исключать варианта, что причиной следующей войны станет право за владение оставшимися запасами. Плавучие атомные станции, по типу «Академика Ломоносова», которые занимаются опреснением воды, способствуют предупреждению возможных столкновений, что делает их изучение особо важной задачей правительства не только России, но и остальных стран [5].

Резюмируя, можно сделать вывод, что внедрение АСММ – целесообразное и необходимое решение для многих отраслей народного хозяйства и государственных структур России. Атомные станции малой мощности необходимы на отдалённых от центральных энергосетей территориях, нуждающихся в надёжном источнике энергии и тепла. Они способствуют решению проблемы недостатка пресной воды и снижению парникового эффекта. АСММ обладают целым рядом преимуществ в дополнение к традиционным плюсам атомной энергетики, которые государство обязано использовать, обеспечивая максимальную финансовую и кадровую поддержку для дальнейшего развития отрасли.

Список литературы

1. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2021 году – https://www.soups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2022/ups_rep2021.pdf
2. Атомные станции малой мощности // Росатом URL: <https://rosatom.ru/production/atomnye-stantsii-maloy-moshchnosti/> (дата обращения: 9.03.2023).
3. Пермовский, А. С. Сравнительный анализ результатов ВАБ АЭС малой и большой мощности / А. С. Пермовский, В. В. Андреев // Ядерные технологии: от исследований к внедрению - 2021 : Сборник материалов научно-практической конференции, Нижний Новгород, 16 апреля 2021 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021. – С. 67-68. – EDN NGNLWJ.
4. Атомные станции малой мощности // Росатом URL: <https://rosatom.ru/production/atomnye-stantsii-maloy-moshchnosti/> (дата обращения: 09.03.2023).
5. Стукалов, В. А. Система АЭС малой мощности как фактор национальной безопасности России / В. А. Стукалов, С. А. Субботин, Т. А. Щепетина // Энергия: экономика, техника, экология. – 2011. – № 9. – С. 33-42. – EDN OHSKJV.

6. Степченко, Т. С. Аспекты восприятия общественностью процессов развития атомной энергетики (на примере "РосАЭС") / Т. С. Степченко // Практический маркетинг. – 2014. – № 7(209). – С. 35-40. – EDN QLLJAG.

Grechkin Evgeny Ivanovich, student

Popova Tatiana Sergeevna, Candidate of Economics, Associate Professor

Volgodonsk Institute of Engineering and Technology

branch of MEPhI, Volgodonsk, Russia

LOW-POWER NUCLEAR POWER PLANTS - THE FUTURE OF THE RUSSIAN ENERGY INDUSTRY

The paper examines the process of development and implementation of low-power nuclear power plants by Rosatom State Corporation in Russia, the features and advantages of the lightweight version of reactors, as well as the possibilities of their use in the future.

Keywords: Low-power nuclear power plants, ASMM, Rosatom State Corporation, the energy industry of Russia, the advantages of ASMM, energy.

ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАМЕНЫ ДВС НА ЯДЕРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ В АВТОМОБИЛЕ

Давыдов Егор Сергеевич, студент

(e-mail: davidov_egor00@mail.ru)

Попова Татьяна Сергеевна, к.э.н., доцент

(e-mail: Tanya930@rambler.ru)

Волгодонский инженерно-технический институт

Филиал НИЯУ МИФИ, г. Волгодонск, Россия

В данной работе рассмотрена возможность замены двигателя внутреннего сгорания (ДВС) на ядерный двигатель в автомобиле с целью снижения пагубного влияния на экологию вследствие выброса токсичных веществ в атмосферу.

Ключевые слова: Двигатель внутреннего сгорания, ядерный реактор, ядерный двигатель, экология.

Проблема создания компактных ядерных реакторов давно волнует человечество. Невероятно экономичный, практически вечный, довольно экологичный (если не учитывать вероятность аварии) двигатель мог бы спасти Землю от истощения ресурсов, поспособствовать очищению атмосферы, облегчить жизнь обыкновенному человеку. Но пока на атомной тяге передвигаются разве что крупные корабли и подлодки; когда дело дойдёт до автомобилей и поездов – неизвестно. Хотя истории известно несколько попыток поставить реактор на колёса.

Многие из нас знают, в наше время проблемы экологии и истощаемости природных ресурсов стоят очень остро. Ученые на постоянной основе ищут альтернативные источники топлива и способы снижения уровня загрязнения окружающей среды. Одним из основных источников загрязнения атмосферы является самый

обыкновенный автомобиль, а точнее выхлопные газы, выделяемые в результате его эксплуатации.

Автомобиль является источником химического, шумового и механического загрязнения. Выхлопные газы, исходящие от автомобиля, являются результатом работы двигателя внутреннего сгорания и выбрасывают в атмосферу токсичные вещества, такие как оксид углерода, углеводороды, альдегиды и др. Так, ученый-эколог Дмитрий Марков, пояснил: «В начале 70-х годов учёные-гигиенисты определили, что доля загрязнений, которую вносят в атмосферу автомобили, в среднем равна 13%. Сейчас она достигла уже 50% и продолжает расти, а для городов и промышленных центров доля выбросов от выхлопных газов в общем объёме загрязнений значительно выше – до 70% и более. Это создаёт серьёзную экологическую проблему».

Ученые подсчитали, что среднестатистический автомобиль, работающий на двигателе внутреннего сгорания, выбрасывает 195 килограмм вредных веществ в год [1]. Казалось бы, эта цифра не такая уж и значительная, но на данный момент в мире доля мирового автопарка, использующих данный тип двигателя – 76%. Это 988 миллионов автомобилей. По подсчетам специалистов в ближайшие десять лет эта цифра увеличится до 1,976 миллиардов, что будет вырабатывать 315,96 мегатонн загрязняющих веществ ежегодно. Не стоит забывать, что это влияние исключительно автомобилей на нашу экологию. А ведь существует масса других источников отрицательного воздействия... Возможность замены двигателя внутреннего сгорания на более экологичный источник топлива является, на наш взгляд, наиболее приоритетной целью.

Одним из самых доступных, реальных, а самое главное безопасных способов добычи большого количества энергии в наше время является ядерный распад и синтез. Но реально ли заменить привычный двигатель внутреннего сгорания на ядерный двигатель в автомобиле? Ядерный двигатель в эксплуатации автомобиля имеет целый ряд преимуществ: бесшумность, экологичность и автономность. При использовании ядерного реактора в зависимости от вливаемого топлива автомобиль может проехать от 8000 до 30000 км без дозаправки.

В истории уже были примеры, когда конструкторы пытались разместить в автомобиле ядерный двигатель. Самыми яркими из них являлись Ford Nucleon и Ford Seattle-ite. Но к сожалению, ввиду того что, ученые того времени не располагали технологиями, которые были открыты в наше время, данные прототипы так и остались макетами.

Для рассмотрения возможности установки ядерного двигателя в автомобиль хотелось бы обратить внимание на реактор с жидкометаллическим теплоносителем [2]. Данный вид реактора выделяется рядом преимуществ: имеет меньшие габариты, позволяет получать пар более высоких параметров, высокая температура кипения металлов обеспечивает большую гибкость в работе, использование герметизированных электромагнитных насосов. Но ряд факторов, относящихся к недос-

таткам данного реактора, в свое время вынудил советских ученых отказаться от их установки на водные судна. Так, одним из главных минусов при использовании сплава натрия и калия, который наименее затратен в эксплуатации, является большая химическая активность. Контакты с водой могут привести к взрыву и задымлению. В случае установки данного типа «реактора» в автомобиль самым важным будет исключить попадание воздуха и воды в него. Данные технологии уже присутствуют в мире и повсеместно используются, например в тех же автомобилях или газовых котлах. Нам лишь необходимо поместить наш ядерный двигатель в так называемый «купол», который будет исключать любые попадания данных веществ к новому типу двигателя.

Но возникает и еще одна проблема. Как установить огромный реактор в кузов автомобиля? На самом деле ядерный реактор можно создать абсолютно малой величины, как это ни странно, но даже размером с обычную бутылку объемом 0,5 литров. Тут дело в том, для чего нам необходим этот новый двигатель и соответственно какую мощность он должен выделять? На данный момент в мире существует самый маленький реактор NuScale Power размером 23 метра в высоту и 5 метров в ширину, при этом он выделяет 50 мегаватт энергии. В то время как современный электромобиль потребляет 120-300 Вт*ч на км. Данный реактор, по заверениям ученых, является более безопасным, чем огромные реакторы, установленные на привычных нам АЭС и имеет классическую водяную систему охлаждения.

Жидкометаллические ядерные реакторы имеют меньшие размеры за счет отсутствия системы водяного охлаждения. Получается, что при использовании данного реактора мы сможем уменьшить его объем еще в несколько раз, но это все равно не даст нам желаемого результата в пропорции к самому маленькому ядерному реактору в мире.

Подытожив, хочется сказать, что на данный момент задача конструкторов не столько обезопасить автомобиль, сколько создать реактор нужных масштабов, выделяющих необходимое количество энергии. Ученые трудятся над уменьшением размеров ядерных реакторов и введением их в наш быт с целью снижения пагубного влияния на экологию. Идея создания автомобиля на ядерном двигателе вполне реализуема, но не в ближайшие десятки лет. С каждым годом человечество всё ближе и ближе подбирается к подчинению атомной энергии. Запасы нефти на Земле ограничены, запасы угля – тоже, а вот радиоактивного топлива хватит на десятки тысяч лет, причём даже при неэкономном расходовании. Главное – научиться грамотно использовать эту опасную энергию.

Список литературы

1. Машиностроение. Энциклопедия в 40т.: Раздел IV. Конструирование машин / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. - М. : Машиностроение. Т. IV-1 : Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка / Д.Н. Решетов, А.П. Гусенков, Ю.Н. Дроздов и др. ; ред.-сост.: Д.Н. Решетов, отв. ред.: К.С. Колесников. - 1995. - 864с:

2. Почти все о ядерном реакторе / Л. В. Матвеев, А. П. Рудик. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 240 с.

Davydov Egor Sergeevich, student

Popova Tatiana Sergeevna, Candidate of Economics, Associate Professor

Volgodonsk Engineering and Technical Institute

Branch of NRU MEPhI, Volgodonsk, Russia

THE POSSIBILITY OF REPLACING THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH A NUCLEAR ENGINE IN THE CAR

In this paper, the possibility of replacing an internal combustion engine (ICE) with a nuclear engine in a car is considered in order to reduce the harmful impact on the environment due to the release of toxic substances into the atmosphere.

Keywords: Internal combustion engine, nuclear reactor, nuclear engine, ecology.

АВТОМАТИКА ЧАСТОТНОЙ РАЗГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ (АЧР)

Дедов Дмитрий Дмитриевич, специалист

(e-mail: dima.dedov00@mail.ru)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Донской государственный технический университет

В этой статье приведено краткое описание принципов работы автоматики частотной разгрузки, характерные черты и особенности взаимодействия с другими системами энергетической системы

Ключевые слова: автоматика частотной разгрузки, АЧР, дефицит мощности, уровень частоты, система.

Чтобы предотвратить недопустимое снижение частоты и последующее её восстановление необходимо совершить отключение части потребителей энергетической системы при возникновении дефицита мощности. Для этого принято использовать автоматическую частотную разгрузку.

Автоматика частотной разгрузки (АЧР) входит в состав системы автоматики ограничения снижения частоты (АОСЧ) как специальная система противоаварийной автоматики.

В состав АЧР входит большое количество локальных устройств, которые располагаются на подстанциях.

Для нормального функционирования устройства должны соответствовать некоторым требованиям:

1. Система автоматики частотной разгрузки должна быть самонастраиваемая.

2. В соответствии с ответственностью или договорными обязательствами, система обеспечивает очередность отключения потребителей.

3. Размещается система АЧР таким способом, чтобы она могла обеспечить ликвидацию дефицитов мощностей в независимости от места появления.

4. Не может допускаться падение частоты ниже допустимой границы.

5. По завершению работы АЧР частота должна восстановиться до 49-49,5 Гц.

6. Работа системы АЧР должна быть скооперирована с действием систем АПВ и АВР.

Для того, чтобы предотвратить аварии, которые связаны с падением частоты, были созданы мероприятия, действия которых направлены на восстановление баланса мощностей:

1) Использование вращающегося резерва активной мощности.

2) Запуск резервных гидрогенераторов и перевод гидрогенераторов из режима синхронного компенсатора в генераторный режим.

3) Отключение части потребителей.

Автоматическая частотная разгрузка это система, которой присуще такие положительные качества как быстродействие, высокая надежность и эффективность.

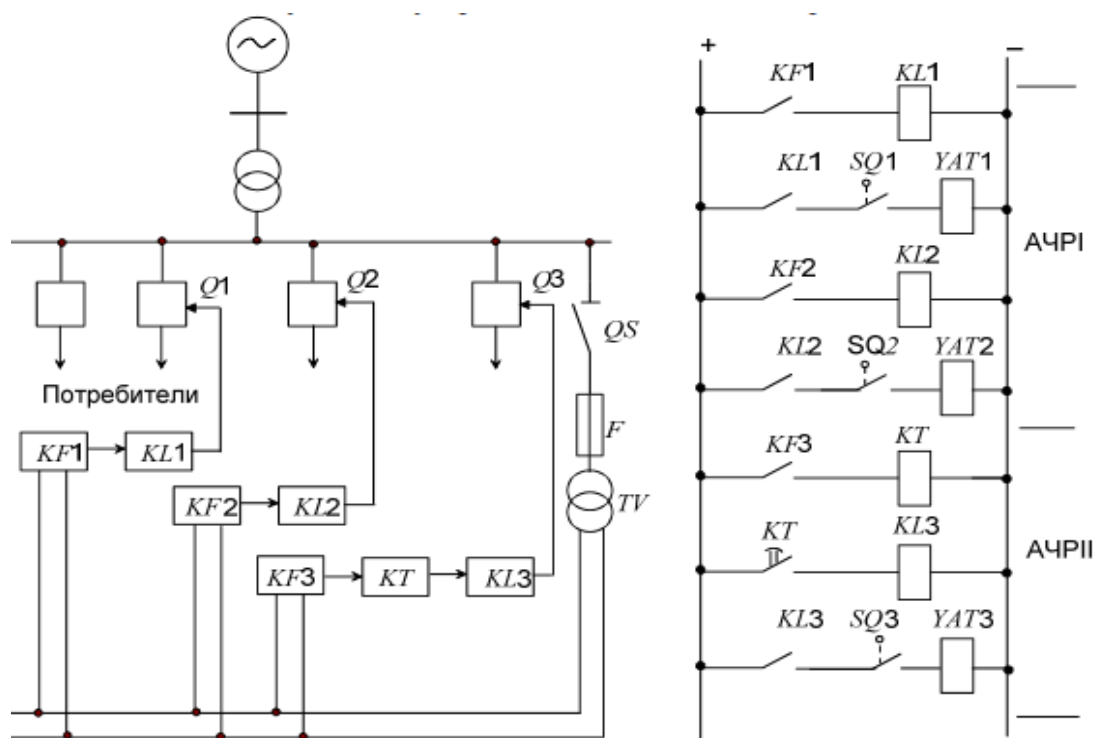


Рисунок 1 - Схемы индивидуальных устройств АЧР I и АЧР II подстанции:
а – функциональная; б – оперативных цепей

В 50-60-е годы в СССР были сформулированы основополагающие принципы функционирования АЧР. В 70-х годах систему АЧР разделили на категории АЧРІ и АЧРІІ.

АЧРІ – быстродействующая категория разгрузки, предназначенная для прекращения снижения частоты на допустимом уровне, т.е. выполняет защитную функцию. Состоит из большого количества очередей разгрузки, имеющих различные уставки по частоте;

АЧРІІ – категория разгрузки, предназначенная для восстановления частоты, предотвращения зависания частоты после действия АЧРІ, т.е. выполняет восстановительную функцию, а также для предотвращения снижения частоты ниже допустимого уровня при сравнительно медленном аварийном увеличении дефицита мощности. Состоит из нескольких очередей разгрузки с близкими уставками по частоте и различными уставками по времени.

Для быстрого восстановления питания потребителей, отключенных устройствами АЧР, существует частотное АПВ (ЧАПВ), которое начинает свое действие после восстановления частоты в энергетической системе.

Рекомендуется устанавливать ЧАПВ:

- Для восстановления питания ответственным потребителям, которые были отключены последними очередями АЧР.
- На подстанциях где отсутствует постоянный дежурный персонал и телеуправление.
- В случае необходимости исправить ложные действия АЧР.

Список литературы

1. Михеев, Г.М. Диагностика высоковольтного электрооборудования / Г.М. Михеев. - М.: ДМК, 2015. - 298 с
2. Равин, А.А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования: Учебное пособие / А.А. Равин. - СПб.: Лань, 2019. - 240 с.

Dedov Dmitry Dmitrievich, specialist

(e-mail: dima.dedov00@mail.ru)

Smakova Angelina Ravilievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

AUTOMATIC FREQUENCY UNLOADING OF ENERGY SYSTEMS

Abstract. This article provides a brief description of the principles of operation of automatic frequency unloading, characteristic features and features of interaction with other systems of the energy system.

Keywords: automatic frequency unloading, AFR, power shortage, frequency level, system.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПУСК И ВКЛЮЧЕНИЕ СИНХРОННЫХ МАШИН

Дедов Дмитрий Дмитриевич, специалист

(e-mail: dima.dedov00@mail.ru)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Донской государственный технический университет

В этой статье приведено краткое описание системы автоматического пуска и включения синхронных машин, рассмотрены основные принципы работы этих процессов и способы синхронизации

Ключевые слова: синхронный генератор, синхронизация, самосинхронизация, частота, синхронная машина.

Пуск синхронной машины (синхронного генератора СГ, синхронного компенсатора СК, синхронного двигателя СД) – это перевод ее из остановленного состояния в состояние параллельной синхронной работы с энергосистемой (с одинаковыми частотами). Включение синхронной машины на параллельную работу с энергосистемой и «втягивание в синхронизм» называется синхронизацией.

Процесс перехода синхронной машины из оставленного состояния в состояние параллельной синхронной работы с энергетической системой называется пуском синхронной машины.

Синхронизация- процесс включения синхронной машины на параллельную работу с энергетической системой, «втягивание в синхронизм».

Функцию противоаварийного управления для ликвидации дефицита мощности выполняет автоматическая синхронизация синхронного генератора (СГ).

Работы при синхронизации СГ:

- Регулировка скоростей вращения, то есть оборотов турбины с СГ на ее валу;
- Регулировка возбуждения, другими словами тока ротора синхронного генератора;
- Сигнал на включение генераторного выключателя.

Различают синхронизацию автоматическую, при которой все операции производятся специальными автоматическими устройствами без вмешательства персонала, и полуавтоматическую, при которой некоторые операции выполняются персоналом (например, регулирование скорости вращения синхронизируемого генератора).

В настоящее время преимущественно применяются: автоматическая синхронизация – на ГЭС, полуавтоматическая – на ТЭС и АЭС. Автоматизация операций при синхронизации и в особенности наиболее ответственной – включения син-

хронной машины позволяет исключить тяжелые последствия ошибочных действий персонала.

Для включения синхронных генераторов на параллельную работу применяются два способа: самосинхронизация и точная синхронизация. Последовательность операций (алгоритм) при самосинхронизации: невозбужденный генератор разворачивается турбиной до скорости, близкой к синхронной, затем включается в сеть выключателем в цепи статора, после чего сразу же подается возбуждение и происходит втягивание ротора в синхронизм. Включение невозбужденного генератора всегда сопровождается толчком тока, называемого уравнительным, который соизмерим с током трехфазного КЗ на выводах СГ или блока генератор-трансформатор.

Последовательность операций (алгоритм) при точной синхронизации: генератор разворачивается до подсинхронных оборотов, затем возбуждается и при выполнении определенных условий подается команда на включение выключателя.

Асинхронный момент возникает после подачи напряжения на обмотку статора и обусловлен взаимодействием магнитного поля статора с токами, наведенными в бочке ротора, успокоительных (демпферных) обмотках и в обмотке возбуждения, замкнутой на шунтирующий резистор.

Реактивный момент (момент явнополюсности) возникает также после подачи напряжения на обмотку статора и обусловлен взаимодействием поля статора с явно выраженными полюсами ротора.

Анализ процесса втягивания в синхронизм и определение условий успешной синхронизации рассматриваются в курсе «Переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах».

На тепловых электростанциях (ТЭС) с учетом специфики пуска турбогенераторов операция самосинхронизации осуществляется, как правило, полуавтоматически. Регулирование частоты вращения генератора и ее подгонка к подсинхронной возлагаются на персонал, а включение генератора в сеть и подача возбуждения производятся автоматически устройством самосинхронизации при заданном значении скольжения. Поэтому устройства полуавтоматической самосинхронизации на ТЭС наиболее простые и выполняются общими для нескольких генераторов, а в схеме предусматривается специальный ключ самосинхронизации SA, с помощью которого персонал подключает устройство к включаемому генератору. Устройство полуавтоматической самосинхронизации для ТЭС, разработанное институтом «Атомтеплоэлектропроект».

Работа схемы рассматривается в дискретные интервалы (моменты) времени, в каждом из которых время срабатывания или возврата реле может не учитываться

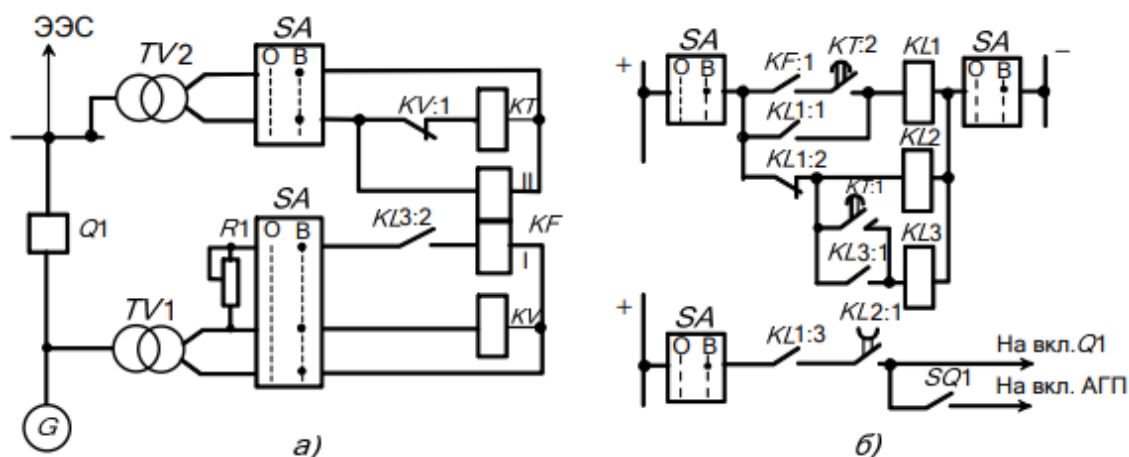


Рисунок 1- Схема устройства полуавтоматической самосинхронизации: а – цепи переменного напряжения; б – цепи оперативного тока.

Список литературы

1. Михеев, Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования / Г.М. Михеев. - М.: ДМК, 2015. - 298 с
2. Равин, А.А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования: Учебное пособие / А.А. Равин. - СПб.: Лань, 2019. - 240 с.

Dedov Dmitry Dmitrievich, specialist

(e-mail: dima.dedov00@mail.ru)

Smakova Angelina Ravilievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

AUTOMATIC START AND SWITCH ON OF SYNCHRONOUS MACHINES

Abstract. This article provides a brief description of the system for automatic start-up and switching on of synchronous machines, the basic principles of operation of these processes and methods of synchronization are considered

Keywords: synchronous generator, synchronization, self-synchronization, frequency, synchronous machine.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОВТОРНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ*Дедов Дмитрий Дмитриевич, специалист**(e-mail: dima.dedov00@mail.ru)**Смакова Ангелина Равильевна, студент**(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)**Пудовинникова Мария Витальевна, студент**(e-mail: mp424141@gmail.com)**Донской государственный технический университет*

В этой статье приведено краткое описание принципов работы автоматического повторного включения, характерные черты и особенности взаимодействия с другими системами энергетической системы

Ключевые слова: автоматическое повторное включение. АПВ, релейная защита, устойчивые повреждения, неустойчивые повреждения, ЧАПВ.

Отключения электроустановок устройствами релейной защиты, могут быть вызваны устойчивыми или неустойчивыми повреждениями. Неустойчивые повреждения имеют особенность самоустраняться после того как произошло снятие напряжения. К неустойчивым повреждениям можно отнести короткие замыкания, которые возникают при пробое газообразной и жидкой изоляции. К устойчивым повреждениям относятся короткие замыкания, возникающие при пробое твердой изоляции и разрушении материала в месте пробоя.

Релейная защита отвечает за автоматическое отключение, а автоматическое повторное включение происходит за счет устройств АПВ.

При возникновении неустойчивых повреждений АПВ принято считать успешным, а при устойчивых АПВ считается неуспешным. Кроме вышеперечисленных случаев АПВ могут восстановить нормальный режим после ложных и излишних действий релейной защиты, а также при самопроизвольных отключениях выключателя или некомпетентных действий персонала.

Система АПВ признана эффективным средством повышения надежности энергетической системы. Успешность АПВ на ВЛ 110-220 кВ составляет 75-85%, для линий 330 кВ это 65-70% и для ВЛ 500-750 кВ около 50%.

Время действия АПВ $t_{АПВ}$ (от момента отключения выключателя до подачи команды на включение) обычно составляет от 0,5 с до нескольких секунд, без АПВ для повторного включения на телеуправляемых подстанциях или с постоянным оперативным персоналом требуется несколько минут, при отсутствии персонала – 0,5 – 1 ч и более.

Наиболее эффективно применение АПВ на линиях при одностороннем питании потребителей, так как каждое успешное действие АПВ восстанавливает электроснабжение.

Совместно устройства АПВ и релейной защиты могут использоваться для того, чтобы:

-Повысить техническое совершенство релейной защиты путем уменьшения времени отключения короткого замыкания.

-Снизить капитальные затраты на основное оборудование. Обслуживание АПВ должно быть закреплено за отдельными подразделениями. Посторонний персонал может допускаться только при постоянном контроле ответственных специалистов.

Персонал, обслуживающий АПВ, должен вести оперативные журналы, с фиксацией фактов включения устройств. Такие ситуации должны всесторонне анализироваться, чтобы исключить возможные аварии.

Оборудование должно проходить периодическое техническое обслуживание, с подключением линий на это время по резервной схеме.

Список литературы

1. Михеев, Г.М. Диагностика высоковольтного электрооборудования / Г.М. Михеев. - М.: ДМК, 2015. - 298 с
2. Равин, А.А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования: Учебное пособие / А.А. Равин. - СПб.: Лань, 2019. - 240 с.

Dedov Dmitry Dmitrievich, specialist

(e-mail: dima.dedov00@mail.ru)

Smakova Angelina Ravilievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

AUTOMATIC RESTART

Abstract. *This article provides a brief description of the principles of operation of automatic reclosing, the characteristic features and features of interaction with other systems of the energy system*

Keywords: *automatic reclosing, AR, relay protection, persistent faults, transient faults, FARC.*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Дернова Кристина Константиновна, студент

(e-mail: kristina191198@mail.ru)

Князькинна Ольга Владимировна, канд. техн. наук, доцент

(e-mail: dmtov@mail.ru)

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г.Новокузнецк, Россия*

Рассматривается способ повышения эффективности грузовых перевозок автомобильным транспортом посредством построения общей схемы грузовых перевозок автомобильным транспортом для их последующей автоматизации с учетом расстояния перевозки, вида груза, грузоподъемности подвижного состава, времени доставки, цены на выполнение перевозок.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, грузовые перевозки, автоматизация.

Сфера транспортного обслуживания является динамической системой, в которой происходят сложные взаимодействия технологических процессов перемещения грузов и пассажиров. Эффективность перевозки может быть обеспечена только при обоснованном выборе наиболее рационального вида транспорта или сочетания различных его видов [1, 2].

Грузовые перевозки автомобильным транспортом представляют собой обширную сферу услуг народного хозяйства современного Сибири [2]. Автомобильный транспорт является решающим фактором в экономическом развитии страны, а повышение эффективности работы автомобильного транспорта в целом – важная государственная задача.

Основными мерами, решающими поставленную задачу можно считать:

- снижение простоев автомобилей под грузовыми и технологическими операциями;
- сокращение пустых пробегов;
- более полное использование грузоподъемности подвижного состава;
- разработка оптимальных схем и маршрутов перевозок;
- повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ.

В современном мире остро встала проблема управления взаимодействием различных видов транспорта [3]. Для решения данной проблемы и повышения экономической эффективности грузоперевозок необходимо обеспечить информационное взаимодействие между различными видами транспорта. В Сибири активно идет процесс интеграции транспортной системы. Благодаря увеличению финансирования и выгодному экономическому положению, перевозчики Сибири суще-

ственно увеличили объемы перевозок грузов, о чем свидетельствует количество пересечений границы.

Для повышения эффективности грузовых перевозок автомобильным транспортом необходимо создание центрального сервера, который будет управлять всеми видами транспорта, а также обеспечивать их взаимодействие между собой (рисунок 1).

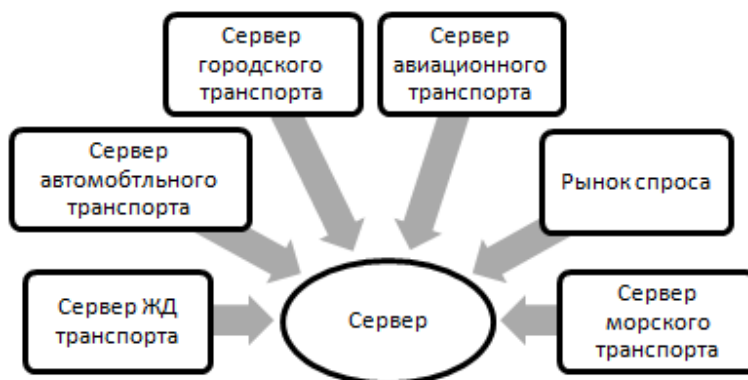


Рисунок 1 – Схема взаимосвязей главного сервера с другими серверами видов транспорта

При таком взаимодействии (рисунок 1), заказ будет поступать к главному серверу, откуда будет отправляться запрос непосредственно к конкретному серверу выбранного транспорта. При этом, если использование какого-либо вида транспорта окажется неэффективным, то заказчику будет предложен альтернативный вариант, соответствующий следующим требованиям: доставка груза в нужное место, срок доставки определенный день и час, необходимое количество и ассортимент груза, оптимальный уровень затрат, качество перевозок.

Автомобильные грузовые перевозки составляют около 60% от общего объема перевозок всеми видами транспорта. Сейчас автомобильный транспорт, в целом, удовлетворяет потребности экономики и населения, однако, на протяжении последних лет возник ряд новых проблем, требующих системного анализа и принятия, соответствующих мер для обеспечения устойчивого развития отрасли.

Итак, на грузовом автомобильном транспорте существует ряд проблем:

- неудовлетворительное транспортное обслуживание;
- выбросы вредных веществ автомобильным транспортом в атмосферу, которые составляют 95% выбросов от передвижных источников или 30% от общего объема вредных веществ;
- недостаточная эффективность организаций международных перевозок грузов автомобильным транспортом;
- неоптимальная структура парков подвижного состава (РС);

- отсутствие необходимых объемов компенсаций при финансовых потерях автомобильных перевозчиков.

Маршрутизация перевозок грузов обеспечивает движение автомобилей по рациональным маршрутам, дает возможность уменьшить пробеги без груза, увеличить коэффициент использования пробега и производительность РС, а также увеличить рентабельность перевозок. Важным элементом маршрутизации является выбор маршрута движения в транспортной сети [3].

Грузовые автомобильные перевозки составляют важный фактор развития экономики нашей страны и обеспечивают ее внешнеэкономические связи [3].

Процесс обеспечения перевозок сопряжен с решением целого ряда организационных, технологических и управленческих проблем. Авторами предложена схема взаимодействия серверов автомобильного транспорта грузовых перевозок (САТВП), включающая в себя серверы городских, пригородных, междугородных, международных и транзитных перевозок (рисунок 2).

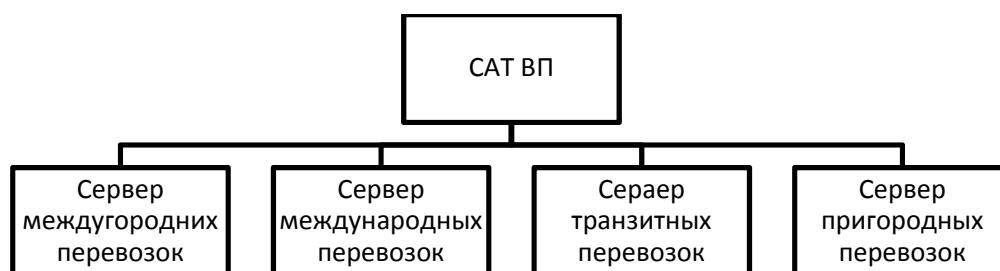


Рисунок 2 – Блок – схема взаимосвязи серверов грузового автомобильного транспорта

Главный сервер должен располагаться в одном из городов Сибири, к нему будет поступать информация с других серверов, управляющих различными видами перевозок. Информацию в серверы должны вносить перевозчики всех форм собственности. Городские серверы будут расположены в каждом крупном промышленном городе, пригородные могут относиться как к городским, так и функционировать самостоятельно. Междугородные серверы нужно располагать в областных центрах, международные – в региональных. Относительно транзитного сервера – то он будет размещен в городах Сибири, имеющих выход к общей границе с другими государствами. Заказы должны поступать на главный сервер, на котором они формируются в очереди. Эти очереди могут быть:

- с отказами и с очередью на ожидания;
- приоритетные и безприоритетные (когда очередь образуют все без исключения заказы, поступающие на обслуживание);
- абсолютные (когда поступающие заказы сдвигают в очереди тех, кто ждет) и относительные (когда более приоритетные заказы занимают лучшее место в очереди);

- с дискретным временем (когда прибытие заказа на обслуживание и его заключение осуществляются в определенные моменты времени)

Заказ от главного сервера попадает в сервер ближайшего перевозчика, там его обрабатывают диспетчеры и пересылают в логистический отдел. Логисты и диспетчеры имеют доступ к информации об имеющихся транспортных средствах, свободных водителях и других ресурсах. Результатом их работы является обработка заказа, нахождение оптимального маршрута и сам процесс транспортировки. Перевозчики сотрудничают также с брокерскими фирмами и таможенными пунктами, если этого требуют перевозки [4].

В заключении можно отметить, что в стране должно быть обеспечено информационное взаимодействие различных видов транспорта. Такое взаимодействие приведет к оптимизации обслуживания рынка спроса и созданию конкуренции между перевозчиками. Применение такого информационного подхода поможет государству регулировать городские, пригородные, междугородные, международные и транзитные перевозки, как грузов, так и пассажиров. Применение автоматизации грузовых перевозок автомобильным транспортом позволяет получить экономический эффект за счет повышения грузооборота, снижение расходов на горюче-смазочные материалы и др.

Список литературы

1. Николаев А.Б., Алексахин С.В. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте / А.Б. Николаев, С.В. Алексахин. – М.: Академия, 2016. – 288 с.
2. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник / А.В. Вельможин и др. – М.: ИЛ, 2015. – 560 с.
3. Куликов, Ю. И. Грузоведение на автомобильном транспорте / Ю.И. Куликов. – М.: Академия, 2019. – 214 с.
4. Афанасьев, Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки / Л.Л. Афанасьев. – М.: Транспорт, 1984. – 333 с.

Dernova Kristina K., student,

(e-mail: kristina191198@mail.ru)

Knyazkina Olga V., candidate of technical sciences, associate professor

(e-mail: dmtov@mail.ru)

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

INCREASING THE EFFICIENCY OF CARGO TRANSPORTATION BY ROAD TRANSPORT

Abstract. The article discusses a way to improve the efficiency of freight transportation by road by building a general scheme of algorithms for freight transportation by road for their subsequent automation, taking into account the distance of transportation, type of cargo, carrying capacity of rolling stock, delivery time, price for transportation.

Key words: road transport, freight transportation.

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕДУЩЕГО ДИСКА СЦЕПЛЕНИЯ

Дерябин Роман Николаевич, магистрант

romanderabin 2517@ mail.ru,

Сазонов Евгений Владимирович, магистрант

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрены применения методик при восстановлении ведущего диска сцепления тракторов и автомобилей, основной неисправностью которого является износ фрикционных накладок, вследствие чего их необходимо заменять.

Ключевые слова: диск сцепления, износ, фрикционные накладки, клепка, стальной диск.

Проведение технического обслуживания и текущего ремонта машинно-тракторного парка требует прессовых операций, например, напрессовки и выпрессовки подшипников, сборки и разборки поршня с пальцем, клепки фрикционных накладок к тормозным колодкам и дискам муфт сцепления [1,2].

В настоящее время существует два способа крепления фрикционных накладок, это приклеивание и приклепывание. Первый способ достаточно надежный, так как накладка на диске удерживается большей частью. Своей поверхности. В тоже время этот способ представляет определенные трудности. Необходимо использовать специальный клей ВС-10Т, тщательно готовить склеивание поверхности, диск и наладку необходимо закрепить неподвижно на довольно продолжительное время, для чего необходимо иметь специальное приспособление. Кроме того, для прочного склеивания необходимо выдерживать склеиваемые поверхности при температуре 250...260⁰С. Настоящие методики являются достаточно экологичными, и как правило, обеспечивают безопасность труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий на высоком уровне [3,4,5].

Метод соединения фрикционных накладок с диском клепкой более простой и надежный. Он заключается в том, что фрикционные накладки приклепываются к стальному диску потайными заклепками. При этом способе отпадает необходимость в специальной подготовке поверхности и нагреве склеиваемых поверхностей для поляризации клеящего состава.

Подготовка фрикционных накладок и стальных дисков заключается в очистке рабочих поверхностей, удалении старых накладок и высверливании отверстий в накладке с принятым шагом. После этого обычно присоединение накладки осуществляется с помощью молотка и наставок. Прочность такого заклепочного соединения не уступает прочности клеевого соединения [6,7].

Длина стержня заклепки зависит от толщины склепываемых деталей. Она должна быть такой, чтобы массы заклепки было достаточно для образования замыкающей головки. Выступающая часть стержня заклепки для образования полукруглой головки должна составлять 1,25...1,5 диаметра стержня, а для потайной головки – 0,8 - 1,2 диаметра. Общая длина стержня заклепки между головками не должна превышать пяти диаметров стержня. Диаметр заклепок при холодной клепке должен быть меньше диаметра отверстий на 0,1...0,2 мм [8].

Использование при клепке фрикционных накладок простого инструмента снижает качество работы, так как трудно все клепки заклепывать с одинаковым усилием: в одних случаях соединение может быть прослаблено, в других – усилие может быть повышенным, что может привести к образованию трещин в фрикционных накладках, кроме того использование молотка и подставки при соединении накладок с дисками имеет низкую производительность.

Для повышения качества и производительности предлагается приспособление для разборочно-сборочных работ, которое может быть использовано для выполнения операции склепывания фрикционных накладок и стальных дисков, применение данного приспособления обеспечит значительный экономический эффект при проведении данного вида работ в любых, мастерских хозяйствах [9,10].

Список литературы

1. Агеев, Е. В. Восстановление корпусных деталей агрегатов автомобиля КГП с электроэрозийными материалами / Е. В. Агеев, С. А. Грашков, С. В. Хардинов. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2020. – 174 с.
2. Грашков, С. А. Повышение устойчивости формы и размеров прецизионных изделий химико-термической обработкой / С. А. Грашков, В. И. Колмыков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2019. – Т. 9, № 1(30). – С. 19-28.
3. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий / Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.
4. Сазонов, Е. В. К понятию «экологическая безопасность» / Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов, С. А. Грашков // Юность и знания - гарантия успеха - 2022 : сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 185-189.
5. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий / Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.
6. Сазонов, Е. В. Термическая обработка шестерен / Е. В. Сазонов, С. А. Грашков, Е. С. Калущкий // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 175-180.

7. Реконструкция производственно-технической базы ООО "Автомир" / Е. В. Агеев, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков, Н. В. Сариги // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 6(75). – С. 32-43.
8. Грашков, С. А. О возможности использования нитроцементованной безвольфрамовой стали ХГС (ЭИ553) для прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры / С. А. Грашков, В. И. Колмыков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 85-99.
9. Сазонов, Е. В. Инженерная экономика / Е. В. Сазонов, М. С. Кожевников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 397-400.
10. Сазонов, Е. В. Экономика сельского хозяйства и её эффективность / Е. В. Сазонов, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 400-403.
11. Повышение износостойкости стали хвг для деталей топливной аппаратуры дизелей методом нитроцементации/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2020. Т. 10. № 1. С. 43-56.
12. Повышение устойчивости формы и размеров прецизионных изделий химико-термической обработкой/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 1 (30). С. 19-28.
13. Упрочнение режущих деталей сельскохозяйственной техники сульфацианированием/ Сазонов Е.В., Сальков С.Н., Грашков С.А., Пивовар Н.А., Степашов Р.В.// В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 172-181.
14. Восстановление корпусных деталей агрегатов автомобиля кгп с электроэрозионными материалами/ Агеев Е.В., Грашков С.А., Хардинов С.В.// Курск, 2020.
15. Модификация поверхностей деталей плунжерных пар дизельных топливных насосов карбидами путем химико-термической обработки/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 2 (31). С. 83-96.

Deryabin Roman Nikolaevich, Master

's student romanderabin 2517@ mail. ru,

Sazonov Evgeny Vladimirovich, Master's student

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

WAYS TO RESTORE THE CLUTCH DRIVE DISC

Annotation. This article discusses the application of techniques for restoring the drive clutch disc of tractors and cars, the main malfunction of which is the wear of friction linings, as a result of which they need to be replaced.

Keywords: clutch disc, wear, friction pads, riveting, steel disc.

СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Достов Роман Геннадьевич, студент

(e-mail: DostovR@yandex.ru)

Родионов Владислав Александрович, студент

(e-mail: rodionov.vladislav.2702@gmail.com)

*Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина*

В данной статье изложены преимущества цифровизации, как перспективного направления в сфере электроэнергетики, а также рассмотрены отличительные особенности работы электрических сетей и их компонентов. Произведен анализ цифровой электрической сети и выделены ключевые информационные технологии, которым необходимо уделить внимание для эффективной работы системы.

Ключевые слова: цифровизация; цифровая сеть; внедрение; функционал; автоматизация; информационные технологии; надежность; энергосберегающие системы.

Электроэнергетика находится на этапе трансформации, дальнейшее ее развитие определяется разработкой новых технологий, ростом внедрения систем распределения, транспортировки и использования энергии. Переход к цифровым технологиям является одним из ведущих направлений в электроэнергетике.

Цифровая сеть представляет собой, единую цифровую среду технологических данных, способную обеспечить полный функционал управления технологическим процессом распределения электроэнергии, в том числе выработку оптимальных управленческих решений на основе актуальных данных о состоянии всех единиц оборудования.

Цифровизация электрических сетей позволяет внедрить практику активного потребления, предполагающая интеллектуальное управление нагрузками потребителей электроэнергии при помощи систем датчиков и актуаторов, накопителей энергии и регуляторов перетоков мощности. Предполагается, что эти технологии позволят существенно оптимизировать затраты на электроснабжение промышленных зданий, магазинов и многоквартирных домов, а также повысить эффективность использования сетевой инфраструктуры.

Для эффективного использования электроэнергии, электрическая сеть должна обладать следующим функционалом:

- Расчет и анализ установившегося режима в распределительной сети.
- Автоматический расчет показателей надежности;
- Выявление дефектов в сети.
- Дистанционное управление системой в нормальном и аварийном режимах.

- Автоматическое регулирование показателями напряжения в соответствии с заданными оператором параметрами, обеспечивающие максимальную эффективность электроэнергетики.

- Автоматизированная регулировка уровня нагрузки.
- Перераспределение нагрузки путем перенастройки параметров распределительной сети.
- Сглаживание «пиков» нагрузки в распределительной сети.
- Управление поиском и устранением неисправностей.
- Самовосстановление после сбоев в работе отдельных элементов.
- Управление распределенной малой генерацией для объектов генерации, не отнесенных к объектам диспетчеризации.

Ключевыми информационными технологиями такой энергосберегающей системы являются следующие:

- Системы сбора и обработки данных (SCADA). Требуется для выполнения следующих задач:

- 1) сбора, проверки, подтверждения и первичного анализа имеющихся данных;
- 2) записи измерений и сигналов, формирования архива данных;
- 3) визуализации оперативных данных;
- 4) оповещения персонала об обнаруженных аварийных событиях;
- 5) дистанционного управления оборудованием электрической сети.

- Системы управления распределительной сетью (DMS). Требуется для выполнения следующих задач:

- 1) расчета установившегося режима;
- 2) анализа потоков распределения мощности;
- 3) автоматического выявления наличия потерь, поиск их очагов.

- Системы управления отключениями, включая аварийные ситуации (OMS). Требуется для выполнения следующих задач:

- 1) Уменьшение зон повреждения и ликвидации аварийных событий;
- 2) автоматического восстановления электроснабжения.

- Системы управления мобильными бригадами и ресурсами – цифровое управление оперативными бригадами (WFM).

- Геоинформационные системы (ГИС).

- Системы оперативного управления энергопотреблением (EMS). Требуется для выполнения следующих задач:

- 1) интеллектуального управления энергопотреблением, основанного на анализе и характере нагрузок;

- 2) интеллектуального управления объектами, не отнесенными к объектам диспетчеризации.

- ОЖУР (организация деятельности оперативно-технологического и ситуационного управления в больших социотехнических системах). Требуется для выполнения следующих задач:

- 1) Закрепление событий рабочего режима;
- 2) Закрепление событий внештатных ситуаций;

- Системы интеллектуального учета электроэнергии (АМИ).

Необходимые данные для оперативно-технологического управления сети обрабатываются в центре управления сетями (ЦУС). Цифровые данные для ЦУС поступают в объеме, необходимом и достаточном для оперативно-технологического и ситуационного управления.

Обязательным является и обеспечение автоматизированной системы технологического управления, функционирующие в режиме реального времени, выделенной информационно-технологической инфраструктурой в рамках технологической сети передачи данных.

Благодаря цифровизации, автоматизация сетей становится распределенной, мониторинг осуществляется посредством дистанционного управления, система управления компонентами сети становится единой.

Повышение надежности сети и качества подаваемой потребителям электроэнергии формирует основу электросберегающих систем распределения, транспортировки и использования энергии, что позволяет увеличить ее эффективность.

Энергосбережение также достигается за счет сокращения потерь электроэнергии, благодаря возможности самостоятельно и оперативно производить диагностику и изолировать поврежденные участки.

Список литературы

1. «Россети»: «Цифровая трансформация 2030» 06.11.2019.
2. РИА новости «В НТИ рассказали о главных трендах энергетики в 2023 году» 02.01.2023.
3. Данилин, А. В. Цифровая подстанция. Подходы к реализации / А. В. Данилин, Т. Г. Горелик, О. В. Кириенко, Н. А. Дони // Электроэнергия. Передача и распределение. 2012.
4. Хлебников, А. М. Дистанционно управляемые оперативные ключи как средство повышения уровня автоматизации энергообъектов / А. М. Хлебников, А. В. Лизоркин, Д. К. Доминевский // Электрические станции. 2017

Dostov Roman Gennadievich, student

(e-mail: DostovR@yandex.ru)

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

Rodionov Vladislav Alexandrovich, student

(e-mail: rodionov.vladislav.2702@gmail.com)

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

CREATION OF ENERGY-SAVING SYSTEMS FOR THE DISTRIBUTION, TRANSPORTATION AND USE OF ENERGY THROUGH THE DIGITALIZATION OF ELECTRICAL NETWORKS

Abstract. This article outlines the advantages of digitalization as a promising direction in the field of electric power, and also discusses the distinctive features of the operation of electric networks and

their components. The analysis of the digital electrical network is carried out and the key information technologies that need to be paid attention to for the effective operation of the system are highlighted.

Keywords: digitalization; digital network; implementation; functionality; automation; information technology; reliability; energy-saving systems.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Журавлёва Екатерина Алексеевна, студент

(e-mail: katyshal-2000@mail.ru)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Донской государственный технический университет

В этой статье приведено краткое описание автоматических регуляторов напряжения, рассмотрены их основные особенности и функции.

Ключевые слова: автоматический регулятор напряжения, управляющее воздействие, возбудитель, форсировка, статизм.

Автоматические регуляторы возбуждения (АРВ) изменяют управляющее воздействие – напряжение возбуждения U_f синхронной машины с целью регулирования напряжения и реактивной мощности. Исполнительным устройством в САУ напряжения и реактивной мощности является возбудитель.

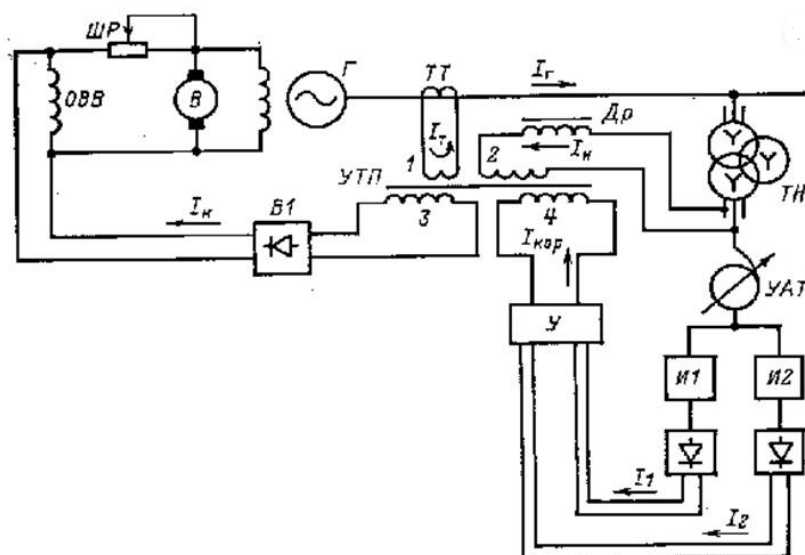


Рисунок 1- схема АРВ генератора

За изменением возбуждения генератора следует изменение его ЭДС, вследствие чего, происходит изменение напряжения генератора, который работает на изолированную нагрузку.

Если генераторы включены на общие шины, то изменение возбуждения одного из них приводит к перераспределению реактивной нагрузки между работающими генераторами. Совместное действие индивидуальных АРВ генераторов электростанции, работающей в энергосистеме, определяет напряжение на шинах и значение выдаваемой реактивной мощности. Поэтому АРВ является основным способом АР напряжения и реактивной мощности в ЭЭС.

Система автоматического регулирования возбуждения способна:

1) Поддерживать необходимое значение напряжений с определенным статизмом без зоны нечувствительности на выводах генератора или на шинах ЭС; Для этих целей используются специальные устройства АРВ, которые носят название АРН (автоматические регуляторы напряжения);

2) Распределять реактивные нагрузки между генераторами, которые находятся в работе. Данное действие предполагает уменьшение потерь электрической энергии;

3) На краткий срок увеличивать значение тока возбуждения синхронной машины до максимального допустимого значения при снижении напряжения на выводах. Данный процесс принято называть форсировкой возбуждения.

Параметры регулирования-параметры режима синхронного генератора, от которых зависит каким образом может измениться выходной сигнал АРВ. Сигналы, которые поступают от трансформатора напряжения и тока принято считать рабочей информацией автоматического регулирования возбуждения.

1. Отклонение регулируемой величины от предшествующего или заданного значения.

Регулятор замкнутой САР воспринимает это отклонение и изменяет ток возбуждения синхронной машины, стремясь восстановить заданное значение регулируемой величины. Следует отметить, что все АРВ, применяемые в эксплуатации, не содержат интегрирующих звеньев и имеют естественный положительный статизм, вследствие чего они не могут абсолютно точно поддерживать заданное значение регулируемой величины. В результате возникает статическая ошибка регулирования (отклонение регулируемой величины от заданной), значение которой тем меньше, чем больше коэффициент усиления регулятора.

2. К главным возмущающим воздействиям можно отнести ток статора и угол сдвига фаз между напряжением и током синхронного генератора, реактивный ток.

При увеличении тока или угла сдвига фаз возрастает потеря напряжения в сопротивлении генератора и снижается напряжение на выводах. Для предотвращения этого изменения АРВ, реагирующий на возмущение, должен увеличить ток возбуждения так, чтобы скомпенсировать влияние возмущения на регулируемую величину.

Скорость действия разомкнутой САР достаточно велика, но точность регулирования, как правило, неудовлетворительна.

3. Производные по времени интегральных значений регулируемой величины и главных возмущающих воздействий. Введение производных в закон регулирования значительно ускоряет процесс регулирования, не влияя на статические характеристики. Использование производных особенно эффективно при быстродействующих возбудителях.

4. Напряжение и ток ротора и их производные по времени.

Список литературы

1. Михеев, Г.М. Диагностика высоковольтного электрооборудования / Г.М. Михеев. - М.: ДМК, 2015. - 298 с

2. Равин, А.А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования: Учебное пособие / А.А. Равин. - СПб.: Лань, 2019. - 240 с.

3. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.

4. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.

5. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.

6. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

7. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Zhuravleva Ekaterina Alekseevna

Smakova Angelina Ravilievna, student

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

AUTOMATIC EXCITATION CONTROLLERS

Abstract. This article provides a brief description of automatic voltage regulators, discusses their main features and functions.

Keywords: automatic voltage regulator, control action, exciter, forcing, droop.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Журавлёва Екатерина Алексеевна, студент

(e-mail: katysha1-2000@mail.ru)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Донской государственный технический университет

В этой статье рассматривается строение сшитого полиэтилена, методы его получения, положительные качества, а также особенности работы системы диагностики OWTS.

Ключевые слова: сшитый полиэтилен, химическая реакция, макромолекула, межмолекулярная связь, высоковольтные кабели.

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.

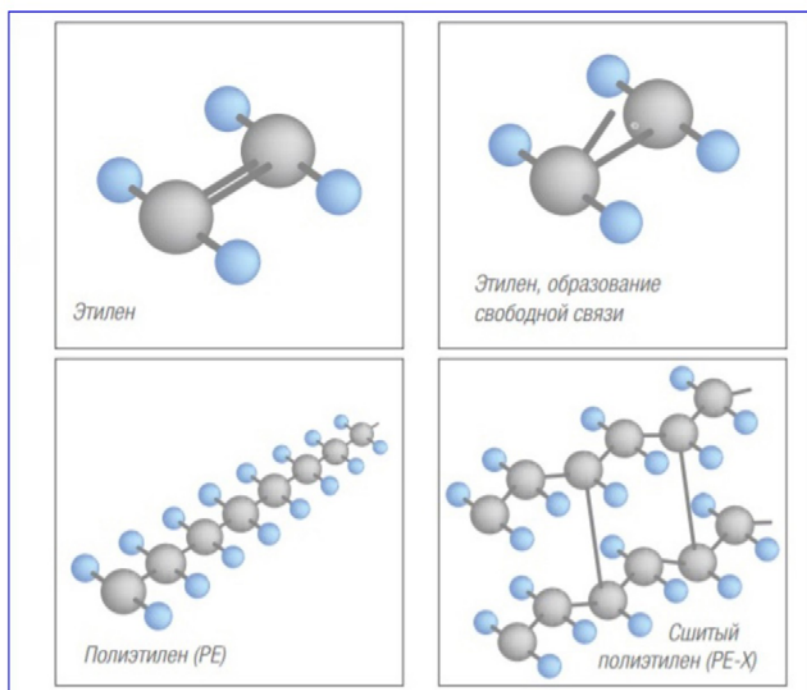


Рисунок 1 - Молекулярная решетка обычного и сшитого полиэтиленов

Способов производства сшитого полиэтилена известно достаточно много, и каждый из них требует определенных условий. К таким условиям можно отнести изменения температур, разницу давлений при прохождении реакции, а также сопутствующие вещества. В зависимости от способа получения сшитого полиэтилена, его свойства могут быть не идентичны.

Самые известные разновидности данного полиэтилена это:

- РЕХb – полиэтилен, который «сшит» химически силановым способом. В создании используют кремневодороды. Когда столбик термометра стремится к отметке 80-90 градусов Цельсия эти вещества связывают боковые ветви полимерных макромолекул (реакция гидролиза).

Этот метод считается весьма недорогим, эффективность его оценивается в 65%.

- РЕХа создается при помощи перекиси водорода, благодаря этому получил название «пероксидный». Реакция начинает протекать при температуре до 400 градусов Цельсия и давлении равном 8-9 атм. Данный метод считают более дорогостоящим, но эффективность достигает 80%.

Сшитый полиэтилен широко используется для создания изоляции высоковольтных кабелей. В 70-е годы стали массово производиться высоковольтные кабели с использованием изоляции в виде сшитого полиэтилена на номинальное напряжение равное 110 кВ.

Такие страны как Италия, США, Япония, Франция, ФРГ, Россия уже длительное время занимаются исследованием и совершенствованием кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.

К преимуществам СПЭ-кабелей можно то, что они являются более совершенными и экономичными, чем маслонаполненные кабели.

Помимо этого, кабели с таким типом изоляции являются более надежными, обладают меньшим диаметром и соответственно, меньшей массой. СПЭ-кабели прокладывают большими длинами, это сокращает количество соединений и увеличивает надежность линии, они являются более экологичными и безопасными.

Одной из наиболее современных и эффективных диагностических систем для оценки состояния изоляции всех типов кабелей напряжением до 35 кВ методом контроля характеристик частичных разрядов является система OWTS (Oscillating Wave Test System) разработки фирмы Seba KMT.

Система OWTS, в которой реализован метод измерения ЧР осциллирующим затухающим напряжением, позволяет определять величину и место расположения ЧР, количество ЧР в локальных местах КЛ, напряжение возникновения и гашения ЧР, а кроме того, тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции, емкость и ряд других величин. По совокупности этих параметров может быть сделано обоснованное заключение о техническом состоянии и о проблемных местах диагностируемой КЛ.

Системы OWTS последних разработок (OWTS M 28 и OWTS M 60) состоят из высоковольтного блока, блока обработки сигнала и ноутбука с адаптером для бес-

проводной связи с высоковольтным блоком. Высоковольтный блок также состоит из источника постоянного напряжения и резонансной катушки с интегрированным высоковольтным переключателем для создания переменного испытательного напряжения.

Система состоит из следующих элементов:



Рисунок 2 – Схематическое изображение системы OWTS

Список литературы

1. Михеев, Г.М. Диагностика высоковольтного электрооборудования / Г.М. Михеев. - М.: ДМК, 2015. - 298 с.
2. Равин, А.А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования: Учебное пособие / А.А. Равин. - СПб.: Лань, 2019. - 240 с.
3. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
4. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
5. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
6. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кВ/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию

агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

7. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Zhuravleva Ekaterina Alekseevna

(e-mail: katysha1-2000@mail.ru)

Smakova Angelina Ravilievna, student

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

MAIN PROPERTIES OF XLPE POLYETHYLENE

Abstract. This article discusses the structure of cross-linked polyethylene, methods of its production, positive qualities, and features of the OWTs diagnostic system.

Keywords: cross-linked polyethylene, chemical reaction, macromolecule, intermolecular bond, high-voltage cables.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА В СОВРЕМЕННОЙ АВИАЦИИ

Иванников Егор Дмитриевич, студент

(ivannikovvegor@inbox.ru)

Рыжков Владимир Витальевич, к.т.н., доцент

(kafedra_ss@bk.ru)

Воронежский государственный технический университет

В данной статье рассмотрены перспективы применения электрической силовой установки в авиации и представлены примеры уже существующих электрических самолетов.

Ключевые слова: электрическая силовая установка, электрический самолет, авиация.

Электрическая силовая установка встречается на различных самолетах все чаще. Она имеет ряд преимуществ перед двигателями внутреннего сгорания [1]. А именно: более высокий КПД, это увеличивает дальность полета; высокие значения крутящего момента позволяют отказаться от использования редуктора и обеспечивают возможность использования непосредственного соединения двигателя и пропеллера большого диаметра, что благоприятно отражается на весе летательного аппарата и избавляет от лишних механических потерь; относительно небольшие вес и габариты электродвигателя позволяет упростить обслуживание, большую надежность, связанную с отсутствием сложной системы подачи топлива, а также высокую экологичность [2].

В авиации различают три вида электросамолетов.

1) Частично электрический. Самолет, который оснащен обычным ДВС, однако различные органы управления управляются электроприводом.

2) Полностью электрический. Это летательный аппарат, у которого ДВС заменен электрическим двигателем. Основными источниками энергии таких самолетов являются: литий-ионные аккумуляторы, солнечные батареи, топливные элементы (в качестве топлива используется водород).

3) Гибридный. В таких самолетах энергия сначала преобразуется в механическую с помощью ДВС, далее в электрическую генераторами.

Далее будут рассматриваться полностью электрические самолеты, то есть летательные аппараты с электрической силовой установкой.

Начнем с перспективного самолета российского производства “Сигма-4”.



Рисунок 1 – Самолет “Сигма-4”

У рассматриваемого самолета первоначально был установлен ДВС, но в 2019 году было решено сделать экспериментальную модель и поменять ДВС на электродвигатель. На авиавыставке МАКС-2021 он был впервые представлен. Заявлено, что максимальная скорость 100 км/ч, а дальность полета 100 км.

Электрический самолет вертикального взлета и посадки (СВВП) Heaviside (HVSD).



Рисунок 2 – СВВП Heaviside

Этот самолет подразумевается как воздушно-транспортное судно личного пользования, так как имеет возможность вертикального взлета и посадки. За счет электрической силовой установки он создает минимальное количество шума. Дальность полета – 161 км, что является значительным расстоянием для такого легкого самолета с электродвигателями.

В заключении стоит сказать, что самолеты с электрической силовой установкой имеют множество преимуществ перед самолетами с тепловыми двигателями, однако у них маленькие мощности, что не позволяет использовать электродвигатели на широкофюзеляжных самолетах. Дальнейшее развитие авиационного электродвигателестроения без сомнения связано с использованием явления сверхпроводимости [3].

Список литературы

1. Халютин, С. П. Новые возможности самолётов на электрической тяге / С. П. Халютин, О. С. Халютина // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2017. – Т. 2. – С. 291-294.
2. Ахмадуллин, Р. З. Электрические самолеты и беспилотники / Р. З. Ахмадуллин // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи : материалы IV российской молодежной научной школы-конференции: в 2 томах, Томск, 01–03 ноября 2016 года / Томский политехнический университет. Том 2. – Томск: ООО «ЦРУ», 2016. – С. 56-57.
3. Иванников, Е. Д. Электрические самолеты / Е. Д. Иванников, И. С. Попов // Авиакосмические технологии (АКТ-2020) : Труды XXI Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. II Тур, Воронеж, 22–23 октября 2020 года. – Воронеж: ООО Фирма «Элист», 2020. – С. 90-96.

Ivannikov Egor Dmitrievich, student

(ivannikovegor@inbox.ru)

Ryzhkov Vladimir Vitalievich, Cand. Tech. Sci., associate professor

(kafedra_ss@bk.ru)

Voronezh State Technical University

ELECTRIC POWER PLANT IN MODERN AVIATION

Abstract. This article discusses the prospects for the use of an electric power plant in aviation and presents examples of already existing electric aircraft.

Keywords: electric power plant, electric aircraft, aviation.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОЙ НАГРУЗКИ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

Иванов Михаил Александрович, старший преподаватель

(e-mail: m-a-ivanov@yandex.ru)

Сероносов Владимир Владимирович, к.т.н., доцент

(e-mail: seronov.vladimir@yandex.ru)

Таразанов Илья Игоревич, аспирант

(e-mail: tarazanov.ilya@yandex.ru)

Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрены вопросы повышения адекватности моделирования систем тягового электроснабжения городского транспорта. Проанализированы кривые потребления тока трамваев и троллейбусов с коллекторным и асинхронным тяговым приводом. Предложены методы учёта особенностей тяговой нагрузки современных трамваев и троллейбусов.

Ключевые слова: городской электротранспорт, тяговое электроснабжение, напряжение на токоприёмнике, тяговые расчёты, асинхронный тяговый привод, токовые характеристики, моделирование.

В настоящее время для проектирования систем тягового электроснабжения широко используется имитационное моделирование. Вместе с тем при проектировании систем электроснабжения городского электрического транспорта моделирование используется пока ещё редко. В то же время в городах всё шире используются трамваи и троллейбусы с асинхронным тяговым приводом. Практика показывает, что такой подвижной состав оказывает более сильное влияние на системы тягового электроснабжения. Поэтому внедрение в практику проектирования систем электроснабжения городского электрического транспорта методов имитационного моделирования является актуальной задачей.

Рассмотрим типичную схему электроснабжения городского транспорта. Наиболее часто в наших городах применяют централизованную схему. Пример такой схемы представлен на рис. 1.

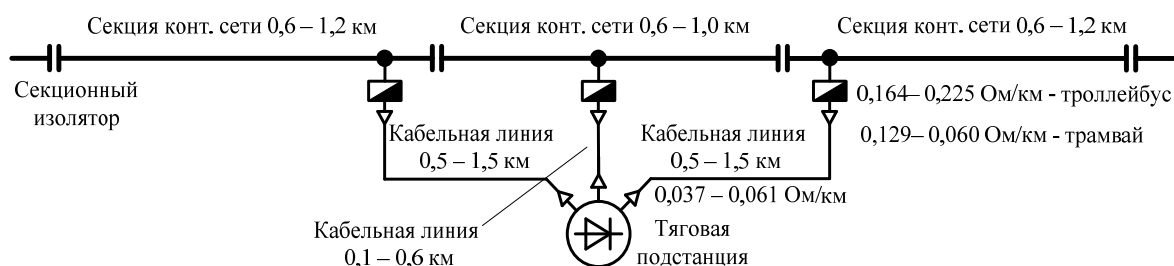


Рис. 1. Типичная схема электроснабжения городского транспорта

От тяговой подстанции, на которой установлено 2 – 4 преобразовательных агрегата, получают питание секции контактной сети. Питание секций происходит по кабельным режам по воздушным линиям сечением 500 – 800 мм². Секции имеют одностороннее питание. В случае повреждения какой-либо кабельной линии её нагрузка переводится на смежную линию. Для этого шунтируется один из секционных изоляторов контактной сети, и суммарная длина секции возрастает в 1,5 – 2,5 раза. Такой режим работы тягового электроснабжения принято называть вынужденным.

Для расчёта систем тягового электроснабжения чаще всего используются два метода: обобщенный аналитический (основанный на средних размерах движения) и метод сечения графика движения вагонов или машин [1]. Действующие нормы проектирования трамвайных и троллейбусных линий [2] рекомендуют использовать обобщённый аналитический метод. Особенности этого метода подробно описаны как в других нормативных документах [3], так и в различной литературе, например [1] и [4]. Расчёт ведётся с использованием средних и среднеквадратичных токов подвижных единиц, а также среднего их числа на секции контактной сети. Здесь возникает первая сложность: нормы [2] предлагают использовать исходные данные из входящих в их состав таблиц. Но представленный в этих таблицах подвижной состав практически уже не используется в трамвайных и троллейбусных хозяйствах. Этот недостаток можно относительно легко преодолеть, выполнив тяговый расчёт для рассматриваемой линии. Но обобщённый аналитический метод имеет ещё ряд проблем. Как уже было сказано выше, тяговая нагрузка задаётся средним и среднеквадратичным током. Эти токи принимаются по справочным данным или по результатам тяговых расчётов. Тяговые расчёты выполняются обычно при номинальном напряжении на токоприёмнике, равном 550 В. Но даже по ГОСТ 6962-75 [5] напряжение в контактной сети может изменяться от 400 до 720 В, а в реальности этот диапазон ещё шире (320 – 780 В). Изменение напряжения приводит к изменению величины потребляемого тока, либо к изменению длительности его потребления. Во многом это зависит от типа тягового привода трамвая или троллейбуса. Рассматриваемый метод расчёта системы электроснабжения был разработан при эксплуатации подвижного состава с коллекторным приводом. Эти подвижные единицы имеют реостатный пуск с постоянным пусковым током. После вывода всех пусковых реостатов в зависимости от положения контроллера водителя разгон продолжается или на автоматической характеристике полного поля или дополнительно вводятся ступени ослабления поля. Пример пусковых (токовых) трамвая с двигателями ДК-259 представлен на рис. 2. Характеристики приняты по данным [6]. Они характерны не только для вагонов КТМ-5 и КТМ-8, но и для вагонов ЛВС-86К, работающих в Санкт-Петербурге.

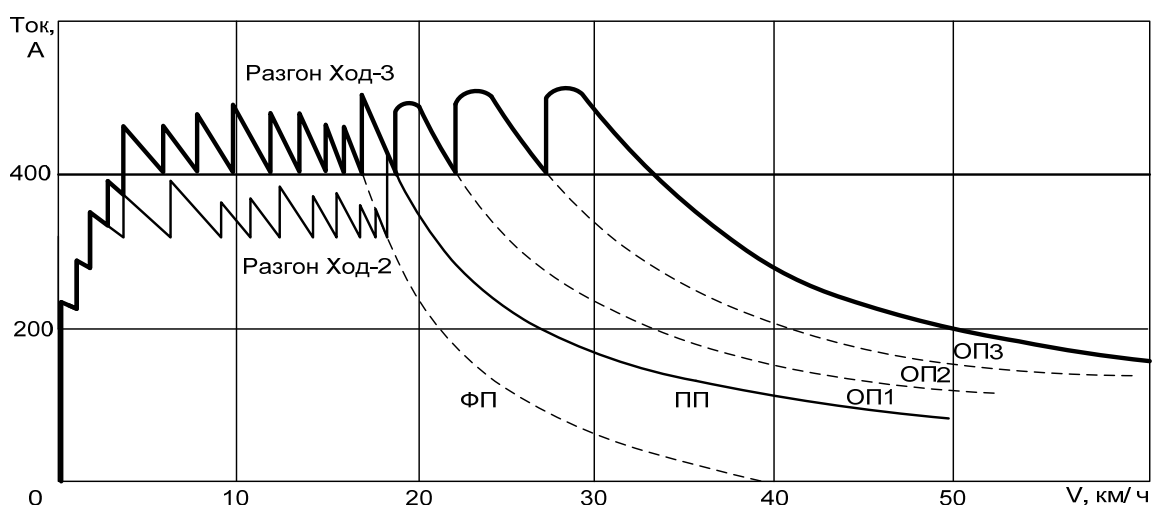


Рис. 2. Пусковые характеристики трамвайного вагона с четырьмя электродвигателями

Изменение пусковых характеристик подвижного состава с коллекторными двигателями и реостатным пуском при снижении напряжения хорошо известно из теории электрической тяги. На построенных для номинального напряжения 550 В пусковых характеристиках выход на первую безреостатную характеристику (ФП – на рис. 2) происходит при скорости примерно 17 км/ч. При снижении напряжения до 400 В выход на характеристику ФП произойдет примерно при скорости 12 – 13 км/ч. Пусковой ток при этом останется неизменным. Остальные характеристики: ПП, ОП1 – ОП3 также сместятся вправо параллельно самим себе.

В результате возрастет время разгона, но при этом большую часть времени вагон будет разгоняться с уменьшенным током, на спадающей части характеристик ПП (режим Ход-1 или Ход-2) или ОП3 (Ход-3). В результате, пусковые характеристики вагонов с коллекторными двигателями способствуют сглаживанию пиков тока в сложных условиях.

Совсем иначе ведут себя при пониженном напряжении современные трамваи и троллейбусы с асинхронным тяговым приводом. Пример тяговых и токовых характеристик четырехосного трамвайного вагона с асинхронным приводом представлен на рис. 3.

При снижении напряжения на токоприёмнике вагон с асинхронным тяговым приводом в диапазоне скоростей до 60 км/ч сохраняет потребляемый ток, даже при пониженном напряжении. Тяговое усилие при этом пропорционально снижается. Из-за снижения тягового усилия продолжительность разгона также увеличивается. В противоположность коллекторному вагону, асинхронный вагон имеет короткий период пуска с нарастающим током и продолжительный период – с максимальным током.

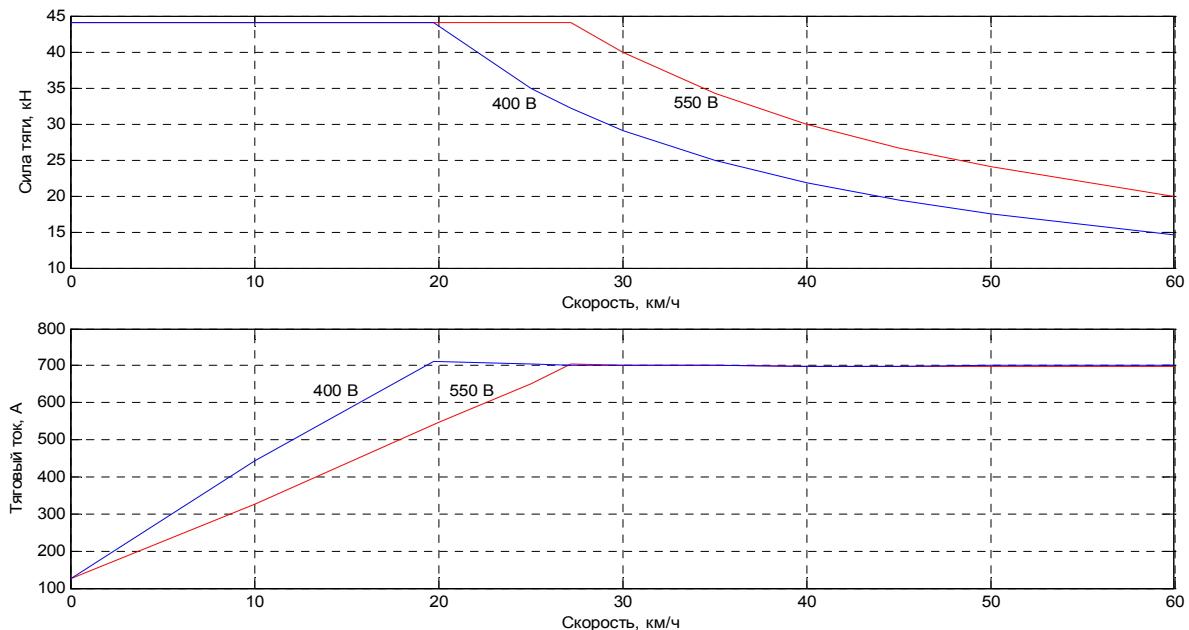


Рис. 3. Тяговые и токовые характеристики вагонов моделей 71-623, 71-628 при напряжении на токоприёмнике 550 В и 400 В

Это приводит к тому, что среднеквадратичный ток за время пуска при пониженном напряжении сильно возрастает. Для анализа работы системы тягового электроснабжения при пуске трамвайного вагона с асинхронным приводом предложена модель в среде MATLAB Simulink. Механика движения трамвайного вагона описана классическими уравнениями теории тяги:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\xi}{(1 + \gamma)} \cdot (f_k - w - b_r) \quad (1)$$

где γ - коэффициент инерции вращающихся частей (для трамвайных вагонов $\gamma = 1,08 \div 1,15$);

ξ - переводной коэффициент, $\xi = 0,00981 \text{ м/с}^2$;

V - скорость движения вагона, м/с;

f_k - удельная сила тяги вагона, Н/кН;

w - удельное сопротивление движению, Н/кН;

B - удельная тормозная сила, Н/кН.

Основное удельное сопротивление движению вагона, Н/кН, различается для режима тяги (w'_o) и режима выбега (w'_{ox}) [7]:

$$w'_o = 2,5 + \frac{30 + 0,04 \cdot V^2}{m} \quad (2)$$

$$w'_{ox} = 3,0 + \frac{40 + 0,05 \cdot V^2}{m} \quad (3)$$

где m - масса вагона, т.

Тяговая характеристика вагона, представленная на рис. 3, состоит из двух участков: участка с постоянным тяговым усилием ($F_k = const$) и участка с постоянной мощностью ($P_k = const$). Такая характеристика может быть описана выражением с условием:

$$F_k(V) = \begin{cases} F_{k\ const} & \text{при } V < \frac{P_k}{F_{k\ const}} \\ \frac{P_k}{V} & \text{при } V > \frac{P_k}{F_{k\ const}} \end{cases}, \quad (4)$$

где $F_{k\ const}$ - ограничение силы тяги (по сцеплению, току, программное), Н;
 P_k - заданная касательная мощность привода вагона, Вт.

Наиболее точным способом определить потребляемый из сети ток при реализации заданного тягового усилия было бы моделирование системы тягового привода вагона. Однако это сопряжено с существенными затратами машинного времени. Плюс потребуется значительное количество исходных данных по тяговому приводу, параметрам системы управления преобразователем и т.д. Так как основное назначение описываемой модели – исследование работы системы электроснабжения, то тяговый ток рассчитывается по упрощённой методике, через кривую КПД привода. Электрическая мощность тягового оборудования вагона, Вт:

$$P_{эл} = \frac{F_k \cdot V}{\eta(V, U_k)}, \quad (5)$$

где $\eta(V, U_k)$ - КПД тягового привода вагона от ввода преобразователя до поверхности качения колёсных пар;

U_k - текущее напряжение на токоприёмнике вагона, В.

Кривая КПД может быть определена по данным рис. 3. Зависимость от напряжения принята упрощённой: при снижении напряжения кривая смещается вдоль оси скорости влево. Потребляемый вагоном ток будет зависеть от текущего напряжения на токоприёмнике:

$$I_v = \frac{P_{эл} + P_{сн}}{U_k}, \quad (6)$$

где $P_{сн}$ - средняя мощность собственных нужд вагона, Вт.

Общий вид модели вагона, построенной по выражениям (1) – (5) в среде Simulink представлен на рис. 4. Модель разработана для четырёхосного трамвайного вагона массой 30,2 т и касательной мощностью 320 кВт. Его тяговые характеристики соответствуют представленным на рис. 3. Результаты моделирования отражают разгон вагона на горизонтальном участке пути до 45 км/ч и движение на выбеге. Модель расчёта потребляемого тока по выражению (6) представлена на рис. 5. Средняя мощность собственных нужд вагона принята равной 24 кВт.

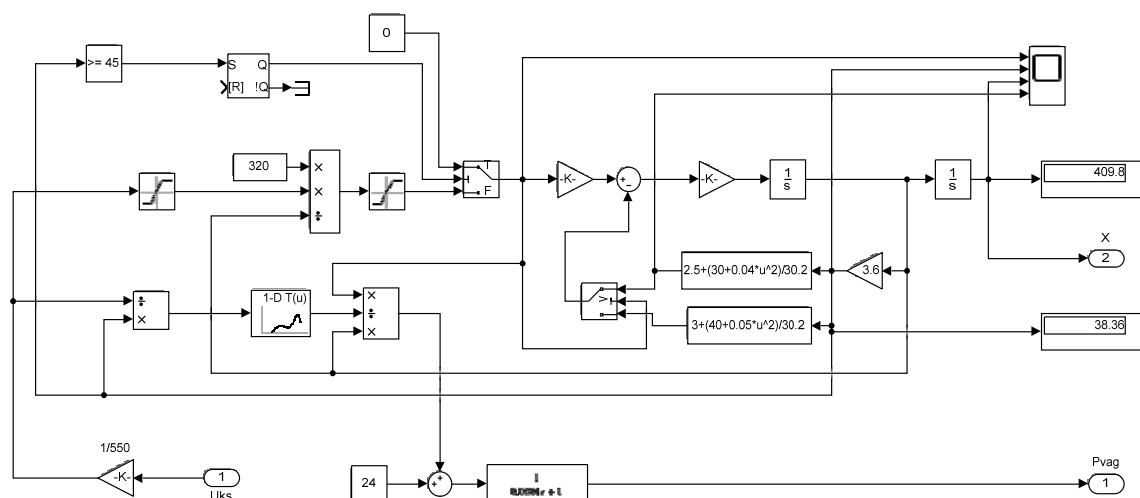


Рис. 4. Simulink-модель четырёхосного вагона

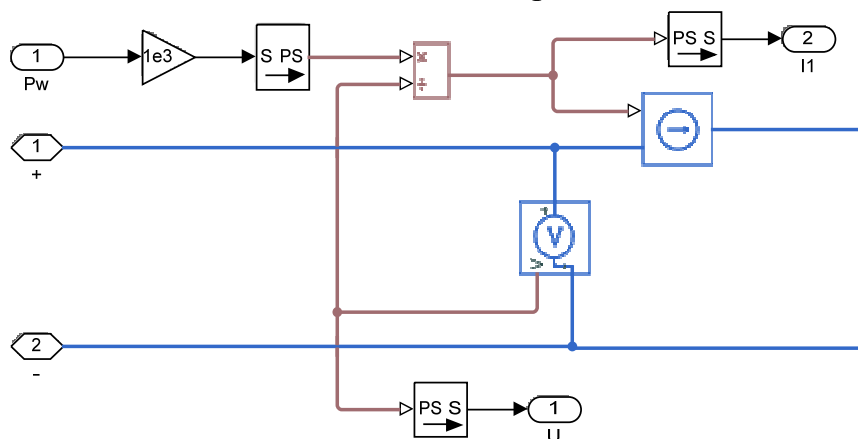


Рис. 5. Схема расчёта потребляемого тока

С использованием описанной модели выполнены расчёты пуска и разгона до 45 км/ч четырёхосного вагона при напряжении на токоприёмнике 550 и 400 В. Результаты расчётов представлены на рис. 6.

Расчёты показали, что при снижении напряжения до 400 В время пуска увеличивается с 11,3 до 14 с, а тепловой интеграл (интеграл квадрата тока вагона) увеличивается с $4,37 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$, до $6,52 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$. Это значит, что и количество теплоты, выделяющееся в контактной сети и преобразователях подстанций тоже вырастет почти в 1,5 раза. Таким образом, выбор параметров системы электроснабжения по токам, полученным из тяговых расчётов при номинальном напряжении, может привести к их недостаточной термической стойкости. Для преодоления этой проблемы предлагается перейти от аналитического расчёта по средним токам к моделированию системы тягового электроснабжения методом равномерного сечения графика движения вагонов (машин). Моделирование может идти в два этапа. На

первом этапе выполняется тяговый расчёт для движения вагона (машины) по линии со всеми остановками. Здесь никаких изменений в методику не вносится. На втором этапе непосредственно производится моделирование системы электропитания путём расчёта серии мгновенных схем через малые промежутки времени (1 – 5 с.).

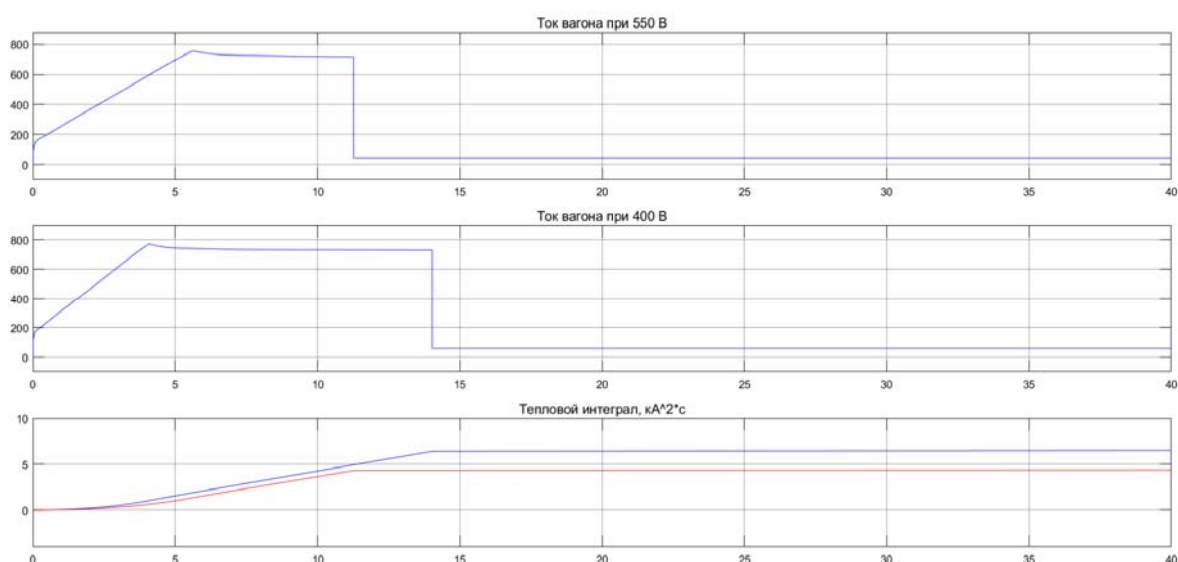


Рис. 6. Токи и тепловой интеграл четырёхосного трамвайного вагона при напряжении 400 и 550 В

При этом учитывается фактическое напряжение на токоприёмнике. В случае, если у какого-то вагона (машины) оно оказывается ниже номинальных 550 В, то период его пуска увеличивается. При этом должно обеспечиваться примерное равенство работ. При составлении графика движения учитываются возможные отклонения интервала движения. Описанный метод моделирования реализован в программе [8].

Предлагаемая методика позволяет не только учесть влияние отклонений напряжения на токоприёмнике, но и перейти к более точным методам расчёта температур нагрева проводов и кабелей, более точно определять потери энергии в сети. В полной мере учитывает она и влияние рекуперации энергии подвижным составом.

Список литературы

1. Электроснабжение наземного городского электрического транспорта / В.В.Шевченко, Н.В.Арзамазцев, С.С.Бодрухина. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
2. СП 98.13330.2018. СНиП 2.05.09-90 Трамвайные и троллейбусные линии. – М., 2018. Режим доступа: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/6be/SP-98.pdf>
3. Нормы и правила проектирования систем электроснабжения трамваев и троллейбусов – М.: Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР, 1983. – 57 с.
4. Тарнижевский М.В., Томлянович Д.К. Проектирование устройств электроснабжения трамвая и троллейбуса. – М.: Транспорт, 1986. – 376 с.

5. ГОСТ 6962-75. Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 3 с.
6. Трамвайные вагоны РВЗ-6М2 и КТМ-5М3. Бонадревский Д.И., Черток М.С., Пономарев А.А. – М.: Транспорт, 1975. – 256 с.
7. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. Профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 9-е изд., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 696 с.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021615063 Российская Федерация. Программа расчета систем тягового электроснабжения постоянного тока с учётом изменяющегося напряжения на токоприёмнике ЭПС / В. Г. Жемчугов, В. В. Сероносов, М. А. Иванов, И. И. Таразанов; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». — № 2021614099; заявл. 26.03.2021; опубл. 02.04.2021. – 1 с.

Ivanov Mikhail A., senior lecturer

(e-mail: m-a-ivanov@yandex.ru)

Seronosov Vladimir V., Cand.Tech.Sci., associate professor

(e-mail: seronosov.vladimir@yandex.ru)

Tarazanov Ilya I., graduate students

(e-mail: tarazanov.ilya@yandex.ru)

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

SIMULATION OF TRACTION LOAD OF URBAN ELECTRIC TRANSPORT WITH ASYNCHRONOUS DRIVE

Abstract. The publication discusses the issues of improving the adequacy of modeling of traction power supply systems of urban transport. The curves of current consumption of trams and trolleybuses with collector and asynchronous traction drive are analyzed. Methods of taking into account the features of the traction load of modern trams and trolleybuses are proposed.

Keywords: urban electric transport, traction power supply, voltage in the contact network, train performance calculations, asynchronous traction drive, current characteristics, modeling.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗНОСА ПРИ ТРЕНИИ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ

Калуцкий Евгений Сергеевич, к.т.н.

(e-mail: kalutsky1990@mail.ru)

Мамонова Людмила Геннадьевна, к.э.н.

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Кривоухова Людмила Валентиновна, магистрант

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В настоящей статье приведены исследования коэффициента трения и интенсивности износа различных материалов при работе в абразивной среде. Приведены математические модели исследований, дана зависимость для интенсивности износа.

Ключевые слова: износ, коэффициент трения, абразивная среда, интенсивность износа.

В технике износ обычно характеризуется одной из следующих характеристик: линейной, весовой или энергетической интенсивностью износа. Современное состояние мировой науки о трении и износе отражено в коллективных трудах крупных ученых [1,2,3,4], где подчеркивается необходимость получения и накопления количественных результатов по трению и износу различных материалов в абразивной среде.

В настоящее время нет единого взгляда на трение и износ с физической точки зрения, а подбор пар трения производится эмпирически. Поэтому были разработаны математические модели и применена методика рационального планирования экспериментов. На основании ранжирования факторов, влияющих на коэффициент трения μ , интенсивность износа J и отсеивающих экспериментов, приняты следующие математические модели исследований [5,6]:

$$\mu = f_1[(T - T_0), P, \vartheta, \nu, R_T, \varepsilon], \quad (1)$$

$$J = f_2[K, T, \sigma(T), \mu, P, \vartheta], \quad (2)$$

где T - температура поверхности трения;

T_0 - температура окружающей среды;

P - среднее удельное давление;

ϑ - средняя удельная скорость скольжения;

ν - коэффициент распределения тепла между телами;

R_T - термическое сопротивление теплоотводу;

ε - коэффициент, учитывающий наличие источников тепла;

K - коэффициент, учитывающий форму износа материала;

$\sigma(T)$ - предел прочности более мягкого материала, в зависимости от температуры

Объектом исследований выбраны материалы из стали, чугуна, металлокерамики и текстолита, работающие в паре со сталью. Выбор цилиндрических образцов обоснован возможностью применения к телам простой формы теории теплового подобия. Количество образцов каждого материала – 15 шт. Геометрические размеры цилиндрических стержней: диаметр 10 мм, длина – 50 мм. Данные размеры подобраны исходя из решения температурной задачи для неограниченного стержня.

Для проведения исследований использовалась машина трения, принципиальная схема нагружения и вращения образцов не отличалась от известной в литературе [5,6,7].

Порядок проведения опытов при давлении 1 МПа принят на основании построения комбинированного квадрата для пяти ступеней скорости – 0,53; 0,92; 0,30; 0,16 м/сек. Опыты проводились по ускоренной методике испытаний материалов на трение и износ в течение 6 часов для каждого образца при вертикальном и горизонтальном расположениях.

В процессе испытаний фиксировались коэффициент трения тензометрическим методом, температура в зоне контакта термопарой, температура окружающей среды – ртутным термометром, удельное давление весовым методом, скорость скольжения – по числу оборотов, изменение линейных размеров образцов за время испытаний. Характер изменения поверхности трения наблюдался визуально с помощью микроскопа МИМ-8М.

Результаты исследований обрабатывались корреляционным методом.

В соответствии с принятыми математическими моделями исследований получена зависимость для интенсивности износа:

$$J = K \cdot \mu \cdot \frac{P}{\sigma(T)} \cdot \vartheta, \quad (3)$$

Коэффициент трения изменялся в следующих пределах (соответственно – при равной смазке, при попадании абразива в зону трения, при работе без смазки): 1) сталь по стали – 0,08...0,12; 0,25...0,43; 0,13...0,18; 2) сталь по чугуну – 0,03...0,09; 0,19...0,36; 0,11...0,15; 3) сталь по металлокерамике – 0,09...0,14; 0,21...0,39; 0,15...0,20; 4) сталь по текстолиту – 0,04...0,09; 0,03...0,11; 0,11...0,18. При этом суммарная интенсивность износа изменялась в пределах: для первой пары – 0,05...45; для второй пары – 0,08...73; для третьей пары – 0,06...69; для четвертой пары – 0,03...90.

Величина K для различных режимов трения, как установлено нами, колеблется в пределах $10^{-7} \dots 10^{-4}$.

На специализированной установке, имитирующей работу поддерживающего катка трактора, была определена интенсивность износа для реального катка при попадании абразивной пыли. Изменение удельного давления производилось от 0,2 до 6 МПа при скоростях скольжения 0,11...0,92 м/сек. Продолжительность испытаний составляла 80 и 120 часов. Измерение линейных размеров втулок произво-

дилось штангенциркулем в трех плоскостях: на расстоянии 10 мм от торцов и по середине.

Опыты показали, что интенсивность износа втулок незначительно отличается по величине от интенсивности износа образцов.

Для поддержания нормального температурного режима работы узла трения основным условием является отвод тепла втулкой, а на предотвращение заклинивания – величина зазора, размер абразивных частиц, их ориентация в материале и в зазоре.

Проведенные исследования достаточны, на наш взгляд, для следующих выводов:

1) Попадание абразивных частиц в зону трения приводит к резкому повышению температуры, увеличению интенсивности износа и к микрорезанию материалов.

2) По интенсивности износа исследуемые материалы можно расположить в следующей последовательности: текстолит, чугун, металлокерамика, сталь.

3) Полученные результаты по интенсивности износа и аналитическое выражение (3) рекомендуется для предварительной оценки применимости данных материалов в конкретных узлах трения сельского и лесного хозяйства.

Список литературы

1. Чхетиани П.Д. Прецизионная машина трения со схемами трения «упорный подшипник скольжения» и «упорный подшипник качения» // Приборы. 2012. № 9 (147). С. 16-23.

2. Стручков Н.Ф., Винокуров Г.Г., Попов О.Н. Исследование формирования микрогеометрии поверхности трения износостойкого покрытия при трении с металлическим контртелом // Упрочняющие технологии и покрытия. 2021. Т. 17. № 4 (196). С. 147-152.

3. Грашков С.А., Пивовар Н.А., Колмыков В.И. О возможности повышения долговечности топливной аппаратуры дизелей путем цементации деталей из инструментальных сталей в высокоактивном карбюризаторе // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 3 (32). С. 28-43.

4. Грашков С.А., Колмыков В.И. Модификация поверхностей деталей плунжерных пар дизельных топливных насосов карбидами путем химико-термической обработки // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 2 (31). С. 83-96.

5. Серебровский В.И., Гнездилова Ю.П., Калущий Е.С., Левина Е.В. Планирование эксперимента при исследовании износостойкости электроосажденных покрытий // Региональный вестник. 2016. № 2 (3). С. 38-39.

6. Серебровский В.В., Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П. Прогнозирование износостойкости электроосажденных покрытий // Электрика. 2015. № 10. С. 37-39.

7. Серебровский В.И., Калущий Е.С., Серебровская Л.Н. Зависимость износостойкости железных покрытий от механической обработки // В сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 165-168.

8. Повышение прочности деталей при электроосаждении железных покрытий/ Серебровский В.И., Серебровская Л.Н., Калущий Е.С.// В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухар-

ского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 55-57.

9. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа/ Калущий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С., Должиков Г.В.// Сельский механизатор. 2016. № 5. С. 35-37.

10. Упрочнение восстановленных деталей машин электроосажденными бинарными покрытиями на основе железа/ Серебровская Л.Н., Калущий Е.С., Блинков Б.С., Серебровский А.В.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 301-308.

11. Электроосаждение сплавов на основе железа/ Блинков Б.С., Серебровский В.В., Калущий Е.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 67-70.

12. Исследование факторов, влияющих на качество электролитических покрытий/ Калущий Е.С., Иванов Е.А., Петрухин М.В., Петрусенко Е.А.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 300-306.

13. Упрочнение электроосаждённого железа бором/ Калущий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 78-80.

Kalutsky Evgeny Sergeevich, Ph.D.

(e-mail: kalutsky1990@mail.ru)

Mamonova Lyudmila Gennadievna, Ph.D.

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Krivoukhova Lyudmila Valentinovna, undergraduate

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova

DETERMINATION OF WEAR IN FRICTION IN ABRASIVE MEDIUM

This article presents studies of the coefficient of friction and the intensity of wear of various materials when working in an abrasive environment. Mathematical models of studies are given, the dependence for the wear intensity is given.

Key words: wear, friction coefficient, abrasive medium, wear rate.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГОВ

Касьянов Алексей Вячеславович, студент

(e-mail: kasyanovf.aleksej@yandex.ru)

Ишков Андрей Сергеевич, студент

Белоусов Николай Иванович, к.т.н., доцент

(e-mail: belnikiva@mail.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье представлен анализ конструкций рабочих органов плугов, с целью совершенствования процесса вспашки почвы.

Ключевые слова: корпус плуга, вспашка, патент, рабочие органы.

В современном производстве сельскохозяйственной продукции получение высоких урожаев не возможно без основной обработки почвы и применения удобрений. На основании исследований химических лабораторий известно, что применение минеральных удобрений приводит к увеличению кислотности почв, это негативно сказывается на микрофлоре почвы. Наиболее эффективным способом, для борьбы с кислой реакцией среды почв, является внесение известковых материалов [1-4], также авторы работ [5-10] отмечают, что машина для внесения известковых материалов должна быть с обоснованными параметрами кузова и рабочим органом.

Авторы работ [11-13] утверждают, что с помощью модернизации существующих уже технических средств, можно их унифицировать и использовать для нескольких операций, при этом не покупая новых.

В данной работе мы рассмотрим некоторые виды конструкций рабочих органов плугов, с целью совершенствования процесса вспашки почвы.

На рисунке 1а представлен корпус плуга с дисковыми ножами патент SU535916A1. Достоинством является улучшение рыхления почвы и возможность регулирования высоты режущей части рыхлящих элементов 1 установлены прокладки 6 между подшипниками 2 и поверхностью отвала 5. Недостатком корпуса плуга является неполное рыхление почвы, забивание пространства между резцами почвой, в особенности при работе на тяжелых, задернелых и каменистых почвах.

На рисунке 1б показан предлагаемый корпус плуга патент SU1477262A1

На фиг. 1 вид корпуса спереди, на фиг. 2 – разрез А-А на фиг. 1. Достоинством данного корпуса плуга являются повышение качества вспашки и надежности работы. Пластины 3 и 4, которые колеблются и совершают более интенсивное воздействие на пласт почвы, что улучшает его крошение и снижает заляпываемость пластин 3 и 4 влажной почвой.

На рисунке 1в патент RU2426290C1 представляет собой полосовой отвал плуга на виде сбоку. Достоинством полосового отвала является экономия силы тяги, со-

хранение своей геометрии и нормальный переворот пласта из-за отсутствия залипания на увлажненных почвах.

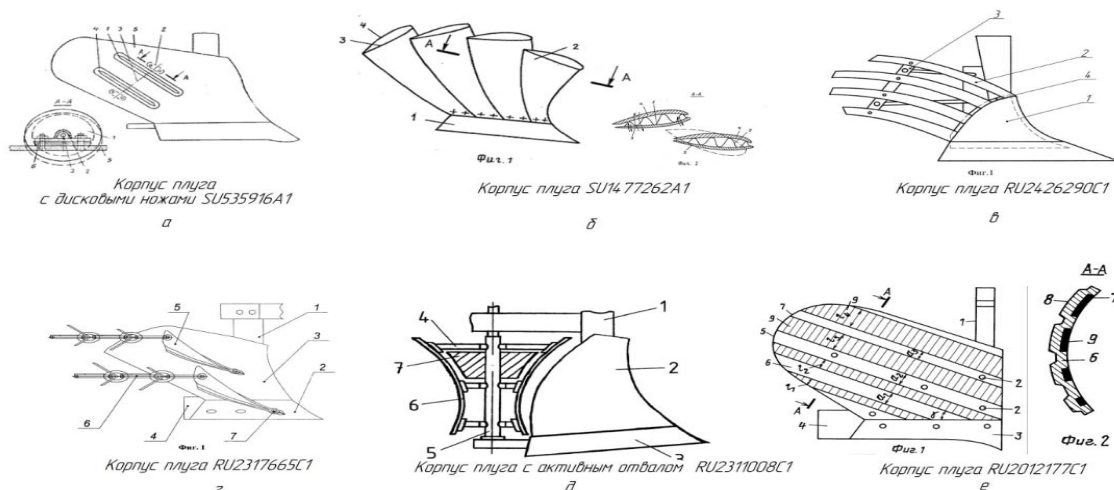


Рисунок 1 – Схемы конструкций рабочих органов плугов

Недостатком известных прутковых рабочих органов является устранение налипания почвы только на задних концах полос. Что касается передней части отвала, называемой грудью, то она остается невибрирующей, и там налипание не устраняется.

На рисунке 1г представлен корпус плуга патент RU 2 317 665 C1

Корпус плуга, содержащий стойку с башмаком 1, лемех 2, отвал 3 и полевую доску 4. На рабочей поверхности отвала закреплены рыхлящие элементы 5, выполненные в виде клиновидных ножей и установленные со смещением один относительно другого. Корпус плуга, отличается тем, что гибкие шлейфы выполнены в виде отрезков якорных цепей. На каждом звене под разными острыми углами к направлению движения жестко закреплены два разновеликих штифта, причем величина углов меньше величины угла трения почвы о сталь.

Главными недостатками предыдущих патентов являются:

- отсутствие объемного крошения, то есть крошение происходит только в прилегающем к отвалу слое почвы;
- возникновение дополнительных сил сопротивления при изменении глубины обработки почвы или скорости движения агрегата, из-за изменения траектории движения пласта почвы по отвалу и жесткого крепления элементов.

На рисунке 1д патент RU2311008C1. Плуг навесной с активным отвалом.

Недостатком известного плуга является плохая заделка растительных остатков и неудовлетворительное перемешивание верхнего плодородного и лежащего под ним неплодородного слоев почвы.

Достоинством данного отвала является получение выровненной поверхности поля, без гребней, борозд и воздушных карманов. Весь пахотный слой при глубине пахоты 25 см вслушивается до 43 см с заделкой всех пожнивных остатков на глубину 10...12 см.

На рисунке 1е показан корпус плуга патент RU2012177C1. Достоинством является повышение качества крошения и оборота пласта. Корпус плуга состоит из стойки 1, лемеха 3, отвала 5, полевой доски 4, деталей крепления 2. Различные характеристики движения пласта на разных участках отвала создают внутренние разрывающие пласт напряжения, которые способствуют повышению качества обработки почвы и снижению энергозатрат.

Мы предлагаем использовать четырёхступенчатый плуг, который повышает качество обработки почвы путем улучшения рыхления пласта и устраняет вышеуказанные недостатки, за счет предлагаемой конструкции плужного корпуса.

Список литературы

1. Бендусов А.А., Белоусов Н.И. Совершенствование процесса внесения известковых удобрений//В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2021. С. 418-423.

2. Бендусов А.А., Сасин Н.И., Дрёмов С.Н., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. Состав агрегатов на внесении известковых удобрений// В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 233-237.

3. Белоусов Н.И., Целиков Д.Н., Жуков А.В. Универсальное приспособление для демонтажа и ремонта ведущих мостов тракторов // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 201-203.

4. Щенников Д.А., Белоусов Н.И. Приспособление для ремонта ведущего моста трактора// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 328-330.

5. Белоусов Н.И., Целиков Д.Н. Рекомендации по ремонту ведущих мостов транспортных средств// В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 204-205.

6. Белоусов Н.И., Гуреев Ю.А., Сасин Н.И., Сметцкой А.А., Локтионов А.И. Результаты распределения извести вертикальным ротором низкорамной машины // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. Материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 313-317.

7. Воропаев А.Е., Сасин Н.И., Белоусов Н.И. Исследования процессов распределения извести центробежным вертикальным рабочим органом// В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 3-х томах. Отв. редактор М.С. Разумов. Курск, 2022. С. 340-343.

8. Бабков А.П., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. Влияние влажности химических мелиорантов на параметры кузова разбрасывателя// В сборнике: Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор И.Я. Пигорев. 2019. – С. 80-82.

9. Шукруллаев А.А., Целиков Д.Н., Белоусов Н.И. Зависимость липкости химических мелиорантов от их влажности // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 74-77.

10. Белоусов Н.И., Поддубный Е.В., Шукруллаев А.А., Александров М.С. Обоснование вместимости кузова разбрасывателя химических мелиорантов // В сборнике: Молодёжная наука – гарант инновационного развития АПК: материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2019. – С. 202-205.

11. Белоусов Н.И., Поддубный Е.В. Обоснование параметров кузова разбрасывателя химических мелиорантов // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2018. – С. 283-285.

12. Белоусов Н.И., Целиков Д.Н., Щенников Д.А. Обоснование размеров кузова разбрасывателя известковых мелиорантов // В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 42-44.

13. Модернизированный стенд для проверки электрооборудования автомобилей/ Белоусов Н.И., Целиков Д.Н. // В сборнике: МОЛОДЕЖЬ И НАУКА: ШАГ К УСПЕХУ. сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет. 2020. С. 42-43.

14. Универсальный стенд для проверки электрооборудования транспортных средств/ Целиков Д.Н., Щенников Д.А., Дрёмов С.Н., Белоусов Н.И. // В сборнике: Молодежная наука - развитие агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 21-24.

15. Универсальное приспособление для демонтажа и ремонта ведущих мостов тракторов/ Белоусов Н.И., Целиков Д.Н., Жуков А.В. // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 201-203.

16. Состав агрегатов на внесении известковых удобрений/ Бендусов А.А., Сасин Н.И., Дрёмов С.Н., Гуреев Ю.А., Белоусов Н.И. // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 233-237.

17. Рекомендации по ремонту ведущих мостов транспортных средств/ Белоусов Н.И., Целиков Д.Н. // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 204-205.

Kasyanov Alexey Vyacheslavovich student (e-mail: kasyanovf.aleksey@yandex.ru)

Ishkov Andrey Sergeevich student

Nikolay Ivanovich Belousov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, (e-mail: belnikiva@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

ANALYSIS OF DESIGNS OF WORKING BODIES OF PLOWS

Annotation. *This article presents an analysis of the designs of the working bodies of plows, in order to*

improve the process of plowing the soil.

Keywords: *plow body, plowing, patent, working bodies.*

РАЗРАБОТКА БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Киселев Николай Андреевич, студент

(e-mail: Nicolakrus@gmail.com)

Масленников Иван Сергеевич, студент

(e-mail: ivachovichev@mail.ru)

*Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина*

В данной статье изложены преимущества эффективной эксплуатации, электротехнических комплексов, а также рассмотрены отличительные особенности ИТ технологий в сфере наземного транспорта. Произведен анализ электротехнических комплексов сети и выделены ключевые ИТ технологии, которым необходимо уделить внимание для эффективной работы системы.

Ключевые слова: цифровизация; ИТ; внедрение; функционал; автоматизация; информационные технологии; безопасность; электротехнические комплексы; наземный транспорт.

Электротехнические комплексы находятся на этапе преобразования под влиянием новых технологий, последующая их актуальность будет идти вместе с внедрением ИТ технологий в каждый этап эксплуатации, для этого необходимо вырабатывать эффективную и прежде всего безопасную систему. Этот переход и его реализация крайне важны для будущего электротехнических отраслей.

Электротехнический комплекс – это электротехническая система, объединяющая в себе несколько электротехнических устройств, имеющих одинаковое предназначение, объединенных общностью режимов и предназначенных для выполнения определенной цели.

В прошлом координация между различными частями цепочки поставок была сложной задачей. Информационные технологии помогли решить эту проблему, предоставив всем заинтересованным сторонам платформу для обмена информацией и отслеживания поставок. Это привело к созданию более цельной и эффективной транспортной системы с более расширенным функционалом.

Для более эффективной транспортировки наземным транспортом, так же могут быть внедрены следующие ИТ технологии:

- Автоматическая идентификация оборудования;
- Программная и аппаратная безопасность;

- Мобильная коммуникация;
- Удаленное управление системой в нормальном и аварийном режимах;
- Считывание географических данных об объекте транспортировки с помощью датчиков и отправление их оператор;
- Расширенный анализ и моделирование вычислений;
- Увеличение количества вычислений для оптимизации пути;
- Спутниковое наблюдение и слежение за объектом;
- Автоматизированный поиск и устранением неисправностей транспорта;
- Упрощение создания и организации учета перевозимых товаров.

Поскольку программное обеспечение становится все более неотъемлемой частью транспортных систем, вопросы безопасности программного обеспечения возникают. Мы должны гарантировать, что программное обеспечение не причинит вреда в случае сбоя. Важно убедиться, что, если системное программное обеспечение потерпит неудачу, в результате не будет травм или гибели людей.

Есть множество факторов уязвимости транспорта и логистики. Во-первых, более широкое использование операционных технологий, новых коммуникационных и беспроводных каналов, напрямую связанных с цифровыми экосистемами компаний, делают компании легкой целью для хакеров и взлома. Во-вторых, это устаревшее регулирование и стандартов в области ИТ, малая осведомленность в области кибербезопасности и, наконец, едва ли не самый существенный фактор - отсутствие квалифицированных кадров, способных обеспечить защиту.

Электротехнические комплексы так же затронуты проблемой обеспечения безопасности. Информационная безопасность подобных комплексов достигается целым рядом организационных и технических мер, направленных на защиту данных и оборудования. Организационные меры содержат документированные процедуры и правила работы с разными видами информации, ИТ-сервисами, средствами защиты и т.д. Технические меры заключаются в использовании аппаратных и программных средств контроля доступа, мониторинга утечек, антивирусной защиты, межсетевого экранирования, защиты от электромагнитных излучений.

Задачи систем информационной безопасности предприятия многообразны. Это обеспечение хранения информации; защита данных; разграничение доступа к различным видам документов и т.д.

Список литературы

1. «Вестник СГДУ»: «Средства обеспечения эксплуатации электротехнических комплексов по техническому состоянию» 06.11.2015.
2. Д.И.Тюлькин Бакалаврская РАБОТА «Внедрение интеллектуальной транспортной системы на предприятие» 2016.
3. Данилин, А. В. Цифровая подстанция. Подходы к реализации / А. В. Данилин, Т. Г. Горелик, О. В. Кириенко, Н. А. Дони

Kiselev Nikolay Andreevich, student

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

Maslennikov Ivan Sergeevich, student

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

DEVELOPMENT OF ACCOUNTING AND RATIONAL OPERATION OF ELECTRICAL COMPLEXES AND LAND TRANSPORT SYSTEMS BASED ON IT TECHNOLOGIES

Abstract. This article outlines the advantages of high exploitation, electrical complexes, and also discusses the features of IT technologies in the field of land transport. The analysis of the electrical complexes of the network was made and the characteristics of IT technologies were highlighted, it is necessary to take into account the attention to the main operation of the system.

Keywords: digitalization; IT; application; functional; automation; information Technology; safety; electrical complexes; ground transport.

ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ КВАДРОКОПТЕРОВ

Киселёва Ольга Алексеевна, старший преподаватель
(e-mail: kis.ola@mail.ru)

Винокуров Станислав Анатольевич, к.т.н., доцент
(e-mail: stvinokurov@rambler.ru)

Киселёва Дарья Дмитриевна, студентка
(e-mail: kis.daria02@mail.ru)

Воронежский государственный технический университет

В данной статье рассматривается вопрос применения электроприводов с бесконтактными двигателями постоянного тока для квадрокоптеров. Показано, что применение электромеханических датчиков положения ротора и скорости увеличивает вес и объем электропривода, что негативно отражается на маневренности квадрокоптера, поэтому отдается предпочтение электроприводам с наблюдателем состояний и адаптацией регулятора по нагрузке. Приведены результаты исследования электропривода на базе бесконтактного двигателя постоянного тока.

Ключевые слова: электропривод, бесконтактный двигатель постоянного тока, наблюдатель состояния.

Источником энергии в квадрокоптере является аккумулятор с ограниченным зарядом, поэтому одним из основных требований, предъявляемых к электроприводам, является энергоэффективность. Но и это не является решением проблемы, так как вес и габариты электродвигателя влияют на грузоподъемность квадрокоптера, определяют его маневренность и время пребывания в полете.

Квадрокоптер должен обеспечивать маневренность, совершать три поступательных движения и три вращательных, которые могут обеспечивать электропривода [1].

В квадрокоптере применяют четыре электропривода с бесконтактными двигателями постоянного тока (БДПТ), которые создают тягу с помощью вращающихся лопастей [2].

Отсюда следует, что каждый привод должен иметь свою систему управления и свой сигнал задания, но в связи с тем, что они работают на общую нагрузку, обеспечивая требуемый режим полета квадрокоптера, необходимо контролировать выходные координаты всех электроприводов и корректировать управляющие сигналы, поступающие на входы систем управления.

Применение электромеханических датчиков положения ротора и скорости увеличивает вес и объем электропривода, что негативно скажется на маневренности квадрокоптера, поэтому отдается предпочтение электроприводам с наблюдателем состояний и адаптацией регулятора по нагрузке. Применение наблюдателей состояния в каждом электроприводе позволяет получить информацию в цифровом виде, которую можно без преобразования использовать для формирования сигнала о состоянии всех четырех электроприводах и вводить дополнительные управляющие сигналы для корректировки положения или изменения маршрута квадрокоптера.

Расположение в пространстве электрических двигателей относительно центра масс, влияет на суммарную тягу, создаваемую винтами. В силу того, что источник питания ограниченной мощности, то могут возникнуть проблемы в момент пуска двигателей, так как ток, который потребляется в пусковом режиме больше номинального, а запуск необходимо обеспечить сразу четырьмя двигателями. возникает вопрос о применении в момент запуска задатчика интенсивности, его параметры необходимо подобрать таким образом, что бы суммарный потребляемый ток был ограничен и определялся техническими характеристиками аккумулятора [3, 4].

В данной работе рассмотрим только особенности и требования, которые предъявляются к исполнительным двигателям и системам управления в электроприводах.

На рисунке 1 показана структурная схема модели управления электроприводами с БДПТ для обеспечения заданного режима полета квадрокоптера, где обозначено:

Д1 – Д4 – двигатели рабочих винтов;

И1 – И4 – силовые инверторы;

СУ1 – СУ4 – системы управления двигателями;

НС1 – НС4 – наблюдатели состояния каждого электропривода винта.

Система управления и силовой инвертор питается от аккумулятора, чаще всего литиевого типа, они обладают большой емкостью, предпочтение отдают ячейкам литий-полимерных батарей, так как они устойчивее к повреждениям. Несущие винты квадрокоптера вращаются электроприводами БДПТ, при построении систем управления необходимо учитывать, что они должны быть реверсивные и менять частоту вращения в заданном диапазоне.

Требования к электроприводам несущих винтов определяются многими параметрами, включая диаметр и шаг винтов. Чем больше диаметр, тем больше будет создаваться тяга, но размер ограничивается в зависимости от многих конструктивных параметров.



Рис.1. Структурная схема модели управления электроприводами на базе БДПТ в квадрокоптере

В квадрокоптерах используют понятие KV – рейтинг, это изменение скорости вращения вала двигателя при изменении напряжения питания на 1 вольт в установленном режиме, который используется, когда вращение несущих винтов осуществляют коллекторные двигатели постоянного тока, и это понятие связано с регулировочной характеристикой. Повышение KV – рейтинга отражается на чувствительности регулировочной характеристике двигателя постоянного тока, а повышение частоты вращения винтов увеличивает потенциальную маневренность.

Основные характеристики квадрокоптера определяются не только электроприводом, это только одна из подсистем, выполняющая роль тяговых двигателей, нагрузкой на которые являются несущие винта, обеспечивающие суммарную тяговую силу, которой противодействуют суммарный вес и различные возмущающие воздействия, например, ветер.

Разработана математическая модель электропривода с БДПТ для рабочих винтов и исследованы его характеристики.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования при замыкании обратной связи в системе управления по наблюдателям состояний разлйной реализации и наличия в системе управления ПИ-регулятора. Уравнение механической характеристики каждого БДПТ можно описать как [7]

$$M_{эм} = \frac{pmC_e \Phi_0}{\omega^2 L^2 + r^2} [U(r \cos \theta + \omega L \sin \theta) - r C_e \Phi_0 \omega] \quad (1)$$

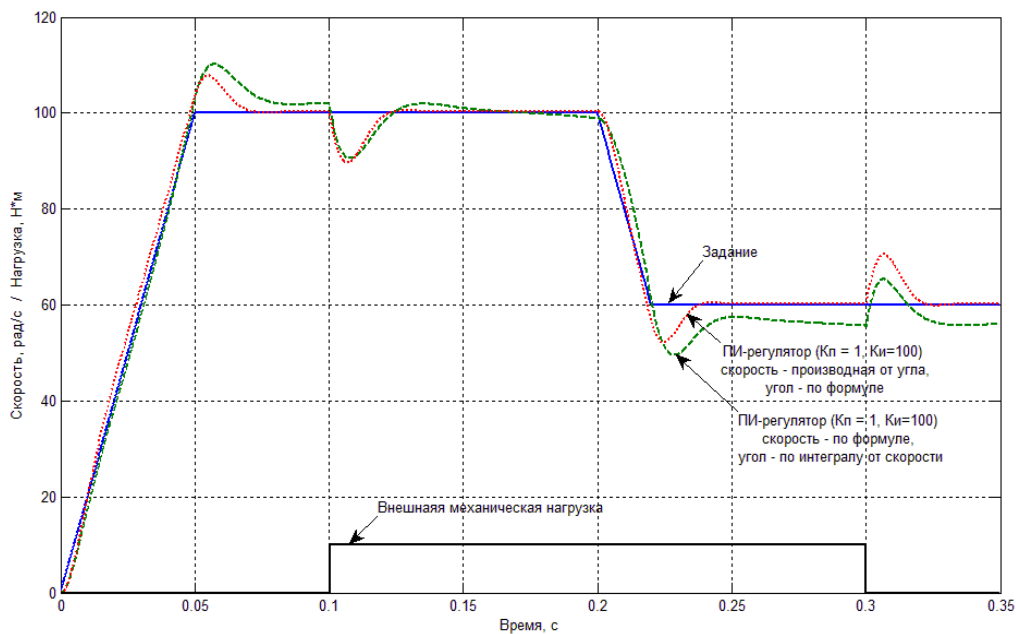


Рис.2. Результаты моделирования при замыкании обратной связи в системе управления по наблюдателям состояний

Изменение скорости от напряжения

$$\frac{\partial \omega}{\partial U} = - \frac{r \cos \theta - \omega L \sin \theta}{L \cdot U \sin \theta - r \cdot C_e \cdot \Phi_0 - \frac{2\omega L^2 (U \cdot (r \cos \theta + \omega L \sin \theta) - r C_e \Phi_0 \omega)}{\omega^2 L^2 + r^2}} \quad (2)$$

Проведенные исследования электроприводов с БДПТ показали, что можно применять в квадрокоптерах, они могут обеспечить требуемых характеристики, даже без электромеханических датчиков скорости и угла положения ротора, но они дороже двигателей постоянного тока. Срок службы БДПТ значительно больше, чем у коллекторных двигателей, они не требуют профилактического ремонта. Микропроцессорное управление позволяет таким системам управления БДПТ адаптироваться в процессе работы по возмущающим воздействиям. Применение в электроприводах наблюдателей состояния открывают большие возможности для уменьшения габаритно-весовых показателей, повышение КПД, а главное возможность обеспечить требуемый закон регулирования программно без добавления до-

полнительных электромеханических устройств. Значительно упрощается диагностика состояния всей системы, включая и тяговые двигатели.

Список литературы

1. Киселёва, Д.Д., Золотухин, Н.Н., Баранников, Д.А., Киселёва, О.А. Согласованное управление электроприводами распределенной электрической тяги беспилотного летящего аппарата. Студент и наука. № 4(23), 2022. С. 66-70.

2. Киселёва, О.А., Винокуров, С.А., Киселёва, Д.Д. Электропривода пропеллеров беспилотного аппарата для сенсорной сети. Энергетика: состояние, проблемы, перспективы: материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2022. С. 229-232.

3. Киселёва, Д.Д., Гриненко, Н.И., Винокуров, С.А. Управление дискретным вращающимся полем бесконтактного двигателя постоянного тока в позиционно-следящих электромеханических системах. Студент и наука. 2021. № 1 (16). С. 44-47.

4. Киселёва, О.А., Винокуров, С.А., Киселёва, Д.Д. Локально-оптимальное управление в электромеханической системе с бесконтактным двигателем постоянного тока. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021;9(1). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=xxx> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.32.1.xxx

Kiseleva Olga Alekseevna, Senior Lecturer

(e-mail: kis.ola@mail.ru)

Vinokurov Stanislav Anatolievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: stvinokurov@rambler.ru)

Kiseleva Daria Dmitrievna, student

(e-mail: kis.daria02@mail.ru)

VORONEZH STATE TECHNICAL UNIVERSITY

This article discusses the use of electric drives with contactless DC motors for quadcopters. It is shown that the use of electromechanical rotor position and speed sensors increases the weight and volume of the electric drive, which negatively affects the maneuverability of the quadrocopter, therefore, electric drives with a state observer and load adaptation of the controller are preferred. The results of the study of an electric drive based on a non-contact DC motor are presented.

Key words: electric drive, non-contact DC motor, state observer.

УТИЛИЗАЦИЯ БРОСОВОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Китаев Вадим Дмитриевич, студент

(e-mail: Kitaev.vadim2004@yandex.ru)

Осинов Александр Петрович, к.т.н., доцент

(e-mail: 12345655@mail.ru)

Самарский государственный технический университет

Филиал в г.Сызрани

Технологический процесс любого предприятия связан с выбросами в атмосферу. Энергию таких выбросов можно использовать, преобразовав в электрическую энергию. Потенциальными источниками бросовой энергии могут являться вентиляционные шахты или котельные. По результатам работы была предложено решение для утилизации кинетической энергии воздушного потока систем вентиляции.

Ключевые слова: безлопастной ремённый ветрогенератор, преобразователь энергии, ветровой поток, электрическая энергия.

В настоящее время на промышленных предприятиях практически не используются какие-либо конструкции, использующие бросовую энергию газов для выработки электроэнергии. Однако, эту энергию возможно возвращать в электросеть, используя энергию бросовых газов, и использовать в технологическом процессе предприятия или запасать в аккумуляторах.

Таким образом, целью проекта является повышение энергоэффективности производственного процесса за счет утилизации бросовой энергии.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ существующих решений по утилизации бросовой энергии.
2. Разработать конструкцию ветрогенератора для утилизации кинетической энергии потока газа.
3. Предложить дальнейшие шаги по доработке конструкции для утилизации кинетической энергии потока газов.

Анализ существующих технических решений [1],[2],[3] показал, что энергию воздушного потока утилизируют с помощью лопастных ветрогенераторов, установленных в вентиляционные короба. Так как генераторы занимают полезную площадь сечения, он замедляют воздушный поток, снижают КПД системы вентиляции в целом.

В настоящее время в мире ведутся разработки иных конструкций ветрогенераторов, например, ремённых. Безлопастные ремённые ветрогенераторы вырабатывают энергию за счёт колебания магнита, закреплённого на ремне, над катушкой

[4] (рис. 1). Также безлопастные ременные ветрогенераторы обладают хорошей выработкой электроэнергии, и как следствие - окупаемостью [5].

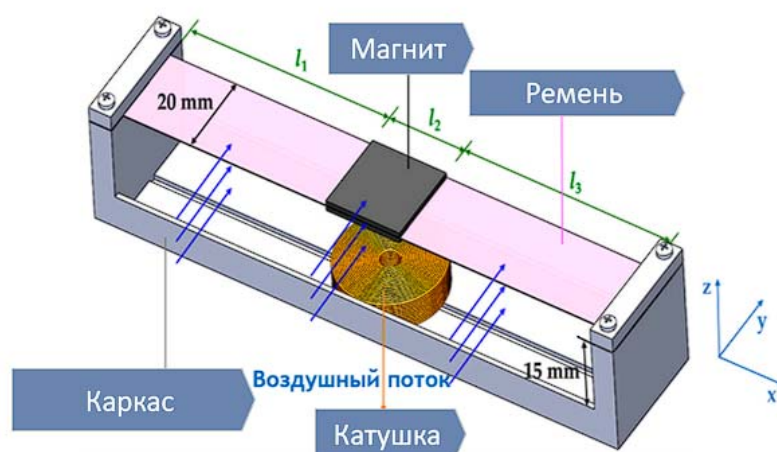


Рисунок 1 – безлопастной ременный ветрогенератор Applsci [4]

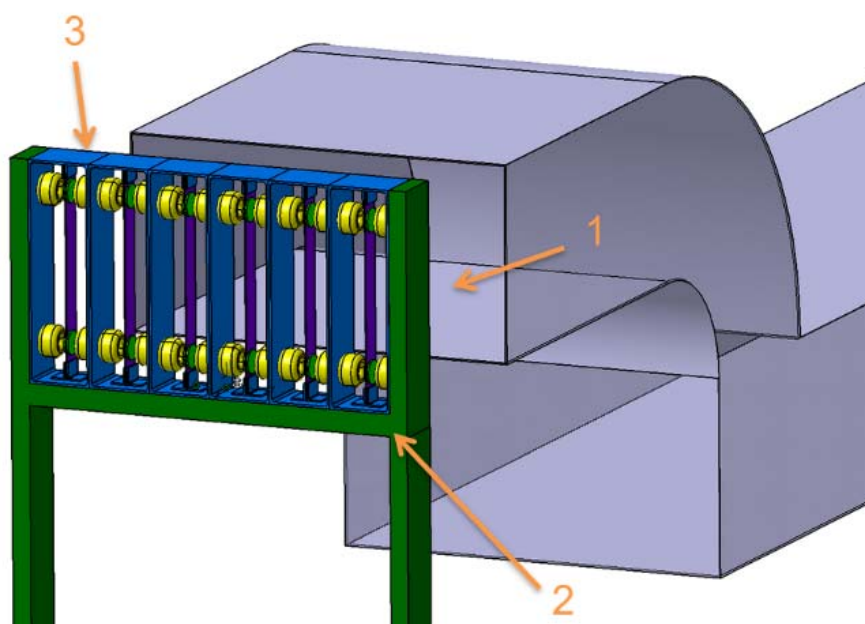


Рисунок 2 – Трёхмерная модель предлагаемого решения.

1. Выходное сечение вентиляционной трубы,
2. Модульная конструкция из множества ветрогенераторов,
3. Безлопастной ременной ветрогенератор.

Для проверки работоспособности предлагаемой конструкции был разработан ряд образцов ременного ветрогенератора, базирующиеся на конструкциях, описанных в работах [4] и [5].

В ходе работы по оптимизации характеристик конструкции безопасного ремённого ветрогенератора был существенно уменьшен его объем при сохранении его энергетических характеристик. Сила тока по результатам оптимизации составила $0,02 \text{ мА/см}^2$, что сравнимо со значениями лучших конструкций других иностранных учёных.

Для утилизации энергии воздушного потока системы вентиляции была предложена конструкция ремённого ветрогенератора (рис. 2). Множество безопасных ремённых ветрогенераторов объединены в один модуль, и вся конструкция располагается на некотором расстоянии от выходной вентиляционной трубы. Такое расположение конструкции позволяет, не снижая КПД всей системы, собирать часть бросовой энергии и преобразовывать её в электроэнергию. В то же время установка может работать как защитная сетка, защищающая выходное отверстие вентиляционной системы.

Промышленная применимость данной конструкции высока, поскольку её крайне легко изготовить из бросовых материалов, что положительно сказывается на цене её изготовления.

По работе можно сделать следующие выводы:

1. Предложена конструкция устройства на основе безопасного ремённого ветрогенератора, которое позволяет повысить энергоэффективность производственного процесса промышленного предприятия за счет утилизации бросовой кинетической энергии воздушного потока системы вентиляции.

2. На первоначальном этапе безопасные генераторы могут изготавливаться из материалов, имеющихся на предприятии, а себестоимость таких конструкций и срок окупаемости могут быть снижены при широком использовании таких устройств.

Список литературы

1. Мошонкин, Н.Ю. Разработка ветрогенератора в воздухопровод с искусственным и постоянным потоком воздуха / Н.Ю. Мошонкин, Т.Ю. Дунаева // Энергетические системы. – 2019. - №1. – с. 408-414.

2. Рыльникова, Исследование потенциала энергии вентиляционных рудничных потоков в качестве возобновляемого источника энергии / М.В.Рыльникова, В.В.Олизаренко, С.А.Линьков, А.А.Зубков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. - №S65. – с. 44-54.

3. Выработка электроэнергии с размещением ветрогенератора в вертикальном вытяжном воздушном канале в конструкции жилого здания : патент №2369772С2 Российская Федерация: МПК F03D 11/00, F03D9/34 / Тебуев В. В.; заявитель Тебуев В.В. – №2007126567/06 ; заявлен 12.07.2007 ; опубликован 10.10.2009.

4. Lu Z A Flutter-Based Electromagnetic Wind Energy Harvester: Theory and Experiments / Lu Z, Wen Q, He X, Wen Z // Applied Sciences. – 2019. - №9(22). – с. 4823; <https://doi.org/10.3390/app9224823>.

5. Energy converters utilizing fluid-induced oscillations: патент №20090295163 США: МПК H02K35/02 / Frayne S.M.; заявитель Humdinger Wind Enery LLC. – № 2009/O2951 63 A1; заявлен 04.09.2007 ; опубликован 03.12.2009.

Kitaev Vadim Dmitrievich, student

(e-mail: Kitaev.vadim2004@yandex.ru)

Branch of the Samara State Technical University in Syzran

Osipov Alexander Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Branch of the Samara State Technical University in Syzran

UTILIZATION OF WASTE ENERGY BY ELECTROMAGNETIC LOW POWER CONVERTERS

Abstract. The technological process of any enterprise is associated with emissions into the atmosphere. The energy of such emissions can be used by converting into electrical energy. Potential sources of waste energy can be ventilation shafts or boiler rooms. Based on the results of the work, a draft design of a solution for the utilization of the kinetic energy of the air flow of ventilation systems was proposed.

Keywords: bladeless belt wind generator, energy harvester, wind belt, electrical energy.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭРРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ В ВОДЕ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ НА ОСНОВЕ ВОЛЬФРАМОТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Кончин Владимир Алексеевич, аспирант

(konchin98@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье рассматривается методика электроэрозионного диспергирования титано-кобальтового сплава с целью получения мелкодисперсного порошка.

Ключевые слова: электроэрозионная шихта, ЭЭШ, карбид титана, гранулометрический состав.

В настоящее время, сплавы из группы титано-кобальтовые (ТК) нашли широкое применение не только в машиностроении, но и в сельском хозяйстве. Материалы из вольфрамо-титано-кобальтовой группы обладают рядом весьма ценных свойств, такими как: высокая твердость, прочность, отличными режущими качествами и др. свойствами. благодаря которым их эффективно используют во многих областях сельского хозяйства.

Сплав Т30К4 – твердый спеченный сплав с повышенной стойкостью к окислению, его удельный вес составляет 13100 кг/м³. Сплав крайне устойчив к воздействию механических нагрузок, временное сопротивление на изгиб равно 1450 МПа. Для сравнения аналогичный параметр стали обычного качества Ст.3 составляет всего лишь 38 МПа. Высокая твердость, порядка 88 единиц по шкале Роквелла (С), делает Т30К4 невосприимчивым к поверхностному выкрашиванию. Сплав Т30К4 обладает высоким абразивным износом и применяется при больших скоростях резания.

С увеличением содержания углерода в пределах трехфазной области предел прочности при изгибе растет, а твердость и износостойкость при резании снижа-

ются, наличие структурно свободного углерода приводит одновременно к снижению прочности, твердости и износостойкости при резании. Присутствие в сплаве фазы η (двойной карбид вольфрама и кобальта) снижает предел прочности при изгибе, но повышает твердость и износостойкость при резании [1-3].

Для обработки сталей с ударными нагрузками твердые сплавы должны обладать не только прочностью, но и пластичностью.

Повышение пластичности достигается не только увеличением размера зерен фазы WC, но и применением высокотемпературных процессов восстановления вольфрама и карбидизации.

Поэтому остро стоит проблема экономии дорогостоящего вольфрама, титана и кобальта. Одним из наиболее кардинальных методов решения проблемы представляется рециклирование отходов из сплавов.

Существует несколько основных методов переработки отходов твердых сплавов, таких как:

1. Способ измельчения спеченных твердосплавных отходов в щековой или конусно-инерционной дробилках (КИД) с последующим диспергированием полученной смеси.

2. Химико-металлургический способ полного разложения отходов в сильных окислителях – щелочные нитраты и нитриты.

3. Селективное извлечение кобальта в раствор кислотой или щелочью при подогреве.

4. Хлорные способы. Суть – получение хлоридов вольфрама и кобальта и их разделение в дистилляционной колонке.

5. Способ окисления отходов на воздухе при 10000С с последующим выщелачиванием WO₃ содой или щелочью [6-10].

Перечисленные способы рециклинга отходов твердых сплавов являются энергоёмкими, крупнотоннажными и экологически вредными, поэтому, мы предлагаем использовать электродиспергирование. Это один из перспективных и эффективных измельчения металлоотходов.

К настоящему времени в промышленности данный способ практически не применяется, ввиду отсутствия полноценных комплексных сведений о составе, структуре и свойствах диспергированных электроэрозией частиц. Для этих целей требуется проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований [2].

Целью же настоящей работы являлось получение и дальнейшее исследование порошков сплава Т30К4, полученных в воде.

Процесс диспергирования отходов сплава осуществляли в дистиллированной воде на установке (Патент РФ № 2449859), а исследование размера частиц твердосплавных порошков проводили на лазерном анализаторе размеров частиц Analysette 22 NanoTec. Блок-схема проведения эксперимента представлена ниже.

Экспериментальные исследования показали, что на гранулометрический состав частиц электроэрозионной шихты существенное влияние оказывают свойства рабочей жидкости, в которой протекает процесс электроэрозии. На рисунке 2 показан результат исследования гранулометрического состава частиц, полученных электродиспергированием металлоотходов в дистиллированной воде. При варьировании параметров установки, таких как, емкости разрядных конденсаторов, напряжения на электродах и частоты следования импульсов полученные электроэрозионные частицы могут иметь размеры от 0,25 до 100 мкм [4].



Рисунок 1 – Блок-схема проведения исследования

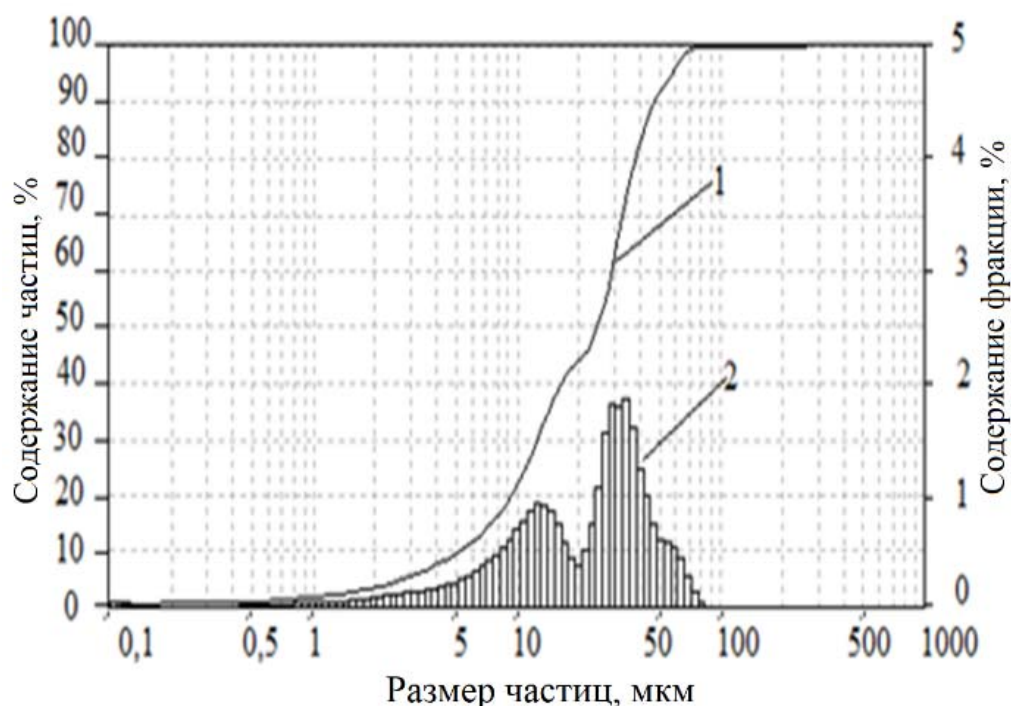


Рисунок 2 - Интегральная кривая (1) и гистограмма (2) распределения по размерам частиц электроэрозионной шихты, полученной из сплава Т30К4 в дистиллированной воде

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что полученный титано-кобальтовый порошок является многофракционным и будет иметь большую прочность, поскольку обеспечивают большую плотность упаковки при прессовании.

Список литературы

1. Лебедев А. Т. Износостойкость рабочих органов почвообрабатывающих машин / Лебедев А. Т., Магомедов Р. А. // Сельский механизатор. – 2011. – № 10. – С. 34-35.
2. Кончин В.А. Исследование размера электроэрозионных твердосплавных частиц для износостойкой наплавки / Кончин В.А., Агеев Е.В. // Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 76-80.
3. Кончин В.А. Порошковые электроэрозионные материалы для износостойкой наплавки / Кончин В.А., Агеев Е.В. // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 88-93.
4. Калущий Е.С. Зависимость износостойкости железных покрытий от механической обработки / Серебровский В.И., Калущий Е.С., Серебровская Л.Н. // Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 165-168.
5. Грашков, С. А. Влияние химического состава металла сварного шва на его свойства / С. А. Грашков, А. В. Юшков, Е. В. Сазонов // Современные материалы, техника и технология :

сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 117-120.

6. Анализ порошков для лазерной наплавки деталей сельскохозяйственной техники / С. А. Грашков, Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 263-267.

7. Метод получения наноструктурных порошков на основе системы WC-Co и устройство для его осуществления / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2010. № 5 (283). С. 39-42.

8. Агеев Е.В. Разработка и исследование технологии восстановления и упрочнения изношенных деталей машин композиционными гальваническими покрытиями с применением в качестве упрочняющей фазы вольфрамсодержащих электроэрозионных порошков микро- и нанодисперсий / Агеев Е.В., Серебровский В.И. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 42-66.

9. Серебровский В.И. Повышение прочности деталей при электроосаждении железных покрытий / Серебровский В.И., Серебровская Л.Н., Калущий Е.С. // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 55-57.

10. Коровин, М. А. Способы формирования и нанесения износостойкого покрытия / М. А. Коровин, Е. В. Сазонов, С. А. Грашков // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах, Курск, 19–20 января 2023 года / Под редакцией: В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 256-259.

Konchin Vladimir A., PhD student

(konchin98@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

PRODUCTION OF ELECTROEROSIVE POWDERS IN DISTILLED WATER BASED ON TUNGSTEN TITANIUM ALLOYS

This article discusses the technique of electroerosive dispersion of titanium-cobalt alloy in order to obtain a fine powder.

Key words: electroerosive charge, EES, titanium carbide, granulometric composition.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ТИТАНОВОЛЬФРАМОВОГО ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО В КЕРОСИНЕ ОСВЕТИТЕЛЬНОМ

Кончин Владимир Алексеевич, аспирант
(konchin98@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье описаны действия по определению насыпной плотности электроэрозионного титановольфрамового порошка, полученного в керосине осветительном. Установлена насыпная плотность.

Ключевые слова: электроэрозионная шихта, ЭЭШ, твердосплавные пластины, сплав Т30К4, насыпная плотность, прибор Холла.

В настоящее время, сплавы из титановольфрамовой группы нашли широкое применение в машиностроении и различных отраслях промышленности. Материалы из титановольфрамовой группы обладают рядом весьма ценных свойств, такими как: высокая твердость, прочность, отличными режущими качествами и др. свойствами. благодаря которым их эффективно используют во многих областях сельского хозяйства. Одним из самых перспективных способов рециклинга отходов твердых сплавов - электродиспергирование. Наиболее важнейшее технологическое свойство получаемых электродиспергированных порошков является насыпная плотность. Насыпная плотность зависит от формы полученных электродиспергированных частиц (их гранулометрического состава), шероховатости и других факторов, например, склонности частиц к агломерации.

Цель- исследование насыпной плотности электроэрозионного порошка, полученного из неликвидных пластин титано-вольфрамовой группы сплавов.

Процесс электродиспергирования неликвидных пластин из сплава Т30К4 (рисунок 1) осуществляли на экспериментальной установке (Патент РФ № 2449859) при стандартных режимах, полученную шихту сушили и взвешивали (рисунок 2).



Рисунок 1- Неликвидные пластины из сплава Т30К4



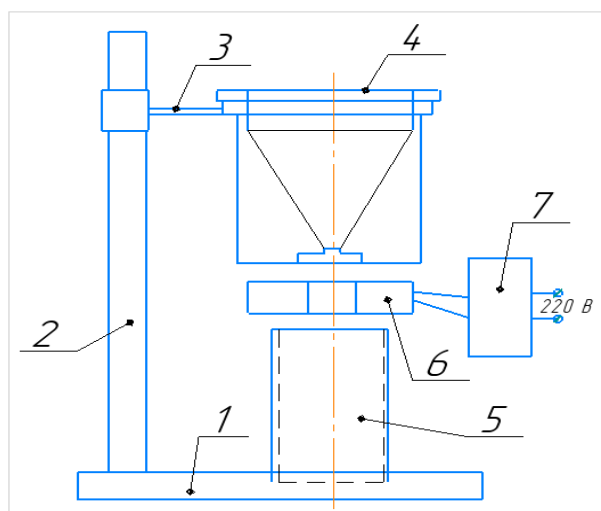
Рисунок 2 – Электроэрозионный порошок из сплава Т30К4

Объемная или Насыпная плотность зависит от размера, формы, влажности и плотности частиц гранул или порошка. В зависимости от данного показателя этого показателя можно рассчитать и представить объем матричных каналов.

Значение насыпной плотности определяли по стандарту (ГОСТ 19440-94 «Определение насыпной плотности») с помощью прибора Холла.

Порядок проведения опыта

Прежде всего подготовили воронку для проведения испытаний. Обезжирили рабочую область воронки, протирая марлей, смоченной в бензине в соответствии с ГОСТОМ 8505. Прежде чем делать серию опытов, через воронку предварительно пропустили 50г исследуемого порошка, что бы удостовериться в равномерном истечении. [3]



1 - основание; 2 - стойка; 3 - держатель воронки; 4 - воронка; 5 - чашка (контейнер) для сбора порошка; 6 - датчик определения времени истечения порошка; 7 - блок измерения и индикации

Рисунок 3 - Схема автоматического прибора для определения текучести порошков

Во время экспериментов испытываемую порцию порошка высыпали в воронку (4), при этом следили, чтобы отверстие воронки было заполнено порошком. Секундомер запускали, одновременно открыв отверстие.

Насыпную плотность вычисляли по формуле(1)

$$P_{ac} = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где P_{ac} - насыпная плотность, (г/см³);

m -масса порошка, г;

V -объем емкости, см³

Полученные результаты приведены в таблице ниже.

Таблица 1 – Насыпная плотность полученного титановольфрамого электроэрозионного порошка

№ опыта	Масса порошка, г	Насыпная плотность, г/см ³
1	58,23	2,32
2	57,67	2,3
3	57,12	2,28

Установлена насыпная плотность порошка, полученного электроэрозией в керосине осветительном – 2,3 г/см³.

Список литературы

1. Грашков, С. А. Влияние химического состава металла сварного шва на его свойства / С. А. Грашков, А. В. Юшков, Е. В. Сазонов // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2022
2. Кончин В.А. Исследование размера электроэрозионных твердосплавных частиц для износостойкой наплавки / Кончин В.А., Агеев Е.В. // Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 76-80.
3. Кончин В.А. Порошковые электроэрозионные материалы для износостойкой наплавки / Кончин В.А., Агеев Е.В. // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 88-93.
4. Калущий Е.С. Зависимость износостойкости железных покрытий от механической обработки / Серебровский В.И., Калущий Е.С., Серебровская Л.Н. // Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 165-168.
5. Исследование химического состава порошков, полученных электроэрозионным диспергированием твердого сплава / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Агеева Е.В., Латыпов Р.А. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 5-1 (38). С. 138а-144.
6. Разработка и исследование высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / С.В. Пикалов, Е.В. Агеев, А.Е. Агеева // Известия

Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. - 2020. – Т. 11. - № 4. - С. 53-67.

7. Метод получения наноструктурных порошков на основе системы WC-Co и устройство для его осуществления / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2010. № 5 (283). С. 39-42.

8. Агеев Е.В. Разработка и исследование технологии восстановления и упрочнения изношенных деталей машин композиционными гальваническими покрытиями с применением в качестве упрочняющей фазы вольфрамсодержащих электроэрозионных порошков микро- и нанодисперсий / Агеев Е.В., Серебровский В.И. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 42-66.

9. Серебровский В.И. Повышение прочности деталей при электроосаждении железных покрытий / Серебровский В.И., Серебровская Л.Н., Калущий Е.С. // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 55-57.

10. Анализ порошков для лазерной наплавки деталей сельскохозяйственной техники / С. А. Грашков, Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 263-267.

11. Упрочняющее легирование электроосажденного железа/ Серебровский В.И., Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П.// вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. с. 68-71.

12. Синтез нечетких решающих правил для прогнозирования и ранней диагностики по прогностическим таблицам с использованием методов рефлексодиагностики/ Серебровский В.И., Коптева Н.А., Крупчатников Р.А., Стародубцева Л.В.// Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2008. Т. 7. № 3. С. 643-648.

13. Упрочнение электроосажденных покрытий цианированием/ Серебровский В.В., Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П., Калущий Е.С.// Электрика. 2015. № 11. С. 31-33.

14. Легирование молибденом электролитического железа/ Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Калущий Е.С., Крюков А.Г.// Региональный вестник. 2016. № 1 (2). С. 45.

15. Использование электроосажденных сплавов на основе железа для упрочнения и восстановления деталей машин/ Серебровский В.И., Серебровский В.В., Блинков Б.С., Калущий Е.С.// Региональный вестник. 2016. № 1 (2). С. 41-43.

Konchin Vladimir A., PhD student

(konchin98@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

DETERMINATION OF BULK DENSITY OF ELECTROEROSIVE TITANIUM-TUNGSTEN POWDER OBTAINED IN KEROSENE CLARIFICATION

This article describes the steps to determine the bulk density of electroerosive titanium-tungsten powder obtained in kerosene clarifier. The bulk density is established.

Keywords: electroerosive charge, ESH, carbide plates, T30K4 alloy, bulk density, Hall device.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ НОВОГО ТИТАНОВОЛЬФРАМОВОГО ТВЕРДОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кончин Владимир Алексеевич, аспирант
(konchin98@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье представлены результаты исследования пористости титановольфрамового твердого сплава, полученного спеканием электроэрозионного порошкового материала.

Ключевые слова: ЭЭС, твердосплавные пластины, сплав Т30К4, титановольфрамовый сплав.

В настоящее время, сплавы из титановольфрамовой группы нашли широкое применение в машиностроении и различных отраслях промышленности [1-18]. Материалы из титановольфрамовой группы обладают рядом весьма ценных свойств, такими как: высокая твердость, прочность, отличными режущими качествами и др. свойствами. благодаря которым их эффективно используют во многих областях сельского хозяйства. Одним из самых перспективных способов рециклинга отходов твердых сплавов – электродиспергирование [4,5]. Наиболее важнейшее технологическое свойство получаемых электродиспергированных порошков пористость. Пористость влияет на физико-механические свойства полученного сплава.

Цель - исследование пористости электроэрозионного порошка, полученного из неликвидных пластин титано-вольфрамовой группы сплавов.

Процесс электродиспергирования неликвидных пластин из сплава Т30К4 осуществляли на экспериментальной установке (Патент РФ № 2449859) при стандартных режимах.

К настоящему времени в современной научной литературе отсутствуют полноценные комплексные сведения о составе, структуре и свойствах диспергированных электроэрозией порошков титановольфрамового сплава, и сплавов на их основе.

Использование приемов стереоскопической металлографии позволяет вычислить удельную поверхность крупных пор, число сферических пор в единице объема, среднее расстояние между порами, средний реальный диаметр сферических пор и др [6, 7].

Результаты исследования пористости образца металлографическим методом представлены на рисунке 2.

Пористость, размер зерна определяли с помощью инвертированного оптического микроскопа OLYMPUS GX51 (рисунок 1).

Этот исследовательский микроскоп предназначен для получения в отражённом свете: светлопольных и темнопольных изображений; изображений дифференциального интерференционного контраста (DIC); изображений в поляризованном свете.



Рисунок 1 – Инвертированный оптический микроскоп OLYMPUS GX51

Таблица 1 – Пористость (металлографический метод)

Площадь анализа, кв. мкм	Пористость, %	$D_{\min}$	$D_{\max}$	D_{med}
79306,3	0,15	0,4	3	0,73

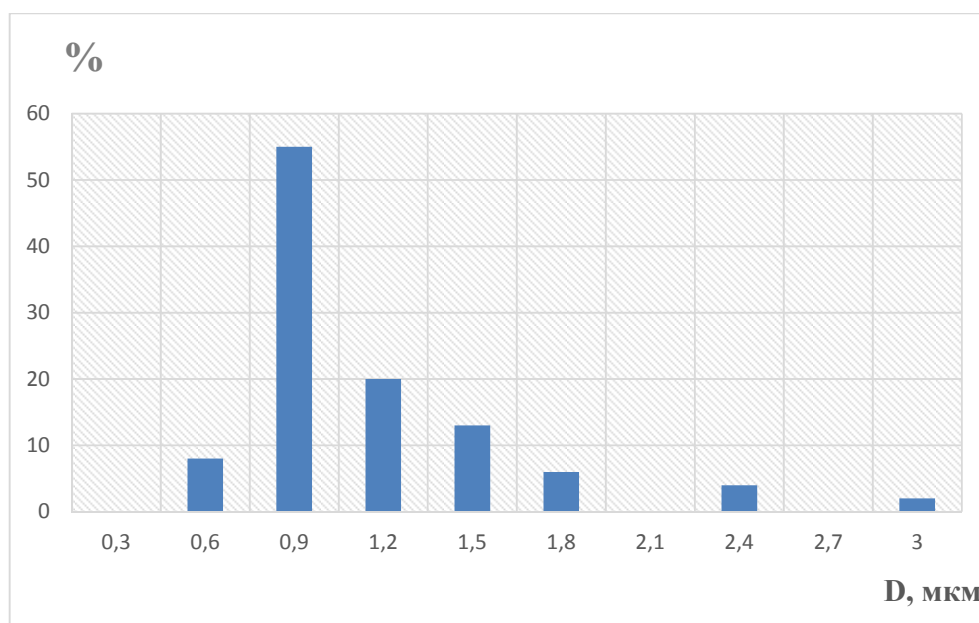


Рисунок 2 – Гистограмма распределения пор по размеру

Экспериментально установлено, что показатель пористости составил 0,15% что, несомненно, положительно скажется на физико-механических свойствах полученного твердого сплава.

Список литературы

1. Кончин, В. А. Порошковые электроэрозионные материалы для износостойкой наплавки / В. А. Кончин, Е. В. Агеев // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 10–11 февраля 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 88-93.
2. Кончин, В. А. Исследование размера электроэрозионных твердосплавных частиц для износостойкой наплавки / В. А. Кончин, Е. В. Агеев // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 76-80.
3. Кончин, В. А. К вопросу о способе повышения ресурса рабочих органов сельскохозяйственных агрегатов, эксплуатируемых в коррозионно-абразивной среде / В. А. Кончин, О. С. Серникова, Е. В. Агеев // Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов : Сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2022 года / Отв. редактор Е.В. Агеев. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 67-70.
4. Микроструктура и элементный состав порошков, полученных в условиях электроэрозионной металлургии отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У в воде / Агеев Е.В., Поданов В.О., Агеева А.Е. // Металлург. 2022. № 5. С. 72-77.
5. Элементный состав высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. Курск, 2021. С. 115-118.
6. Микроструктура высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Актуальные вопросы науки, нанотехнологий, производства. сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 207-210.
7. Фазовый состав высокопрочных быстрорежущих сталей на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава Р6М5 / Пикалов С.В., Агеева А.Е. // В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 150-153.
8. Размерные характеристики частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава Х20Н80 в керосине / Бобков Е.А., Агеева А.Е., Агеева Е.В. // В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 37-40.
9. Получение электрокорунда электродиспергированием алюминиевых отходов / Новиков Е.П., Поданов В.О., Агеева А.Е. // В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 134-138.

10. Получение и исследование порошков из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов электроэрозионным диспергированием / Агеев Е.В., Латыпов Р.А., Агеева Е.В., Давыдов А.А. // Курск, 2013. 200 с.
11. Разработка установки для получения порошков из токопроводящих материалов / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А., Бобрышев Р.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 234-237.
12. Исследование влияния электрических параметров установки на процесс порошкообразования при электроэрозионном диспергировании отходов твердого сплава / Агеев Е.В., Семенихин Б.А., Латыпов Р.А. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5-2. С. 238-240.
13. Особенности технологии восстановления шеек коленчатых валов двигателей камаз-740 с использованием твердосплавных порошков / Агеев Е.В., Сальков М.Е. // Технология металлов. 2008. № 3. С. 41-46.
14. Изучение строения и свойств твердосплавных электроэрозионных порошков, используемых для восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники / Агеев Е.В., Агеева Е.В., Давыдов А.А., Бондарев С.А., Новиков Е.П., Молодкин А.Ю. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 69-72.
15. Определение основных закономерностей процесса получения порошков методом электроэрозионного диспергирования / Агеев Е.В., Агеева Е.В., Чернов А.С., Маслов Г.С., Паршина Е.И. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 1 (46). С. 085-090.
16. Изучение формы и элементного состава порошка, полученного из вольфрамсодержащих отходов инструментальных материалов электроэрозионным диспергированием в водной среде / Агеева Е.В., Агеев Е.В., Карпенко В.Ю. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. № 4 (112). С. 14-17.
17. Исследование алюминиевого порошка, полученного методом электроэрозионного диспергирования в дистиллированной воде / Латыпов Р.А., Агеев Е.В., Агеева Е.В., Новиков Е.П. / Все материалы. Энциклопедический справочник. 2016. № 4. С. 19-22.
18. Морфология и элементный состав медных электроэрозионных порошков, пригодных к спеканию / Агеева Е.В., Хорьякова Н.М., Агеев Е.В. // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 66-68.

Konchin Vladimir A., PhD student

(konchin98@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

POROSITY STUDY OF A NEW TITANIUM TUNGSTEN HARD ALLOY BASED ON ELECTROEROSIVE POWDER MATERIALS

This article presents the results of a study of the porosity of a titanium tungsten hard alloy obtained by sintering an electroerosive powder material.

Keywords: EEG, carbide plates, T30K4 alloy, titanium tungsten alloy.

К УПРОЧНЕНИЮ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ КОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

Коняева Наталья Ивановна, магистрант

Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье рассмотрены износы рабочих органов почвообрабатывающих машин. Рассмотрены особенности износа в зависимости от вида и состава почв рабочих органов почвообрабатывающих машин для основной обработки почвы. Приведены способы упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин. Описан способ упрочнения рабочих органов электролитическим композиционным покрытием.

Ключевые слова: обработка, износ, почва, детали, нагрузка, лемех, диск, плуг, отвал, твердость, наплавка, покрытие, упрочнение.

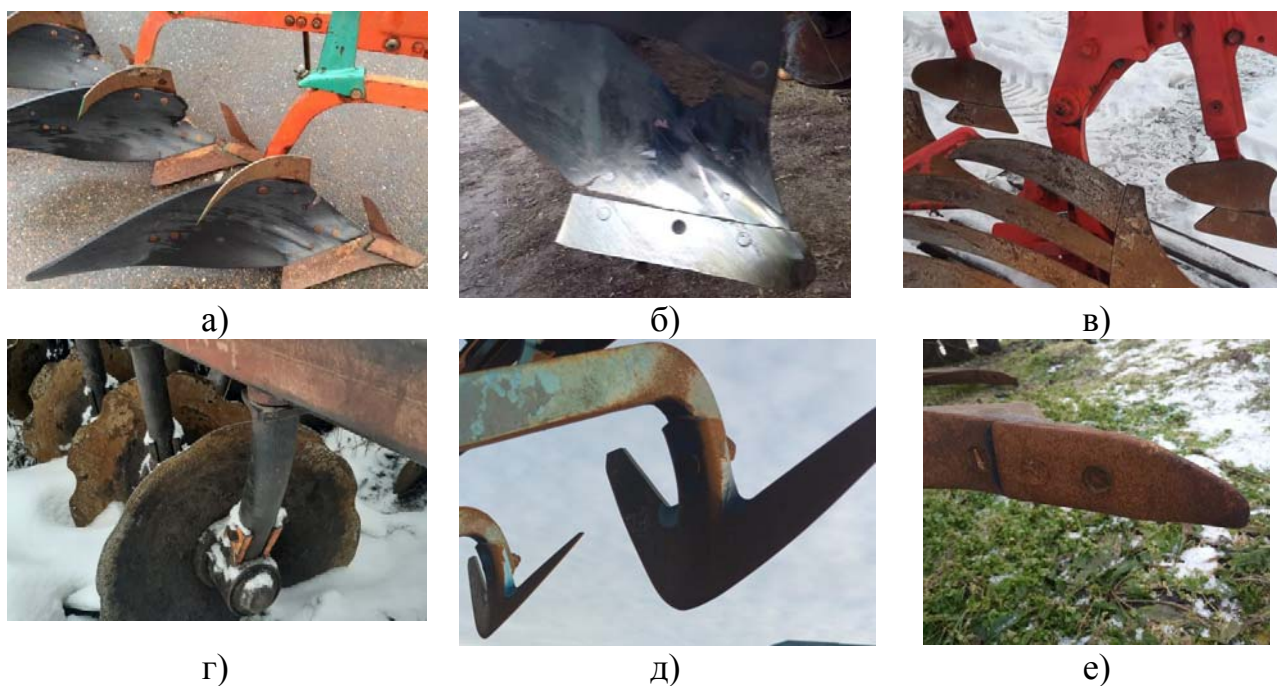
Для многих типовых условий работы деталей машин самым распространенным видом изнашивания является абразивное. Абразивному изнашиванию подвергаются детали и рабочие органы почвообрабатывающих машин, так как в процессе эксплуатации они находятся в непосредственном контакте с твердыми частицами (HV 8 – 11 ГПа), содержащимися в почве. Быстрее всего при вспашке, культивации и других видах обработки почвы изнашиваются и затупляются режущие части рабочих органов сельскохозяйственных машин такие как: лапы культиваторов, лемеха, ножи фрез, полки, диски борон, полевые доски и др. Это приводит к ухудшению качества обработки почвы, снижению производительности труда и увеличению расхода топлива.

Таблица 1 – Зависимость износа лемехов плугов от вида почвы

Почвы, их механический состав	Удельное сопротивление, кг/см	Удельный износ массы лемехов, г/га
Глинистые	0,7–0,8	2–10
Суглинистые:		
тяжелые	0,5–0,7	25–35
средние	0,4–0,5	20–30
легкие	0,3–0,4	10–20
Супесчаные	0,2–0,3	30–50
Песчаные	0,2	70–100
Песчаные каменистые	–	200–300

На рисунке 1 показаны наиболее распространенные износы рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Для примера показаны износы отвалов оборотного плуга, лемехов плуга, лап культиватора, дисков борон, долота.

Влияние структуры и состава почвы на износ рабочих органов почвообрабатывающих машин показан в таблице 1.



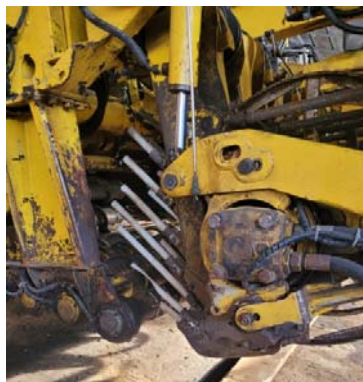
а) изношенные отвалы оборотного плуга; б) износ лемеха плуга; в) износ предплужника; г) диски тяжелой бороны; д) лапы культиватора; е) долото

Рисунок 1 – Изношенные рабочие органы почвообрабатывающих орудий

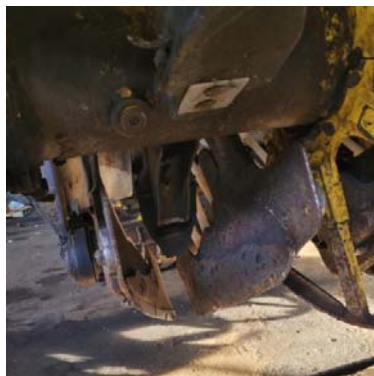
Очевидно, износу больше подвержены работающие органы, работающие в почве, где присутствуют песчаные и каменистые включения. Это говорит о том, что при изнашивании рабочих органов плугов в почве на первое место выходит правило основного закона абразивного изнашивания. Оно заключается в том, что интенсивность изнашивания рабочих органов орудий определяется количеством твердых абразивных частиц, а также степенью их фиксации в почвенной массе [1,2,3]. В основе абразивного изнашивания лежит процесс микрорезания поверхности деталей вершинами абразивных зерен. На интенсивность процесса изнашивания большое влияние оказывает острота граней и их количество. Чем больше острых граней имеют частицы, тем более высокое изнашивающее воздействие они оказывают на поверхность деталей. По некоторым данным ежегодно для поддержания почвообрабатывающих агрегатов в работоспособном состоянии требуется замена следующих деталей: лемехи – 7 млн. шт., полевые доски – 3 млн. шт., отвалы – 2,4 млн. шт.

В настоящее время серийные рабочие органы для почвообрабатывающих машины изготавливают из сталей 65Г, 45 и Л-53, которые в закаленном состоянии имеют твердость (37–43 HRC) и это не обеспечивает достаточной стойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин, что говорит об актуальности применения дополнительной обработки или создания защитных покрытий способных противостоять тяжелым условиям эксплуатации.

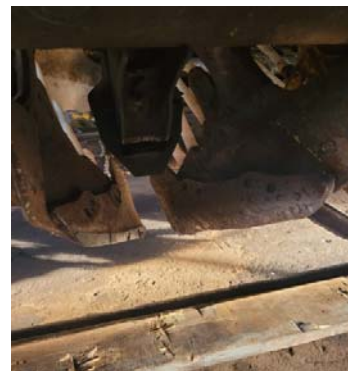
В современных условиях постоянная замена изношенных деталей почвообрабатывающих машин на новые очень дорого и не всегда рентабельно, а иногда и невозможно, особенно это касается импортной техники. Для примера рассмотрим подкапывающие лемеха на комбайнах Holmer, которые показаны на рисунке 2. Такие лемеха стоят перед выкапывающими аппаратами. Всего их на комбайне 12 шт., а стоимость их составляет 250 тыс.руб. В зависимости от вида почвы и погодных условий ресурс этих органов колеблется от 300 до 1000га. Аналоги отечественных производителей работают всего от 50 до 100 га, хотя и стоят порядка 5 тыс.руб. за шт. Поэтому очевидно, что упрочнение и восстановление деталей-аналогов для импортных машин будет намного выгоднее, чем покупка новых оригинальных.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

а) выкапывающий аппарат; б, в) расположение подкапывающих лемехов; г) новый лемех; д, е) изношенные подкапывающие лемеха

Рисунок 2 - Подкапывающие лемеха на свеклоуборочных комбайнах Holmer

Одним из путей обеспечения надежной работы почвообрабатывающих машин является восстановление и упрочнение изношенных рабочих органов. В настоящее время существует большое количество способов и оборудования для восстановления изношенных деталей. Наиболее распространенные способы упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин показаны на схеме рисунка 3. Их можно условно разделить на 5 групп: осаждение, наплавка, напыление, термическая и химико-термическая обработка, наварка. Каждый из них имеет преимущества и недостатки [4,5,6].



Рисунок 3 - Способы упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин

Наибольший интерес представляет гальваническое осаждение износостойких покрытий. В настоящее время увеличение износостойкости гальванических покрытий достигается за счет нестационарных режимов электролиза и добавки в электролит легирующих компонентов [7,8,9]. В качестве электролитического покрытия предлагается применить композиционное покрытие на основе электролитического железа с добавкой в качестве композиционных частиц порошка инструментальной стали ПР-10Р6М5. Электролит получают соединением хлорида железа 350 кг/м^3 , соляной кислотой $1,5 \text{ кг/м}^3$ и порошка ПР-10Р6М5 в количестве 8 кг/м^3 , которые растворяют в дистиллированной воде. Анодом служит малоуглеродистая сталь. Предварительно деталь подвергается обезжириванию венской известью и анодной обработке в растворе 30% серной кислоты. Электроосаждение происходит при температуре 293 К на постоянном токе с катодной плотностью тока 50 А/дм^2 . Для нахождения порошка во взвешенном состоянии, электролит должен постоянно перемешиваться, для чего используются механические мешалки. По-

крытия, полученные из предлагаемого электролита обладают высокой износостойкостью и микротвердостью до 9000 МПа.

Список литературы

1. Коняева Н.И., Коняев Н.В. Особенности износа почвообрабатывающих машин для основной обработки почвы // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах. Под редакцией: В.М. Кузьминой. Курск, 2023. С. 390-393.
2. Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С. К износу деталей сельскохозяйственной техники // В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 469-472.
3. Коняева Н.И., Коняев Н.В. Основные причины выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6 (45). С. 131-138.
4. Коняев Н.В., Коняева Н.И. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6 (45). С. 119-124.
5. Коняева Н.И., Коняев Н.В. Особенности ремонта сельскохозяйственной техники в современных условиях // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6 (45). С. 125-130.
6. Ишков И.О., Коняев Н.В., Блинков Б.С. Способы восстановления изношенных деталей // В сборнике: Будущее науки -2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 467-469.
7. Коняева Н.И., Коняев Н.В. К применению периодического тока при электролитическом восстановлении изношенных деталей // В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 7-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Р. Курск, 2022. С. 495-499.
8. Гукова О.Н., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Степашов Р.В. Применение железо-фосфорных и железо-марганец-фосфорных электролитических покрытий в ремонтном производстве // Региональный вестник. 2015. №1. С. 44-46.
9. Серебровский В.И., Коняев Н.В. Упрочнение деталей машин электроосажденным сплавом железо – фосфор // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2003. № 9. С. 33.
10. Обоснование конструкции светильника для компактных люминесцентных ламп/ Коняев Н.В., Ивашура А.С.// В сборнике: Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. материалы международной научно-практической конференции. 2008. С. 17-19.
11. Обоснование использования альтернативного электроснабжения на примере малых гидроэлектростанций/ Коняев Н.В., Назаренко Ю.В., Степашов Р.В.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 339-344.
12. Обоснование применения энергосберегающих технологий для систем освещения в коровниках/ Коняев Н.В., Фирсов В.С., Блинков Б.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 171-175.
13. Перспективы энергосбережения в микроклимате животноводческих помещений/ Коняев Н.В., Еремин Д.А., Вайцеховский Д.Е.// Региональный вестник. 2018. № 2 (11). С. 17-20.
14. Светодиодная облучательная установка/ Назаренко Ю.В., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Степашов Р.В.// Региональный вестник. 2015. № 1. С. 46-47.

Konyaeva Natalia Ivanovna, student

Konyaev Nikolay Vasilyevich, Cand.Tech.Sci., associate professor

Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russia

TO STRENGTHEN THE WORKING BODIES TILLAGE MACHINES ELECTROLYTIC COMPOSITE COATING

Abstract. *This article discusses the wear of the working bodies of tillage machines. The features of wear depending on the type and composition of soils of the working bodies of tillage machines for basic tillage are considered. The methods of strengthening the working bodies of tillage machines are given. A method of hardening the working bodies with an electrolytic composite coating is described.*

Keywords: *processing, wear, soil, parts, load, plowshare, disc, plow, blade, hardness, surfacing, coating, hardening.*

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ В ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Кострова Вера Николаевна, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежский государственный технический университет,
г.Воронеж, Россия*

Статья посвящена анализу свойств возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник энергии, генерация энергии.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) рассматриваются в виде таких объектов, которые связаны с постоянным образом действующими или периодическим образом появляющимися процессами внутри природы. Еще учитывается жизненный цикл в растительном и животном мире и жизнедеятельность человеческого общества. Можно ВИЭ разделяют по традиционным (использование энергии воды и биомассы) и нетрадиционным (другие виды). Среди ВИЭ можно указать еще и вторичным образом возобновляемые источники энергии [1, 2]. Они будут образовываться как результат человеческой деятельности. Например, выделяют тепловые составляющие по промышленным и бытовым жидким стокам, вентиляционным выбросам, твердым бытовым и прочим отходам. Существуют отходы, которые связаны с промышленными, сельскохозяйственными и другими предприятиями. Помимо этого выделяют промежуточные источники энергии. Среди них можно отметить метан угольных пластов. Его рассматривают в виде продукта химических реакций. Они будут происходить внутри угольных пластов. Если анализировать торфа, то внутри научного сообщества нет возможности для того, чтобы использовать устоявшуюся терминологию по указанному источнику энергии. Он также является ценным органическим удобрением. Следует обратить внимание на то, как исследуются мировые рынки нетрадиционных ВИЭ. Прежде всего, они не так хорошо изучены. С другой стороны, являются более перспективными, если сравнивать с традиционными ВИЭ [3, 4]. В качестве основного преимущества в

нетрадиционных ВИЭ, если проводить сравнение с разными энергоносителями, можно указать их возобновляемый характер. Также существует экологическая чистота. В качестве несомненного достоинства можно отметить еще широкую распространенность многих типов. Другие стимулы, чтобы внедрять нетрадиционные ВИЭ связаны с безопасностью поставок. Также следует учитывать рост цен по ископаемому топливу, разработку необходимых технологий.

Пределы конкурентоспособности нетрадиционных ВИЭ будут находиться в сильной зависимости от того, какие издержки на энергоносители. Если они будут расти появляются возможности применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии [5, 6]. Помимо этого, вследствие ужесточения экологических требований, которое ведет к тому, что будет удорожание в удельных капиталовложениях в строительство широко используемых генерирующих мощностей, однозначным образом будет способствовать тому, что развиваются нетрадиционные ВИЭ. Также по недостаткам нетрадиционных ВИЭ можно выделить следующие:

- более высокая стоимость получаемой энергии по некоторым видам ВИЭ по сравнению с органическим топливом;
- при производстве электроэнергии [7] за счет этих непостоянных источников в промышленных масштабах возникают трудности, связанные с невозможностью постоянного сопряжения производства электроэнергии с ее потреблением (с графиком нагрузки);
- технические сложности могут возникнуть и при интегрировании энергетических установок на базе нетрадиционных ВИЭ в общую силовую сеть;
- малая плотность потока энергии [8] (удельная мощность) и его изменчивость во времени.

Первый фактор приводит к увеличению площадей для энергоустановок, «перехватывающих» поток используемой энергии (например, площадь ветроколеса и т. п.). Это сопряжено с масштабным отторжением участков земли и большой материалоемкости подобных устройств, что приводит, как правило, к увеличению удельных капиталовложений по сравнению с традиционными энергоустановками. Второму фактору (изменчивость во времени) также характерны дополнительные затраты на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии [9, 10].

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.

4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Kostrova Vera Nikolaevna, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

ANALYSIS OF SOME PROPERTIES IN RENEWABLE ENERGY SOURCES

Annotation: The article is devoted to the analysis of the properties of renewable energy sources.

Key words: renewable energy source, energy generation.

О КОГНИТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кострова Вера Николаевна, профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский государственный технический университет,

г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу свойств распределенных источников энергии.

Ключевые слова: распределенный источник энергии, генерация энергии.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) рассматриваются в виде таких объектов, которые связаны с постоянным образом действующими или периодическим образом появляющимися процессами внутри природы. Еще учитывается жизненный цикл в растительном и животном мире и жизнедеятельность человеческого общества. Можно ВИЭ разделяют по традиционным (использование энергии воды и биомассы) и нетрадиционным (другие виды). Среди ВИЭ можно указать еще и вторичным образом возобновляемые источники энергии [1, 2]. Они будут образовываться как результат человеческой деятельности. Например, выделяют тепловые составляющие по промышленным и бытовым жидким стокам, вентиляционным выбросам, твердым бытовым и прочим отходам. Существуют отходы, которые связаны с промышленными, сельскохозяйственными и другими предприятиями. Помимо этого выделяют промежуточные источники энергии. Среди них можно отметить метан угольных пластов. Его рассматривают в виде продукта химических реакций. Они будут происходить внутри угольных пластов. Если анализировать торфа, то внутри научного сообщества нет возможности для того, чтобы использовать устоявшуюся терминологию по указанному источнику энергии. Он также является ценным органическим удобрением. Следует обратить внимание на то, как исследуются мировые рынки нетрадиционных ВИЭ. Прежде всего, они не так хорошо изучены. С другой стороны, являются более перспективными, если сравнивать с традиционными ВИЭ [3, 4]. В качестве основного преимущества в нетрадиционных ВИЭ, если проводить сравнение с разными энергоносителями, можно указать их возобновляемый характер. Также существует экологическая чистота. В качестве несомненного достоинства можно отметить еще широкую распространенность многих типов. Другие стимулы, чтобы внедрять нетрадиционные ВИЭ связаны с безопасностью поставок. Также следует учитывать рост цен по ископаемому топливу, разработку необходимых технологий.

Пределы конкурентоспособности нетрадиционных ВИЭ будут находиться в сильной зависимости от того, какие издержки на энергоносители. Если они будут расти появляются возможности применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии [5, 6]. Помимо этого, вследствие ужесточения экологических требований, которое ведет к тому, что будет удорожание в удельных капиталов-

вложений в строительство широко используемых генерирующих мощностей, однозначным образом будет способствовать тому, что развиваются нетрадиционные ВИЭ. Также по недостаткам нетрадиционных ВИЭ можно выделить следующие:

- более высокая стоимость получаемой энергии по некоторым видам ВИЭ по сравнению с органическим топливом;
- при производстве электроэнергии [7] за счет этих непостоянных источников в промышленных масштабах возникают трудности, связанные с невозможностью постоянного сопряжения производства электроэнергии с ее потреблением (с графиком нагрузки);
- технические сложности могут возникнуть и при интегрировании энергетических установок на базе нетрадиционных ВИЭ в общую силовую сеть;
- малая плотность потока энергии [8] (удельная мощность) и его изменчивость во времени.

Первый фактор приводит к увеличению площадей для энергоустановок, «перехватывающих» поток используемой энергии (например, площадь ветроколеса и т. п.). Это сопряжено с масштабным отторжением участков земли и большой материалоемкости подобных устройств, что приводит, как правило, к увеличению удельных капиталовложений по сравнению с традиционными энергоустановками. Второму фактору (изменчивость во времени) также характерны дополнительные затраты на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии [9, 10].

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Kostrova Vera Nikolaevna, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

ON COGNITIVE MEASUREMENTS OF DISTRIBUTED ENERGY SYSTEMS

Annotation: The article is devoted to the analysis of the properties of distributed energy sources.

Key words: distributed energy source, energy generation.

К ВОПРОСУ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВАЛОВ

Кривоухова Людмила Валентиновна, магистрант
Серебровский Владимир Исаевич, д.т.н., профессор
(e-mail: svi.doc@yandex.ru)

Серникова Ольга Сергеевна, аспирант
(e-mail: olga.sernikova@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В настоящей статье приведены исследования связанные с восстановлением и упрочнением крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники. Даны рекомендации по использованию предлагаемой оснастки ванн для электролитического восстановления деталей машин, а также по режимам электроосаждения.

Ключевые слова: электроосаждение, вал, восстановление, крупногабаритные детали.

Конструкции современных энергонасыщенных сельскохозяйственных машин и тракторов, особенно повышенной мощности, предусматривают использование валов длиной более 1,0 м. Рабочие поверхности валов этих машин в процессе эксплуатации подвергаются интенсивному износу. Наиболее часто встречаемый при ремонте таких валов дефект – износ цилиндрической поверхности.

Одним из способов восстановления валов с износом менее 0,3 мм служит электролитическое хромирование, наиболее полно отвечающее современным требованиям ремонтного производства, способствующее снижению затрат на ремонт машин и повышению их долговечности. Однако при этом хромированию присущи следующие недостатки – малая производительность процесса и неравномерность покрытий [1,2,3,4].

Использование для рассматриваемого случая вневанных проточных методов нанесения хромовых покрытий (анодоструйного, возвратоструйного) и получающего в настоящее время известность гальвано-механического способа является весьма трудоемким и нетехнологичным. Предпочтительным для восстановления таких валов, по нашему мнению, является применение электролитических анодов с использованием сжатого воздуха. Проведенные предварительные исследования применимости известных ваннных способов эжекторного и трубчатоежекторного хромирования выявили их низкую эффективность вследствие невозможности создания интенсивного массообмена значительных объемов электролита в межэлектродном пространстве [5,6].

Для нанесения износостойких хромовых покрытий на крупногабаритные валы разработана специальная технологическая оснастка на основе трубчатого электролитического анода с применением сжатого воздуха по принципу эрлифта. Технологическая оснастка представляет собой систему двухтрубчатых эрлифтных насо-

сов, расположенных по окружности симметрично вокруг вала в виде анода и позволяющих производить эффективную и направленную откачку электролита в больших объемах. Двухтрубчатый эрлифтный насос состоит из откачивающей токопроводящей анодной трубки (изготовленной из трехкомпонентного сплава свинец-сурма-олово) с боковыми откачивающими отверстиями, расположенными со стороны вала и подъемной пластмассовой трубки. При пропуске сжатого воздуха через подъемную трубку происходит откачка отработанного хромового электролита из межэлектродного пространства через боковые отверстия анодной трубки в подъемную трубку, а затем через открытый ее верхний конец – на поверхность ванны. Свежий электролит поступает через пространство между трубчатыми эрлифтными насосами из общего объема ванны.

Осаждение хромовых покрытий производилось из разбавленного саморегулирующегося электролита, состава: 150 кг/м^3 хромового ангидрида и $5...6 \text{ кг/м}^3$ сернокислого стронция, обладающего рядом преимуществ по отношению к известным электролитам, такими как высокая производительность осаждения, пониженная агрессивность к растравливанию участков поверхности деталей, не подвергающихся хромированию, значительная экономия материальных ресурсов за счет снижения концентрации компонентов электролита.

Использование разработанной технологической оснастки оценивалось производительностью процесса хромирования, равномерностью покрытия, чистотой поверхности и другими основными физико-механическими свойствами [7,8,9].

Полученные результаты показали, что скорость осаждения хромовых покрытий составляет $100...120 \text{ мкм/час}$, равномерность – $0,85...0,95$, чистота поверхности при толщине покрытия $0,1...0,3 \text{ мм}$ находится в пределах $R_a=0,63...0,3 \text{ мкм}$, при этом уменьшается наводороживаемость и повышаются упруго-пластические и другие качества хромовых осадков. Микротвердость хромовых покрытий $11,0...12,0 \text{ ГПа}$. Оптимальный режим осаждения: плотность тока $11...14 \text{ кА/м}^2$, температура электролита $60...62 \text{ }^\circ\text{C}$, расход сжатого воздуха $5...6 \text{ м}^3/\text{час}$ при давлении $12...14 \text{ кПа}$. Повышение производительности процесса и улучшение свойств хромовых покрытий происходит, как и во всех известных проточных способах хромирования, вследствие увеличения рабочих плотностей тока и образования мелкодисперсной, плотно упакованной структуры электролитического хрома при интенсивном обмене электролита [10,11].

Опытно-производственные испытания разработанной технологической оснастки для восстановления хромированием валов-роторов длиной порядка $1,0 \text{ м}$, электродвигателей агрегатов для приготовления витаминизированной муки в животноводческом производстве и др., а также судовых валов, длиной $1...4 \text{ м}$ показали ее высокую эффективность, надежность в эксплуатации и возможность интенсифицировать процесс осаждения и повышения качества хромовых покрытий.

Список литературы

1. Серебровская Л.Н., Калущий Е.С., Блинков Б.С., Серебровский А.В. Упрочнение восстановленных деталей машин электроосажденными бинарными покрытиями на основе железа // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 301-308.
2. Блинков Б.С., Серебровский В.В., Калущий Е.С. Электроосаждение сплавов на основе железа // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 67-70.
3. Калущий Е.С., Серебровский В.И., Серникова О.С. Анализ процесса изнашивания покрытий // В сборнике: Современные материалы, техника и технология. сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 183-185.
4. Изменение структуры электроосажденных железных покрытий в процессе трения и износа / Серебровский В.И., Калущий Е.С., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П., Петренко А.А., Монастырев Н.Ю. // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 344-348.
5. Калущий Е.С., Сафронов Р.И., Мамонова Л.Г. Сцепляемость железных покрытий полученных в проточном электролите // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 69-72.
6. Калущий Е.С., Кончин В.А., Шатохина Д.Н. Исследование прочности сцепления при восстановлении деталей машин электроосажденными покрытиями на основе железа // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 43-46.
7. Установка для восстановления посадочных мест крупногабаритных корпусных деталей / Серебровский В.И., Блинков Б.С., Коняев Н.В., Калущий Е.С., Назаренко Ю.В. // Патент на полезную модель RU 174160 U1, 05.10.2017. Заявка № 2017100714 от 10.01.2017.
8. Блинков Б.С., Серебровский В.В., Калущий Е.С. Исследование прочности сцепления электролитических сплавов на основе железа с основным металлом // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 8. С. 222-223.
9. Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Калущий Е.С. Электроосаждение легированных железных покрытий // В сборнике: Достижения научно-технического прогресса агропромышленному комплексу. материалы Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2017. С. 69-77.
10. К вопросу о сцепляемости электроосажденных покрытий с основным металлом / Серебровский В.И., Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П., Калущий Е.С., Бабичев А.С. // В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 216-218.
11. Серебровский В.И., Серебровский В.В., Сафронов Р.И., Калущий Е.С. К вопросу об усталостной прочности деталей, восстановленных электроосажденным железом // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 48-50.
14. Повышение прочности деталей при электроосаждении железных покрытий/ Серебровский В.И., Серебровская Л.Н., Калущий Е.С.// В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 55-57.

15. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа/ Калуцкий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С., Должиков Г.В.// Сельский механизатор. 2016. № 5. С. 35-37.
16. Упрочнение восстановленных деталей машин электроосажденными бинарными покрытиями на основе железа/ Серебровская Л.Н., Калуцкий Е.С., Блинков Б.С., Серебровский А.В.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 301-308.
17. Электроосаждение сплавов на основе железа/ Блинков Б.С., Серебровский В.В., Калуцкий Е.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 67-70.
18. Исследование факторов, влияющих на качество электролитических покрытий/ Калуцкий Е.С., Иванов Е.А., Петрухин М.В., Петрусенко Е.А.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 300-306.
19. Упрочнение электроосаждённого железа бором/ Калуцкий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 78-80.

Krivoukhova Lyudmila Valentinovna, undergraduate

Serebrovsky Vladimir Isaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor

(e-mail: svi.doc@yandex.ru)

Sernikova Olga Sergeevna, post-graduate student

(e-mail: olga.sernikova@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova

TO THE QUESTION OF INTENSIFICATION OF RECOVERY OF LARGE-SCALE SHAFTS

This article presents studies related to the restoration and hardening of large parts of agricultural machinery. Recommendations are given on the use of the proposed equipment of baths for the electrolytic reduction of machine parts, as well as on the modes of electrodeposition.

Key words: electrodeposition, shaft, restoration, large parts.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ КОЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

Круберг Елизавета Карловна, студент

(e-mail: liza.kruberg@yandex.ru)

Ромодановская Мария Павловна, к.х.н., доцент

(e-mail: romodanovskaya@mail.ru)

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Проведены анализ и оценка дополнительных рисков Кольской атомной электростанции в условиях санкций. Предложены мероприятия по снижению рисков.

Ключевые слова: оценка рисков, условия санкций, Кольская атомная электростанция.

Риск-ориентированный подход направлен на достижение целей организации за счет снижения рисков. Управление рисками позволяет идентифицировать риски,

выявлять их источники, оценивать вероятность реализации и тяжесть последствий и разрабатывать мероприятия по снижению или устранению воздействия.

В атомной промышленности наиболее распространены стратегические, операционные, финансовые, управленческие риски, а также риски промышленной опасности.

В данной работе проводился анализ и оценка дополнительных рисков Кольской АЭС (КАЭС), вызванных применением санкций и ответных санкций.

Параметры рисков - вероятность реализации P_i и тяжесть последствий E_i - оценивались экспертным методом по пятибалльной шкале [1]. Оценка уровня риска R рассчитывалась как произведение вероятности его реализации на тяжесть последствий

$$R_i = P_i \cdot E_i.$$

Параметры оценки дополнительных рисков в условиях санкций внесены в реестр рисков предприятия. Предложены мероприятия по управлению рисками (таблица 1).

Таблица 1 – Реестр дополнительных рисков, обусловленных санкциями, и план мероприятий по их снижению

№ риска	Классификация риска	Процесс	Описание риска	Вероятность риска (1-5)	Последствия риска (1-5)	Оценка риска (1-25)	План мероприятий по управлению риском
1	Операционные риски	Прогнозирование и продажи	Снижение (прекращение) отпуса электроэнергии зарубежным потребителям	5	4	20	Мониторинг и увеличение электропотребления другими крупными потребителями
2	Финансовые риски	Продажи электроэнергии	Снижение объемов выручки	5	4	20	Расширение возможностей доступа малых и средних предприятий к закупкам
3	Риски управления	Стратегическое развитие	Несоответствие предложений КАЭС реальным возможностям	4	4	16	Увеличение объемов реализации тепловой энергии
4	Риски управления	Управление МТО и закупками	Нарушение процесса управления стоимостью закупок	4	4	16	Корректировка порядка формирования Плана закупок и процедур закупок, использование импортозамещения, автоматизация МТО
5	Риски безопасности	Управление промышленной безопасностью	Возникновение инцидента	2	3	6	Разработка и реализация «Программы по повышению уровня промышленной безопасности на среднесрочную перспективу»

Риск считается значимым при оценке риска R от 15 до 25 баллов, контролируемым - при оценке от 6 до 12 баллов, приемлемым – при оценке от 1 до 5 баллов.

Матрица оценки дополнительных рисков в системе координат «последствия-вероятность» представлена на рисунке 1.

Данные таблицы 1 и рисунка 1 показывают, что значимыми являются риски R1, R2 (оценка 20 баллов) и риски R3, R4 (оценка 16 баллов). Риск R5 (оценка 6 баллов) считается контролируемым.

Если не будут приняты меры по устранению рисков, месячный ущерб предприятия от наиболее значимых рисков (R1, R2, R3, R4) составит более 200 миллионов рублей.

Вероятность риска	1	2	3	4	5
	2	4	6 R5	8	10
	3	6	9	12	15
	4	8	12	16 R3,4	20
	5	10	15	20 R1,2	25
Последствия риска					

Рисунок 1 – Матрица оценки дополнительных рисков КАЭС в условиях санкций

Проведенный анализ дополнительных рисков предприятия в условиях санкций позволил оценить примерный ущерб в случае реализации наиболее значимых рисков и разработать мероприятия, направленные на снижение вероятности реализации рисков и минимизацию их последствий.

Список литературы

1. Паспорт процесса ИСУ Кольской АЭС «Управление рисками». КОЛ-ПП-УПР.00.00.00.

Kruberger Elizaveta Karlovna, student

Vladimir state university, Vladimir, Russia

Romodanovskaya Mariya Pavlovna, Cand. Chem. Sci., associate professor

Vladimir state university, Vladimir, Russia

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE RISKS OF THE KOLA NUCLEAR POWER PLANTS UNDER SANCTIONS

Abstract. The analysis and assessment of additional risks of the Kola Nuclear Power Plant under the sanctions were carried out. Proposed measures to reduce risks.

Keywords: risk assessment, sanctions conditions, Kola nuclear power plant.

УДК 489.017

**АНАЛИЗ РЫНКА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПО ОЧИСТКЕ САЛОНА
ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В Г. КУРСК****Кузнецова Любовь Петровна**, к.х.н., доцент*Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия**(e-mail: lubakk8@list.ru)***Полянская Жанна Алексеевна**, магистр*Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия**(zhanna_polyanskaya@mail.ru)***Толмачева Софья Валерьевна**, школьник*школа №20 имени А.А. Хмелевского, г. Курск, Россия*

В данной статье представлен анализ рынка оказания услуг по очистке салона легковых автомобилей в г. Курск. Проведен сравнительный анализ цен на услуги по очистке салонов автомобилей наиболее популярных автомоек г. Курск, а также сравнение цен со средней заработной платой курян.

Ключевые слова: автомобиль, очистка салона, автомойка, анализ, стоимость

На сегодняшний день в городе Курск насчитывается около семидесяти организаций, предоставляющих услуги по очистке салона автомобиля. В большинстве случаев это автомойки, но стоит учитывать, что не каждая такая организация может предложить очистить автомобиль не только снаружи, но и внутри.

Рассматривая карту города, можно сделать вывод, что в каждом районе представлен данный вид услуг. Причем есть здоровая конкуренция, так как выбор не ограничивается парой организаций (рисунок 1).

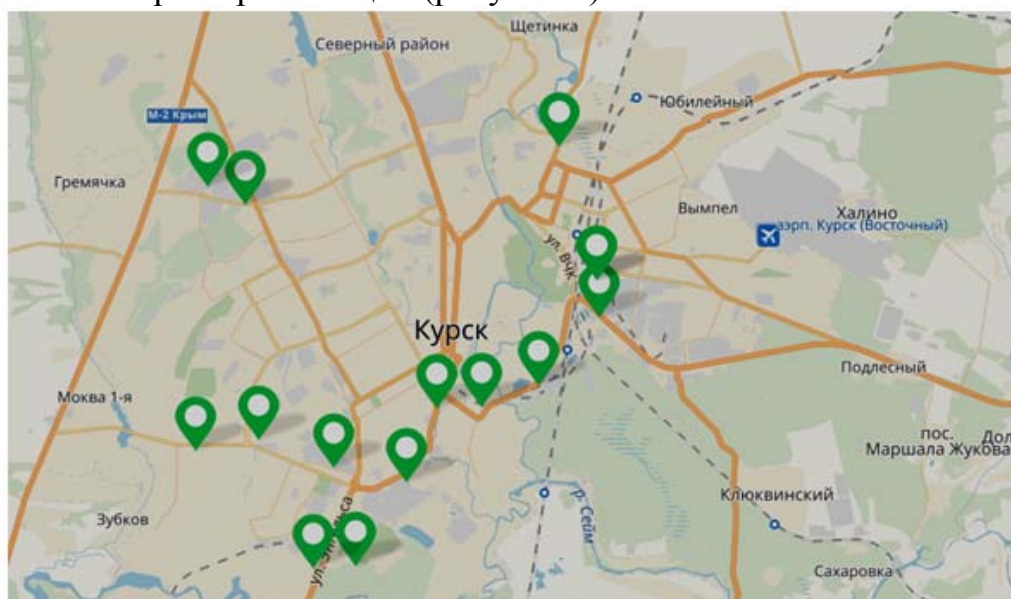


Рисунок 1 – Расположение организаций, занимающихся

профессиональной автохимчисткой на карте города Курска

Целью любого бизнеса является максимизация прибыли, возникает необходимость рассмотрения диапазона цен на услуги по очистке салона автомобиля в городе Курске.

Объем салона различных автомобилей варьируется, и на очистку внедорожника понадобится больше времени и средств, чем на уборку в малолитражке, то необходимо подстраивать цены в зависимости от формы кузова. Наиболее распространено деление на: легковой, кроссовер, внедорожник [1-3].

Для определения средней цены на тот или иной вид услуги воспользуемся прайс-листами автомоек: «Форсаж», «АвтоПрофиль», «FORSAGE», «autoservice46» и «Гараж». Так как перечень выполняемых работ не может полностью совпадать, то сравнивать цены необходимо по основным и наиболее трудоемким процедурам. Цены на услуги в рублях приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ цен на услуги по очистке салонов автомобилей

	Тип	Комплексная	Потолок	Сиденье 1 шт.	Пол	Дверь	Багаж- ник
«Форсаж»	Л	2900	500	250	600	200	400
	К	3150	550	250	700	200	420
	В	3500	600	250	800	200	450
«АвтоПрофиль»	Л	4000	600	250	600	150	400
	К	4500	700	300	700	170	450
	В	5000	800	350	800	200	500
«FORSAGE»	Л	3000	600	200	550	100	300
	К	3200	650	250	600	120	350
	В	3500	650	250	650	130	400
«autoservice46»	Л	2600	500	200	500	150	300
	К	2900	550	300	500	150	300
	В	3000	600	300	550	150	300
«Гараж»	Л	3000-3500	600	250	600	150	500
	К		650				
	В		650				
Среднее значение цены на услугу	Л	3100	560	230	570	150	380
	К	3450	620	270	620	158	404
	В	3700	660	280	680	166	430

Для сравнения цены на услуги представлены для трех видов: легковой, кроссовер и внедорожник. Данные типы автомобилей обозначены в таблице по первым заглавным буквам.

Проанализировав цены можно сделать вывод, что цена на комплексную химчистку колеблется в диапазоне от 2600 до 5000 рублей. Среди организаций чистая конкуренция. Цена зависит в основном от закупленного оборудования и перечня работ, входящих в услугу, при этом владельцы не могут поднять стоимость намного выше среднестатистической.

Что бы выяснить, является ли данная услуга дорогостоящей или же достаточно доступной для большей части населения сравним её с уровнем средней заработной платы. На 1 марта 2023 года зарплата в Курске составляет 42790 Р. В микропредприятиях, численностью работников до 15 человек - средняя зарплата составляет 25670 Р, в малых предприятиях с численностью сотрудников до 100 человек – 38510 Р, а в средних компаниях с численностью от 100 человек 47070 Р. В крупных предприятиях в Курске, численностью от 250 человек, зарплата составляет 59 900 Р. В бюджетной сфере в Курске средняя зарплата составляет 34 230 Р [4]. Так как в Российской Федерации довольно сильная дифференциация доходов, то целесообразнее сравнивать дороговизну автохимчистки с нижней границей – 25670 рублей. Тогда получается, что стоимость автохимчистки составляет 10% от заработной платы. Это не большой процент, но если учитывать прочие расходы, с которыми автовладельцы сталкиваются каждый день (бензин, запчасти, мойка автомобиля), то данная цена уже ощутимо «бьет по карману».

Конечно, можно ежемесячно откладывать на данную процедуру небольшую сумму, но так мало кто будет делать, потому что если люди и накапливают средства, то на более дорогостоящие и важные вещи.

Следовательно, можно сделать вывод, что для большей части населения данная услуга является дорогостоящей. Что бы популяризовать и распространить данный вид услуги, а также заручиться обширной клиентской базой необходимо снижать цены, но это может привести к нерентабельности автомойки. Поэтому необходимо изучить все способы экономии и выбрать оптимальный вариант.

Список литературы

1 Полянская, Ж.А. Оборудование для химчистки салона легковых автомобилей [Текст] / Полянская Ж.А., Брежнев М.С. // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее: сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции (20-21 октября 2022 года), в 4-х томах, Том 4. Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2022, С. 246-249.

2 Полянская, Ж. А. Материалы обивки салона легкового автомобиля и способы их очистки [Текст] / Полянская Ж.А., Толмачева С.В., Кузнецова Л.П. // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2022): сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции (18 ноября 2022 года)/ редкол.: Е.В. Агеев (отв. ред.) [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2022. – С. 217-221.1.

3 Кузнецова, Л.П. Ресурсосберегающие технологии на автотранспортном предприятии [Текст] / Кузнецова Л.П., Пронин М.С. // В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии сборник статей III Международной научно-технической конференции. ответственный редактор: Е.В. Агеев. 2011. С. 86-91.

4 <https://bdex.ru/kurskaya-oblast/kursk/>

Kuznetsova Lyubov Petrovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Southwestern State University, Kursk, Russia

Polyanskaya Zhanna Alekseevna, master,
Southwestern State University, Kursk, Russia

Tolmacheva Sofya Valerievna, schoolboy,
School No. 20 named after A.A. Khmelevsky, Kursk, Russia

MARKET ANALYSIS FOR PROVISION OF SERVICES FOR CLEANING THE INTERIOR OF PASSENGER CARS IN KURSK

Abstract. This article presents an analysis of the market for the provision of services for cleaning the interior of cars in Kursk. A comparative analysis of prices for services for cleaning car interiors of the most popular car washes in Kursk, as well as a comparison of prices with the average salary of Kursk residents, was carried out.

Keywords: car, interior cleaning, car wash, analysis, cost

НОВОЕ В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

Латышенко Надежда Михайловна, к.т.н., доцент
(t921621@mail.ru)

Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия

В процессе эволюции системной электроэнергетики (ЭЭС) вопросы управления электроснабжением и непрерывного энергоснабжения потребителей становятся все более острыми. Сетевые устройства накопления энергии (СНЭ), предназначены для повышения эффективности управления ЭЭС и играют важную роль в реализации концепции умной сети электроснабжения.

Ключевые слова: мировая энергетика, технологическая революция, накопители электроэнергии.

Спрос на электроэнергию быстро увеличился за последние десятилетия из-за экономического роста, увеличения численности населения и индустриализации, быстроразвивающихся стран во всем мире. Некоторые страны сталкиваются с трудностями в удовлетворении такого спроса на электроэнергию. Сейчас энергия вырабатывается и потребляется в один и тот же момент времени. Мы потребляем энергию неравномерно, есть четко выраженный пик потребления днем, четко выраженное падение ночью. По мнению большинства экспертов, работающих в энергетике, следующие технологическая революция будет связана именно с полномасштабным внедрением накопителей электроэнергии [1-5,7,9,11,13].

Энергию можно будет накопить в часы, когда потребление снижается, и выдавать ее в сеть в часы пиковой нагрузки. Такая система позволит существенно снизить затраты на производство электроэнергии и обслуживания станций. Учёные уверены, что промышленные накопители энергии помогут полностью перевернуть

мировую энергетику, позволив сократить и оптимизировать расходы [6,8,10,12-18].

В мире наблюдается тенденция перехода на использование возобновляемых источников энергии, таких, как энергия воды, ветра и солнца. Тем не менее, выработка электроэнергии от них напрямую зависит от погодных условий.

Решением проблемы стали накопители энергии, которые сделали возможным запасать энергию, полученную в солнечные и ветряные дни. Это позволяет избегать перебоев и обеспечить стабильность функционирования энергосистемы. Этот пример отлично иллюстрирует история самого большого в мире литий-ионного (Li-Ion) аккумулятора, созданного компании Tesla (рисунок 1) в Южной Австралии, где широко используются возобновляемые источники энергии, что в пасмурные и безветренные дни, приводило к массовым отключениям или краткому удорожанию стоимости электроэнергии за счёт использования газовых генераторов. Илон Маск построил аккумулятор ёмкостью 100 МВт, что полностью решила проблему с электроснабжением.



Рисунок 1 - Аккумулятор Tesla

Тарифы на свет после введения в эксплуатацию батарейки упали в регионе на 75 %, а жители штата теперь не жалуются на перебои с электричеством.

Подобные накопители энергии, правда, меньшего размера функционируют также в США, Италии и Великобритании, Новой Зеландии и некоторых других странах. Мировой тренд использования накопителей в энергетике постепенно приобретает популярность и в России. Роснано, РЖД и русэнергообит в рамках соглашения о сотрудничестве совместно разрабатывают накопители электроэнергии для внедрения на сети железных дорог нашей страны. Батарея на железных дорогах позволит повысить энергоэффективность, снизить затраты благодаря аккумуля-

лированию энергии в дешёвые часы и увеличить пропускную способность на некоторых участках железных дорог [19,20].

Установлено, что применение систем хранения энергии возможно в трёх случаях - устройство хранения электроэнергии целесообразно устанавливать на длинных участках, чтобы поддерживать необходимый уровень напряжения, чем длиннее участок железнодорожных путей, тем больше напряжение падает по мере отдаления от подстанции. Установление в специальных местах накопителей позволит нивелировать эти потери. Второй случай, когда у линии есть предел по мощности - пропускной способности.

Применение новой технологии позволит сократить интервалы между поездами и повысить пропускную способность участков, так как поезда смогут разгоняться быстрее благодаря большему доступному объёму энергии. Третий вариант предполагает использование в чрезвычайных ситуациях, например, в случае падения напряжения, приводящего к остановке поезда. Использование системы хранения энергии позволит поезду покинуть тоннель и эвакуировать пассажиров [21].

Подобные технологические решения будут использованы впервые в мире. Но необходимость в реализации этого проекта все же есть.

Список литературы

1. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоёмкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

2. Результаты исследований температурно-влажностного режима хранения зерна в герметичном металлическом контейнере с регулируемой воздушной средой, установленного на открытой площадке под навесом / М. Б. Латышенков, Н. М. Латышенков, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 163-167.

3. Слободскова, А. А. Результаты исследования влияния времени на процесс смешивания концентрированных кормов без использования активатора / А. А. Слободскова // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий, Якутск, 10 ноября 2020 года. – Якутск: Дани-Алмас, 2021. – С. 159-163.

4. Каширин, Д. Е. Энергосберегающая установка для сушки перги / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова, Е. А. Соловьева // Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 72-75.

5. Полякова, А. А. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе / А. А. Полякова, Д. Е. Каширин, М. Ю. Костенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 1061-1070. – DOI 10.21515/1990-4665-128-073.

6. Применение акселерометров для определения точного режима движения кормораздатчика / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенков, Е. С. Семина, С. О. Фатьянов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с междуна-

родным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 205-207.

7. Использование электротехнологий для увеличения урожайности огурцов в тепличных условиях / Д. И. Сигунов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 142-145.

8. Каширин, Д. Е. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров смесителя - обогатителя концентрированных кормов на энергоёмкость процесса смешивания / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 9(120). – С. 107-113.

9. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / Д. Е. Каширин, А. М. Алешов, М. В. Мануев, А. А. Полякова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 178-182.

10. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока / Н. В. Бышов, И. Е. Куцев, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 21-26.

11. Исследование производительности шнекового смесителя / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 158-160.

12. К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере / М. Б. Латышенков, В. А. Макаров, Н. М. Латышенков, А. А. Слободскова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 2(43). – С. 62-67. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-62-67.

13. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 135-140.

14. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, А. Д. Егоров, В. А. Корнеев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 153-157.

15. Полякова, А. А. Исследование производительности смесителя-обогатителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства, Воронеж, 25 декабря 2015 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Том Часть II. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277-280.

16. Куцев, И. Е. Результаты лабораторных исследований смешивания дробленых компонентов кормосмесей в миксере с электроприводом / И. Е. Куцев, А. А. Полякова // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20–21 мая 2014 года – С. 50-52.

17. Полякова, А. А. Использование акселерометров для определения технологических параметров миксера кормораздатчика / А. А. Полякова // . – 2015. – № 2(26). – С. 112-115.
18. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-3-40-46.
19. Латышенко, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года. – С. 53-56.
20. Бышов, Н. В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика / Н. В. Бышов, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 114-116.
21. К вопросу эффективности мокрого электрофильтра при очистке воздуха / А. А. Слободскова, С. О. Белименко, И. А. Суслов [и др.] // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. редактор Т.Х. Жураев. – Курск: "Дурдона" ("Sadridin Salim Buxoriy" Durdona nashriyoti), 2020. – С. 411-413.

*Latyshenok Nadezhda Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

NEW IN POWER SYSTEM MANAGEMENT

In the process of evolution of the system electric power industry (EES), the issues of power supply management and continuous power supply to consumers are becoming more and more acute. Network energy storage devices (SNES) are designed to improve the efficiency of EES management and play an important role in the implementation of the concept of a smart power supply network.

Keywords: world energy, technological revolution, electric power storage.

К ВОПРОСУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Латышенко Надежда Михайловна, к.т.н., доцент
(t921621@mail.ru)*

*Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия*

Данная статья посвящена научному обоснованию гармонических составляющих в электрической цепи, причине их появления и рассмотрению стандартов в области качества электроэнергии.

Ключевые слова: гармоники, несинусоидальный ток и напряжение, ряд Фурье.

Что же такое гармоники? Во-первых, необходимо все таки вспомнить, что сама по себе гармоника это искусственное математическое понятие. В реальности все-таки существует нелинейная нагрузка (рисунок 1), это такая нагрузка, которая из сети начинает потреблять несинусоидальный ток в случае, если даже на вход подается синусоидальное напряжение [1-6,8,19].

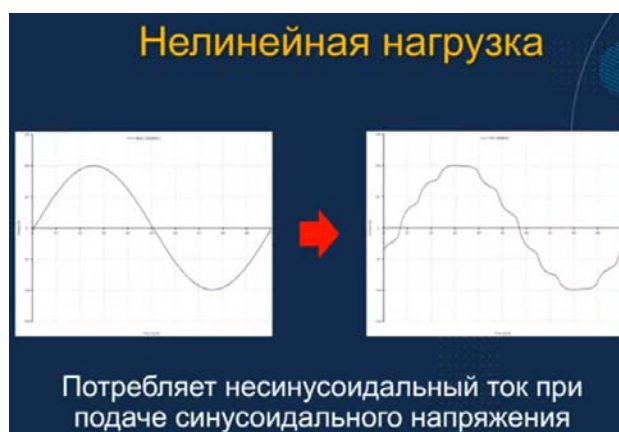


Рисунок 1 – Графическое понятие гармоники

Если в сети возникает несинусоидальный ток, он создаёт несинусоидальное падение напряжения, что в итоге делает напряжение во всех электрически связанных узлах сетей несинусоидальным, то есть искажённым. А это, соответственно, вызывает потребление несинусоидального тока даже линейными нагрузками и в некоторых случаях это приводит к значительному ущербу. В чем же заключается проблема с точки зрения наличия несинусоидальных токов и напряжений, но, во-первых, из-за искажения синусоиды возрастают токи в кабелях, линиях электропередач трансформаторах, снижается коэффициент мощности ($\cos \varphi$). Возникают добавочные потери из-за вихревых токов из-за того, что появляются составляющие на более высоких частотах, ухудшается режим работы и увеличивается износ

двигателя, в том числе из-за возникновения различных вибраций, а также повышенного нагрева, а еще одной из очень важных составляющих — это значительный перегрев батареи конденсаторов. С ростом частоты снижается сопротивление батареи конденсаторов, и это на высоких частотах вызывает их значительный перегрев и перегрузку [7,9-12].

Что является основным источником несинусоидальных токов в энергосистеме: во-первых, это всевозможные статические преобразователи, их можно разделить на устройства, которые работают в самых разных отраслях. Один из наиболее значимых объектов — это железная дорога. Речь идет о системе тягового электропитания и постоянного тока, где очень мощные статические преобразователи устанавливаются непосредственно на подстанциях. Так и системы тягового электропитания переменного тока, где преобразователи устанавливаются на электроподвижном составе. Это всевозможные менее мощные преобразователи, том числе это частотно регулируемый привод, это всевозможные импульсные устройства, в том числе компьютерная техника, а также мощные дуговые печи. Следующий вопрос какой возникает, каким образом мы можем определить наличие ущерба возможного в случае, несинусоидальных токов и напряжения, как вообще анализировать такую сеть. Очень давно был внедрен общепринятый метод расчета — это разложение периодической несинусоидальной функции в тригонометрический ряд Фурье. То есть, иначе говоря, это разложение некоторой несинусоидальной кривой на набор синусоид разных частот. Именно вот эти синусоиды и называют гармониками, или иначе говоря, гармоническими составляющими [13-18].

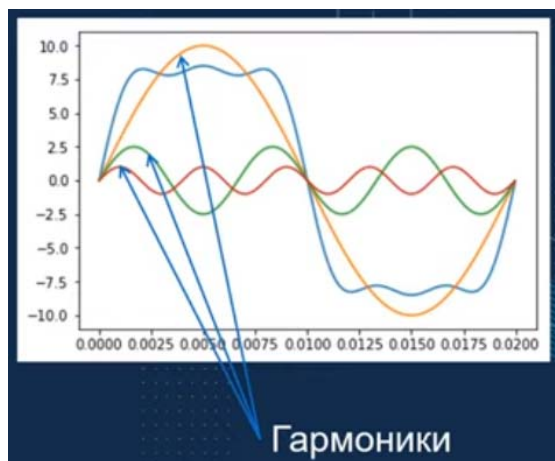


Рисунок 2 - Разложение несинусоидальной кривой

Стоит так же рассмотреть основные стандарты в области качества электроэнергии. Во-первых, это ГОСТ 32144-2013 года, это стандарт IEEE 519 2014 года и это ИЕС 61000-3-6:2008. Рассмотрим отличия стандартов друг от друга. Начнем с ГОСТа 32144-2013, где необходимо знать одно базовое понятие в этом ГОСТе, на

основе которого анализируется искажение с точки зрения гармонических составляющих и не симметрия, и ещё ряд других параметров — это понятие точки передачи электрической энергии. Это понятие описано в этом стандарте в пункте 3.1.6, то есть это точка, которая находится на линии раздела объектов электроэнергетики по признаку собственности. То есть фактически это вводная шина высокого напряжения. Особенность ГОСТа с точки зрения учета гармонических составляющих — это то, что учитываются исключительно искажения по напряжению. Это означает, что несинусоидальный ток не нормируется вообще, но нормируется искажение напряжения, которое он вызывает. В данном ГОСТе учитываются так же все гармоники до 40 порядка. Теперь в сравнении перейдем к стандартам IEEE 519 2014 и IEC 61000-3-6:2008. В стандарте IEC 61000-3-6:2008 нормируются и гармоники напряжения и гармоники тока. То есть в какой-то мере данный стандарт схож с ГОСТ, но в то же время есть отличия. А вот в IEEE 519 2014 есть очень любопытное отличие - у них жёстко нормируется допустимый уровень гармоник тока, в зависимости не только от номера гармоники, но еще и в зависимости от мощности сети, через которую питается данное конкретное присоединение [20].

Список литературы

1. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоёмкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.
2. Результаты исследований температурно-влажностного режима хранения зерна в герметичном металлическом контейнере с регулируемой воздушной средой, установленного на открытой площадке под навесом / М. Б. Латышенок, Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 163-167.
3. Слободскова, А. А. Результаты исследования влияния времени на процесс смешивания концентрированных кормов без использования активатора / А. А. Слободскова // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий, Якутск, 10 ноября 2020 года. – Якутск: Дани-Алмас, 2021. – С. 159-163.
4. Каширин, Д. Е. Энергосберегающая установка для сушки перги / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова, Е. А. Соловьева // Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 72-75.
5. Полякова, А. А. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе / А. А. Полякова, Д. Е. Каширин, М. Ю. Костенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 1061-1070. – DOI 10.21515/1990-4665-128-073.
6. Применение акселерометров для определения точного режима движения кормораздатчика / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенок, Е. С. Семина, С. О. Фатьянов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с междуна-

родным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 205-207.

7. Использование электротехнологий для увеличения урожайности огурцов в тепличных условиях / Д. И. Сигунов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 142-145.

8. Каширин, Д. Е. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров смесителя - обогатителя концентрированных кормов на энергоёмкость процесса смешивания / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 9(120). – С. 107-113.

9. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / Д. Е. Каширин, А. М. Алешов, М. В. Мануев, А. А. Полякова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 178-182.

10. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока / Н. В. Бышов, И. Е. Куцев, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 21-26.

11. Исследование производительности шнекового смесителя / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 158-160.

12. К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере / М. Б. Латышенков, В. А. Макаров, Н. М. Латышенков, А. А. Слободскова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 2(43). – С. 62-67. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-62-67.

13. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 135-140.

14. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, А. Д. Егоров, В. А. Корнеев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 153-157.

15. Полякова, А. А. Исследование производительности смесителя-обогатителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства, Воронеж, 25 декабря 2015 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Том Часть II. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277-280.

16. Куцев, И. Е. Результаты лабораторных исследований смешивания дробленых компонентов кормосмесей в миксере с электроприводом / И. Е. Куцев, А. А. Полякова // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20–21 мая 2014 года – С. 50-52.

17. Полякова, А. А. Использование акселерометров для определения технологических параметров миксера кормораздатчика / А. А. Полякова // . – 2015. – № 2(26). – С. 112-115.
18. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенок, В. А. Макаров, Н. М. Латышенок [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-3-40-46.
19. Латышенок, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года. – С. 53-56.
20. Бышов, Н. В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика / Н. В. Бышов, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 114-116.

*Latyshenok Nadezhda Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

ON THE ISSUE OF THE OCCURRENCE OF HARMONICS IN ELECTRICAL NETWORKS

This article is devoted to the scientific substantiation of harmonic components in an electrical circuit, the reason for their appearance and the consideration of standards in the field of electricity quality.

Keywords: harmonics, non-sinusoidal current and voltage, Fourier series.

ГЛОБАЛЬНЫЙ ТРЕНД СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Латышенок Надежда Михайловна, к.т.н., доцент

(t921621@mail.ru)

***Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия***

В последние годы альтернативная энергетика становится объектом пристального интереса и интенсивных дебатов. В условиях угрозы изменения климата, естественным образом возрастает желание найти виды энергии, которые уменьшают зависимость от ископаемого топлива, угля и других загрязняющих процессов. Данная статья посвящена альтернативным источникам энергии.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, современная энергетика.

На сегодняшний день про альтернативные источники энергетики мы слышим все чаще. Все больше на них появляется какая-то мода, связанная с экологичностью в первую очередь, с меньшими выбросами в атмосферу. И поэтому, скорее всего, что рано или поздно, неизвестно, когда это будущее настанет, мы тоже к этому придём. Поэтому необходимо начинать в этом вопросе потихонечку разбираться, выяснять, какие существуют альтернативные источники энергии, ну и, со-

ответственно, как их применять [1-6]. Альтернативные источники энергии — это экологически чистые и возобновляемые ресурсы, при использовании которых получается электрическая и тепловая энергия. К таким источникам относится энергия солнца, энергия земли, энергия воды, энергия ветра, а также биотопливо, которое получается от животного либо растительного происхождения. При помощи солнца можно получить два вида энергии — это электрическую и тепловую. Электрическая вырабатывается за счёт физических свойств полупроводников, которые расположены в специальных солнечных батареях на основе кристаллов кремния, а тепловую энергию можно получить за счёт физических свойств жидкостей и газов. Для этого делаются специальные солнечные коллекторы. За счет воздействия солнца на различные газы и жидкости, которые используются в данной системе, происходит накапливание тепловой энергии [7-10]. Мощность подобных установок зависит от количества и от мощности отдельных устройств, которые в эту систему входят. Такие системы в основном применяются в странах с тёплым климатом, где большое количество световых, либо солнечных дней в течении года. Следующий вид альтернативной энергетики — это энергия ветра, которая основана на движении воздушных масс, преобразовывая которую можно переработать ее в электрическую. Ну и соответственно, дальше уже электроэнергию использовать на собственные нужды, основой таких установок служат ветровые генераторы. В простонародье их называют ветряки. Когда на него дует ветер, он крутится. При его движении происходит выработка электрической энергии, она накапливается и дальше, соответственно, ей можете воспользоваться. Применяются они, как правило, где-то на открытых местах, где есть постоянные движения воздушных масс, ну то есть, где постоянно дует ветер, где она постоянно может работать и вырабатывать эту электроэнергию. В России это в принципе применяется, преимущественно, где много открытого пространства, где какие-то степи [11-16]. Следующий вид энергии — это энергия воды, энергия воды на самом деле очень похожа на энергию ветра. Все знают гидроэлектростанции, которые устанавливаются на реках, то есть при движении воды происходит вращение турбин, за счёт вращения турбин происходит выработка электрической энергии, она накапливается и, соответственно, поставляется уже непосредственно потребителям. В нашей стране это очень сильно распространено. Этим уже многие годы пользуются, так как у нас в стране очень много рек. И есть ещё один способ получения энергии от воды это использование приливов и отливов, в основном такие гидроэлектростанции устанавливаются и строятся на морях и океанах, то есть под воздействием солнечной системы происходят приливы отливы, и когда вода приходит и уходит, точно так же происходит движение турбины и, соответственно, вырабатывается электрическая энергия. И этот вариант, конечно, применим больше для стран и для регионов, которые, соответственно, имеют какое-то побережье, море либо океан. Следующий вид это геотермальная энергетика или как простым языком ее называют тепло земли. Для того, чтобы собрать тепло земли, используются тепловые насо-

сы. Их работа основана на физических свойствах жидкости и газов, а также на законах термодинамики. Тепловые насосы, в свою очередь, соответственно, бывают разные по мощности в зависимости от нужд. Так же они бывают разные по конструктиву, в зависимости от первичного источника энергии. Тепловые насосы могут собирать энергию непосредственно от земли, могут, например, собирать энергию из воды. Еще один вид альтернативной энергетики — это биотопливо. Оно различается по агрегатному состоянию [17,18]. Это твёрдое, жидкое и газообразное, но если твёрдое многие знают - это дрова, древесина, то есть при сжигании её вырабатывается тепловая энергия, которая, соответственно, человек может использовать на свои нужды. Жидкие реже встречаются в нашей жизни, но из самых популярных это биодизель и биометанол, который получают при переработке биологического топлива. Газообразное биотопливо получается при помощи брожения, либо процесса жизнедеятельности каких-то определённых бактерий. Устанавливаются специальные ёмкости, туда загружается определённая биологическая масса, там начинает происходить процесс брожения и за счет этих процессов начинает выделяться газ. Этот газ собирают, ну и соответственно, используют уже для получения тепловой энергии. Теперь о плюсах и минусах альтернативной энергетики, основной плюс данных видов энергетики — это то, что это возобновляемые источники энергии, что энергия солнца, что энергия земли они практически никогда не иссякнут, ну и, соответственно можно не переживать о том, что они когда-то закончатся. Большой плюс — это низкая себестоимость энергии, которую получают, то есть, так как энергия солнца и энергия ветра на сегодняшний день бесплатны, то и соответственно, стоимость кВт будет бесплатна, естественно, не считая стоимость вложения в установку. Минусы использования такой энергетики - это очень высокая стоимость оборудования. Нужно обязательно считать срок окупаемости, если возникла необходимость его установить. Далее непредсказуемость, все это очень сильно зависит от внешних факторов и соответственно низкий КПД, потому что такие установки очень мало вырабатывают энергии. Если рассматривать альтернативную энергетику, применимо к частному дому, то для того, чтобы она была успешной, нужно рассматривать как минимум регион, проживания и место расположения объекта. Поэтому если вы хотите использовать солнечную энергию, то в регионе должно быть максимально большое количество солнечных дней [19,20].

Список литературы

1. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоемкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

2. Результаты исследований температурно-влажностного режима хранения зерна в герметичном металлическом контейнере с регулируемой воздушной средой, установленного на открытой

площадке под навесом / М. Б. Латышенок, Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 163-167.

3. Слободскова, А. А. Результаты исследования влияния времени на процесс смешивания концентрированных кормов без использования активатора / А. А. Слободскова // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий, Якутск, 10 ноября 2020 года. – Якутск: Дани-Алмас, 2021. – С. 159-163.

4. Каширин, Д. Е. Энергосберегающая установка для сушки перги / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова, Е. А. Соловьева // Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 72-75.

5. Полякова, А. А. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе / А. А. Полякова, Д. Е. Каширин, М. Ю. Костенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 1061-1070. – DOI 10.21515/1990-4665-128-073.

6. Применение акселерометров для определения точного режима движения кормораздатчика / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенок, Е. С. Семина, С. О. Фатьянов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 205-207.

7. Использование электротехнологий для увеличения урожайности огурцов в тепличных условиях / Д. И. Сигунов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 142-145.

8. Каширин, Д. Е. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров смесителя - обогатителя концентрированных кормов на энергоёмкость процесса смешивания / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 9(120). – С. 107-113.

9. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / Д. Е. Каширин, А. М. Алешов, М. В. Мануев, А. А. Полякова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 178-182.

10. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока / Н. В. Бышов, И. Е. Куцев, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 21-26.

11. Исследование производительности шнекового смесителя / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 158-160.

12. К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере / М. Б. Латышенок, В. А. Макаров, Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 2(43). – С. 62-67. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-62-67.

13. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 135-140.

14. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, А. Д. Егоров, В. А. Корнеев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 153-157.

15. Полякова, А. А. Исследование производительности смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства, Воронеж, 25 декабря 2015 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Том Часть II. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277-280.

16. Кушев, И. Е. Результаты лабораторных исследований смешивания дробленых компонентов кормосмесей в миксере с электроприводом / И. Е. Кушев, А. А. Полякова // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20–21 мая 2014 года – С. 50-52.

17. Полякова, А. А. Использование акселерометров для определения технологических параметров миксера кормораздатчика / А. А. Полякова // – 2015. – № 2(26). – С. 112-115.

18. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-3-40-46.

19. Латышенко, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года. – С. 53-56.

20. Бышов, Н. В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика / Н. В. Бышов, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 114-116.

*Latyshenok Nadezhda Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

THE GLOBAL TREND OF MODERN ENERGY

In recent years, alternative energy has become the object of intense interest and intense debate. Under the threat of climate change, the desire to find energy types that reduce dependence on fossil fuels, coal and other polluting processes naturally increases. This article is devoted to alternative energy sources.

Keywords: alternative energy sources, modern energy.

РОССИЙСКИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Левкин Владислав Алексеевич, студент

(e-mail: zzzvladoszzz@gmail.com)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Донской государственный технический университет

Эта статья посвящена российским BIM-технологиям и рассказывает об АРМ Электроснабжения. В основу АРМ положен программный продукт Model Studio CS кабельное хозяйство, который может применяться при разработке разделов электроснабжения, электроосвещения, контрольно-измерительных приборов и автоматизации и предоставляет возможность сформировать трехмерную модель объекта проектирования.

Ключевые слова: моделирование, трехмерная модель, симуляция, проектирование, электроснабжение.

Требования заказчиков к срокам и качеству выполнения проектов электро-снабжения становятся всё жестче, а значит проектным организациям необходимо сокращать трудозатраты благодаря существенной оптимизации внутренних процессов проектирования. Автоматизация проектирования кабельного хозяйства энергетических, нефтегазовых, промышленных и гражданских объектов должна обеспечивать надежное взаимодействие всех участников проектного процесса, а получаемая выходная документация – полностью отвечать требованиям ГОСТ, СНиП и ПУЭ. Технология автоматизированного проектирования любых систем электроснабжения должна быть удобной и понятной. Одной из важнейших составляющих автоматизированного проектирования является предотвращение грубых ошибок на стадиях проектирования и строительства объекта. Не менее важна скоординированная работа различных подразделений проектной организации, необходимо четкое взаимодействие с субподрядчиками при выполнении как проектной, так и рабочей документации на всех этапах строительства и эксплуатации – все это может и должно быть организовано с использованием централизованной базы данных объекта проектирования.

Решения Model Studio CS охватывают весь комплекс работ при проектировании технологических объектов и полностью соответствуют действующим требованиям, нормам и стандартам.

В основу АРМ Электроснабжения положен программный комплекс Model Studio CS Кабельное хозяйство, о котором и пойдет речь в нашей статье. Этот продукт может применяться при разработке разделов электроснабжения, электро-

освещения, контрольно-измерительных приборов и автоматики. По всем перечисленным разделам предоставляется возможность сформировать трехмерную информационную модель объекта проектирования.

Комплекс позволяет решать следующие основные задачи: трехмерная компоновка электротехнических изделий; построение кабельных трасс любой сложности в 3D-пространстве; раскладка кабелей по 3D-модели; формирование и выпуск проектной и рабочей документации.

Программный комплекс Model Studio CS Кабельное хозяйство позволяет работать на платформе AutoCAD 2017-2022.

Все участники проектного процесса работают с базой данных проекта и базами библиотек стандартных элементов, развернутыми на общем сервере. Проектировщики, работающие в Model Studio CS, подключаются к базе проекта из специализированных приложений с помощью технологии CADLib Проект. Происходит это в самом начале проекта, позволяя в дальнейшем осуществлять доступ к актуальным настройкам и 3D-моделям, а также быстро публиковать изменения в общую базу данных. Коллективный доступ к комплексной BIM-модели и управлению инженерными данными информационной модели (рис. 4), структурирование, хранение, визуализация информационных моделей, их проверка на предмет коллизий осуществляются в среде общих данных CADLib Модель и Архив.

Трехмерное проектирование электроснабжения, кабельного хозяйства и кабельных систем здания осуществляется в три этапа: размещение электротехнического оборудования с помощью объектов базы данных; прокладка кабельных трасс между оборудованием, размещенным в 3D-пространстве; трассировка и раскладка кабельной продукции.

Model Studio CS Кабельное хозяйство позволяет разместить в пространстве 3D-модели любое электротехническое оборудование, создать кабельные трассы внутри помещений, а также по открытым территориям, на эстакадах, в траншеях, в земле, по железобетонным конструкциям. Кроме того, пользователю предоставлена возможность использовать любые кабельные металлоконструкции, выполнить раскладку кабельно-проводниковой продукции по созданным участкам трасс, сформировать и выпустить кабельный журнал, спецификацию на оборудование, кабели и кабельные конструкции, получить ведомости объемов работ по кабельной раскладке.

Кроме того, программный комплекс способен автоматически подсчитывать длины разложенных в 3D-модели кабелей, количество конструкций, изделий и материалов. С помощью Model Studio CS Кабельное хозяйство составление спецификаций перестает быть изнурительным и долгим процессом, на который раньше уходила немалая часть времени проектирования.

Список литературы

1. Павлов А. Управление строительством промышленного объекта на основе BIM модели. Autodesk University Russia 2019. Москва, 2-3 октября 2019.

2. Астафьев С.А., Рослякова В.А. Развитие информационных технологий в строительстве // Global & Regional Research. 2019.

Levkin Vladislav Alekseevich, student

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Smakova Angelina Ravilievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

RUSSIAN BIM TECHNOLOGIES: DESIGN OF POWER SUPPLY SYSTEMS

Abstract. *This article is devoted to Russian BIM technologies and tells about the Power Supply ARM. The AWP is based on the software product Model Studio CS cable management, which can be used in the development of sections of power supply, electric lighting, instrumentation and automation and provides an opportunity to form a three-dimensional model of the design object*

Keywords: *modeling, three-dimensional model, simulation, design, power supply*

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Левкин Владислав Алексеевич, студент

(e-mail: zzzvladoszzz@gmail.com)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Донской государственный технический университет

В статье рассматривается развитие электроэнергетики, проблемы мировой электроэнергетики основные виды электростанций их принцип действия и особенности, а также их роль в мировой электроэнергетике.

Ключевые слова: мировая энергетика, проблемы энергетике, будущее энергетике, электростанции , электроснабжение.

После открытия электричества и мировой электрификации встал вопрос о добычи электроэнергии в промышленном масштабе. На данный момент основными видами электростанций, добывающих электроэнергию, являются тепловые электростанции, гидроэлектростанции и атомные электростанции. Рассмотрим тепловые электростанции. Принцип её работы можно описать так, сначала происходит сгорание топлива, после выработанная энергия идет на разогревание жидкость, вследствие чего вырабатывается пар, который в свою очередь вращает турбину, так происходит превращение тепловой энергии в электрическую.

Теплоэлектростанции работают на невозобновляемых ресурсах, в основном это природный газ, уголь и мазут. Так в Китае, лидере по производству электроэнергии, 80 % электроэнергии вырабатывается на угольных электростанциях, а в ми-

ровой электроэнергетике на долю ТЭС приходятся более 60 % от добываемой энергии. Значительными недостатками данного вида является: низкий КПД, использование невозобновляемых природных ресурсов и достаточно неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Теперь рассмотрим гидроэлектростанции, на их долю приходится около 15 % от мировой добычи электроэнергии. На ГЭС электрическая энергия вырабатывается путем преобразования кинетической энергии потока воды. Гидроэлектростанции являются эффективным источником энергии, так как у них высокий КПД и они используют возобновляемые источники энергии, однако у них есть свои недостатки, это дорогое и долгое строительство, затопляемость территорий, загрязнение рек, а также нарушение естественной миграции рыб.

Ну и последний вид станций это атомные, на долю которых приходится примерно 12 % вырабатываемой энергии. Её принцип работы основывается на делении ядер радиоактивных веществ, при котором выделяется тепловой, идущий на нагревание жидкости, которая превращается в пар, вращающий турбину. Этот вид электростанций достаточно экологически чистый, топливо на котором она работает можно назвать неисчерпаемым, а электроэнергия вырабатываемая на таких станциях относительно дешёвая. Но в следствие экологических катастроф вызываемой такой станцией при аварии и необходимости захоронения ядерных отходов существуют множество опасений при строительстве. На альтернативные источники энергии же приходится около 2 % выработки энергии.

Первой и основной проблемой мировой электроэнергетики является экология. Начнём с загрязнения атмосферы, это напрямую связано с ТЭС, так как на нём до сих пор вырабатывается основная часть электроэнергии.

При сжигании топлива образуются продукты сгорания, в которых находятся летучая зола, частички несгоревшего пылевидного топлива, серный и сернистый ангидрид, оксид азота, газообразные продукты неполного сгорания. При зажигании мазута образуются соединения ванадия, кокс, соли натрия, частицы сажи. В золе некоторых видов топлива присутствует мышьяк, свободный диоксид кальция, свободный диоксид кремния.

Конечно, есть более качественно сырьё с меньшим количеством отходов, но оно значительно выше по стоимости, так что вследствие экономии используют более дешёвое топливо, а также экономят на фильтрах. Все это воздействует на растительный, животный мир, а также на атмосферу.

Также к проблемам относятся расход невозобновляемых ресурсов, которые выкачиваются и добываются из недр Земли. Природный газ использован на 40 %, 1/3 нефти добыта и 1/4 часть угля при этом в земле остаются огромные пустоты, которые не всегда заполняют вследствие экономии. Пусть человечеству и не грозит энергетический кризис в ближайшее время, но проблема истощение ресурсов всё же есть.

В данный момент с ростом промышленного производства увеличивается и потребность в электроэнергии. А так как основная часть энергии добывается за счет невозобновляемых ресурсов, то и их потребление тоже возрастёт. От части это возникает, из-за того что огромные сырьевые корпорации и даже страны не заинтересованы в развитии альтернативной энергетики, так как их основной доход основывается на продажах энергоресурсов, и любой прорыв в области нетрадиционной энергетики грозит их положению. Вследствие чего развитие альтернативной энергетики идёт достаточно малыми шагами и занимает достаточно малую роль в общей электроэнергетике.

Список литературы

1. Иванова А. Д. Технология энергосбережения в США, странах Европы и Азии// [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docplayer.ru/41233427-Tehnologiya-energoberezeniya-v-ssha-stranah-evropy-i-azii.html>
2. Справочник по наилучшим доступным техническим методам в теплоэлектроэнергетике. - М., 2008г.1.

Levkin Vladislav Alekseevich, student

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Smakova Angelina Ravilievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

FEATURES AND PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL ELECTRIC POWER INDUSTRY

Abstract. *The article discusses the development of the electric power industry, the problems of the global electric power industry, the main types of power plants, their principle of operation and features, as well as their role in the global electric power industry.*

Keywords: *world energy, energy problems, the future of energy, power plants, electricity supply*

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ**

Левкин Владислав Алексеевич, студент

(e-mail: zzzvadoszzz@gmail.com)

Пудовинникова Мария Витальевна, студент

(e-mail: mp424141@gmail.com)

Смакова Ангелина Равильевна, студент

(e-mail: angelinasmak@yandex.ru)

Донской государственный технический университет

Данная статья посвящена Российским технологиям энергоресурсосбережения, являющимися важнейшим фактором конкурентоспособности российских товаров и услуг на энергетической арене мира.

Ключевые слова: энергопотребление, энергосбережение.

Энергосбережение – одна из важнейших проблем 21 века. От результатов решения этой проблемы зависит место нашего общества во многих экономически раз-

витых странах и уровень жизни граждан. Россия не только обладает всеми необходимыми природными ресурсами и интеллектуальным потенциалом для успешного решения своих энергетических проблем, но и объективно является сырьевой базой для европейских и азиатских государств, нуждающихся в нефти, нефтепродуктах и природном газе. Однако избыток топливно-энергетических ресурсов в нашей стране не дает нам права растрачивать энергию, ведь только энергоэффективное управление в условиях открытой рыночной экономики является важнейшим фактором конкурентоспособности, стабильности и роста качества российской экономики. товары и услуги. Перед компанией была поставлена очень амбициозная цель – удвоить валовой внутренний продукт (ВВП) в течение 10 лет, но эта цель не может быть достигнута без кардинального изменения подхода к энергосбережению и снижению энергопотребления. Энергосбережение должно выйти на первый план задач и целей государства, доходы которого так сильно зависят от поставок природных энергетических ресурсов, что объясняется стратегической ролью государства, являющегося в то же время основным способом обеспечения энергетической безопасности и единственный реальный способ получения больших доходов от экспорта углеводородного сырья. Энергетические ресурсы, необходимые для внутреннего развития, могут быть получены не только за счет увеличения добычи сырья в труднодоступных районах и строительства новых энергетических объектов, но и за счет экономии энергии непосредственно в центрах энергопотребления с меньшими затратами.

Стратегическая цель энергосбережения является единственной и вытекает из ее определения - повышение эффективности энергопотребления во всех отраслях, в том числе и в электроэнергетике.

Основными организационными мероприятиями по энергосбережению и повышению энергоэффективности в электроэнергетике являются: обучение и иное обучение руководителей и специалистов в области энергосбережения и энергоэффективности; разработка и внедрение системы энергоменеджмента.

Планируется реализация технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности на газовых и твердотопливных конденсационных электростанциях и тепловых электростанциях.

В рамках технического перевооружения действующих электростанций будут реализованы: вывод из эксплуатации нерентабельных, морально устаревших и физически выработавших свой ресурс газовых тепловых электростанций и замена их новыми блоками с применением газотурбинных и парогазовых технологий, модернизация и реконструкция действующих конденсационных и тепловых электростанций. и станции с использованием современных энергосберегающих устройств; вывод из эксплуатации устаревшего оборудования с низким коэффициентом полезного действия и низкой экономической эффективностью угольных тепловых электростанций, замена их на новое оборудование с использованием эффективных, экологически чистых угольных технологий, модернизация и реконст-

рукция действующих конденсационных и тепловых агрегатов с целью повышения их энергоэффективности.

Необходимость закрытия дизельных электростанций, исчерпавших свой ресурс, строительства новых дизельных электростанций с применением современных технологий (в условиях развития и расширения населенных пунктов, их частичного закрытия), развития сетевого хозяйства, модернизация дизельных электростанций с применением современных энергосберегающих устройств.

В экономике электрических сетей планируется повышение технического уровня, расширение разработки и внедрения новых энергоэффективных инновационных технологий в Единой энергетической системе России, а также проектных решений на их основе. Основные технические средства энергосбережения и повышения эффективности энергопотребления в электросетевом хозяйстве направлены на снижение потерь электроэнергии и совершенствование системы коммерческого и технического учета электроэнергии в электрических сетях и у потребителей.

Список литературы

1. А.Г. Долгополов. Управляемые шунтирующие реакторы. Выбор параметров максимальных токовых защит. Новости электротехники, №6 (60), 2009 г., №1 (61) 2010г
2. Кравченя Э.М., Козел Р.Н., Свирид И.П. Охрана труда и энергосбережения. - М.: ТетраСистемс, 2008. - 245 с.

Levkin Vladislav Alekseevich, student

(e-mail: zzzvladoszzz@gmail.com)

Pudovinnikova Maria Vitalievna, student

Smakova Angelina Ravilievna, student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN ELECTRIC POWER INDUSTRY

Abstract. This article is devoted to Russian energy-saving technologies, which are the most important factor in the competitiveness of Russian goods and services in the energy arena of the world.

Keywords: energy consumption, energy saving

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФФЕКТА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВЫХ КОТЛОВ

Лисунов Александр Алексеевич, студент
(e-mail: jwinya@mail.ru)

Бурцев Алексей Петрович, преподаватель
(e-mail: ap_burtsev@mail.ru)

Булгаков Андрей Владимирович, студент
(e-mail: Andryushenka.bulgakov.00@mail.ru)

Яковлева Виктория Николаевна, студент
(e-mail: vika0496@gmail.com)

Научный руководитель –
Ежов Владимир Сергеевич, д.т.н., профессор
(e-mail: swsutgv@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет Курск, Россия

В работе рассмотрены основные проблемы, возникающие при эксплуатации газовых теплогенераторов в системах с децентрализованным отоплением. В качестве их решения предложена конструкция термоэлектрического источника электроснабжения для автономного теплогенератора, позволяющего повысить экономические и экологические показатели.

Ключевые слова: газовый котел, коаксиальный дымоход, вредные выбросы, энергозависимость, термоэлектричество, энергосбережение.

Современные отопительные котлы, работающие на газе - это широкий перечень агрегатов, характеризующихся рядом конструкционных, технических и эксплуатационных параметров. Основными критериями для классификации газовых отопительных котлов является устройство камеры сгорания [1]. В результате есть котлы с закрытой камерой сгорания и с открытой камерой сгорания. В настоящее время наибольшей востребованностью и актуальностью характеризуются модификации с закрытой камерой, что, в свою очередь, объясняется их очевидными преимуществами [2].

Благодаря использованию уличного воздуха для обеспечения процесса горения, котел с закрытой камерой сгорания является более простым и безопасным с точки зрения повседневной эксплуатации. Например, если агрегаты с открытой камерой при установке требуют, чтобы помещение, где они эксплуатируются, в обязательном порядке имело естественную вытяжку и определённый метраж (в зависимости от производительности оборудования), то котлы с закрытой камерой не предъявляют к процессу установки каких-либо особых требований [3].

Принципиальная схема такого котла приведена на рисунке 1а.

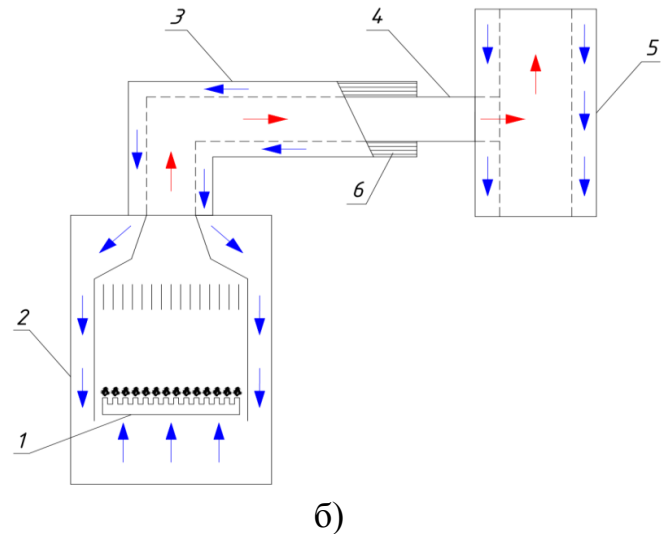


Рисунок 1 – Принципиальная схема газового котла с закрытой камерой сгорания а): 1 – коаксиальный газоход; 2 – вентилятор; 3 – теплообменник; 4 – камера сгорания; 5 – горелочное устройство; 6 – расширительный бак; 7 – подающий и обратный трубопроводы; б) – Рисунок 2 – Схема термоэлектрического источника электроснабжения для автономного теплогенератора: 1 – горелка; 2 – газовый котел с закрытой камерой сгорания; 3 – цилиндрический воздушный кожух; 4 – газовый патрубок; 5 – коллективный коаксиальный дымоход; 6 – термоэлектрический блок.

При эксплуатации газовых отопительных котлов в жилых домах с поквартирным отоплением, в результате сгорания природного газа, в атмосферный воздух с дымовыми газами происходит непрерывный выброс в атмосферу продуктов сгорания, которые непосредственно влияют на жизнедеятельность живых организмов и растений [4]. Сжигание газообразных топлив сопровождается выделением в атмосферу углекислого газа CO_2 , оксидов азота NO_x , небольшого количества продуктов неполного сгорания - оксида углерода CO и метана CH_4 . При этом рассеивание вредных веществ затрудняется из-за плотной городской застройки, а также низкой высоты дымовых труб, что позволяет им скапливаться в приземной зоне. Химические соединения, выделяемые при эксплуатации газовых котлов, приводят к заболеваниям органов дыхания, аллергическим реакциям, снижают поступление кислорода к внутренним органам, что может привести к тяжелым последствиям для здоровья человека [5].

При работе газовых котлов существует еще одна проблема, связанная с их зависимостью от центрального электроснабжения. Остановки электроснабжения часто случаются по причине аварийных ситуаций, плановых ремонтных и технических работ, поломок на линии [6].

При отключении электроэнергии автоматика управления и безопасности газового отопительного агрегата становится полностью недееспособной, в то же время,

топливо продолжает поступать и сгорать в камере котла. Это приводит к тому, что вода, находящаяся в теплообменнике, быстро доводится до кипения и разрывает трубки устройства, под давлением попадая в камеру сгорания. При наличии в котле атмосферной горелки, она будет залита водой, что приведет к угасанию пламени, контроллер не сможет давать команду на обратный розжиг, а тем временем газ будет проникать в помещение, где установлен котел [7].

Менее критичная ситуация возникнет в случае с наддувной (вентиляторной) моделью горелки. При отсутствии притока воздуха, необходимого для приготовления газовой смеси и обеспечиваемого за счет электрических вентиляторов, огонь быстро угаснет, однако, закрытая камера сгорания не позволит газу проникнуть в помещение котельной. По дымоходу он будет отводиться на улицу, что тоже может иметь самые негативные последствия [8].

Таким образом, основной проблемой при эксплуатации газовых отопительных агрегатов в момент отключения электричества является энергонезависимость подачи природного газа к горелке и энергозависимость автоматики котла [9].

В качестве решения вышеперечисленных проблем индивидуальных источников теплоснабжения предлагается разработка автономного газового котла с комплексной системой утилизации дымовых газов, которая позволит утилизировать низкопотенциальную тепловую энергию дымовых газов (температура до 150 градусов Цельсия) с попутным получением термоэлектричества в количестве, способном обеспечить полную автономность работы основных узлов и электромеханических компонентов котла [10,11,12]. Предлагаемое решение может быть использовано в индивидуальных децентрализованных системах отопления для подогрева воздушной смеси, подаваемой в котел для горения, тем самым повышая КПД котельного агрегата до 2-4% (с 93,1% до 97,1%). Термоэлектрический генератор, устанавливаемый на коаксиальный участок дымовой трубы, позволяет уменьшить температуру выбрасываемых в атмосферу дымовых газов, тем самым повышая экологические характеристики котельных агрегатов (рисунок 1б).

Таким образом, научная новизна предложенного решения основывается на применении комплексного термоэлектрического блока, включающего в себя термоэлектрический генератор-теплообменник, для утилизации низкопотенциального тепла дымовых газов, состоящего из термоэлектрических преобразователей, совмещающих в себе функции прямого преобразования тепловой энергии в электрическую при разности температур между дымовыми газами (до 150 градусов Цельсия), движущимся по внутреннему газоходу коаксиальной дымовой трубы диаметром 60 мм, и холодным приточным воздухом (30 градусов Цельсия), поступающим из межтрубного пространства, и функцию пассивного охлаждения греющей среды, что снижает температуру дымовых газов и повышает эффективность работы котла, так как нагретый при теплообмене холодный приточный воздух подается для горения в газовый котел, при этом экономия газа для подогрева и последующего сжигания топлива составляет 35% [13,14,15].

Рассмотрим основные процессы и принципы работы автономного газового котла с комплексной системой утилизации дымовых газов. Дымовые газы, выходящие из газового котла, попадают в пластинчатый теплообменник-термогенератор, состоящий из последовательно соединенных термоэлектрических преобразователей (элементов Пельтье) [16]. Одна из сторон модулей Пельтье, установленных в зоне нагрева, принимает тепло дымовых газов и передает его через полупроводниковые элементы в зону охлаждения через радиатор, установленный в пространстве потока холодного приточного воздуха (рисунок 2).

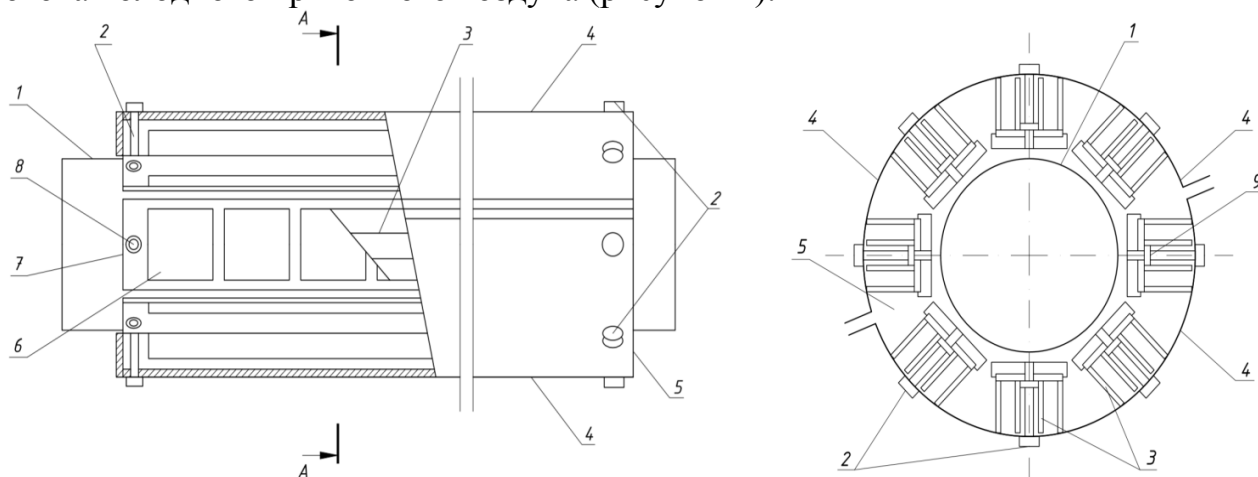


Рисунок 2 – Общий вид и разрез термоэлектрического блока (ТЭБ): 1 – газовый патрубок; 2 – сквозные крепежные болты; 3 – радиаторы; 4 – цилиндрический воздушный кожух; 5 – заборная щель; 6 – термоэлектрические преобразователи; 7 – продольная рамка; 8 – крепежное отверстие; 9 – прижимная гайка.

В результате теплообмена, дымовые газы охлаждаются и поступают в коллективный дымоход и выбрасываются в атмосферу, а приточный холодный воздух, нагретый в результате теплообмена, поступает в топку газового котла по коаксиальному дымоходу для участия в горении [17,18]. Электрический ток, полученный в результате эффекта Зеебека (термоэлектрического эффекта), по проводам поступает в преобразователь, аккумулируется и поступает для энергоснабжения основных элементов котла (насос, дутьевой вентилятор, горелка). Величина разности электрического потенциала и силы тока зависит от разности температур верхних и нижних спаев, их количества и характеристик, теплотехнических характеристик радиаторов [19,20].

Таким образом, конструкция предлагаемого термоэлектрического источника электроснабжения для автономного теплогенератора, за счет использования эффекта термоэлектричества, обеспечивает возможность автономной работы газового котла системы поквартирного отопления без подключения к электрической сети, повышает экологические характеристики котельного агрегата, а конструкция термоэлектрических блоков позволяет заменять вышедшие из строя термоэлек-

трические преобразователи на действующей системе отопления, что повышает надежность и эффективность их работы.

Список литературы

1. Семичева, Н. Е. Инновационные энергосберегающие технические решения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 1(64). – С. 109-114. – EDN VXDVTN.
2. Investigation of technical characteristics of thermoelectric add-on for pressure jet burners / V. Ezhov, N. Semicheva, S. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2016. – Vol. 14. – No 4. – P. 461-464. – DOI 10.5937/jaes14-12565. – EDN YUXJDZ.
3. Independant power supply source for the station of cathodic protection of pipelines against corrosion / V. S. Ezhov, N. E. Semicheva, S. V. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2017. – Vol. 15. – No 4. – P. 501-504. – DOI 10.5937/jaes15-15450. – EDN XXPDTN.
4. Разработка эффективного комплексного коррозионноустойчивого воздухоподогревателя / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2018 : Сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научной конференции. В 2-х томах, Курск, 20–21 сентября 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 292-295. – EDN YNESNN.
5. Патент № 2691896 С1 Российская Федерация, МПК F24H 3/02, F23J 15/02, F23L 15/00. Комплексный коррозионноустойчивый воздухоподогреватель : № 2018120573 : заявл. 05.06.2018 : опубл. 18.06.2019 / В. С. Ежов, А. П. Бурцев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN KDOXPV.
6. Разработка методики определения характеристик конструкции комплексного пластинчатого теплообменника при утилизации низкопотенциального тепла сбросных газов и вентиляционных выбросов / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17–18 октября 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный аграрно-технологический университет имени П.А. Костычева. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 178-182. – EDN VQAOOB.
7. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электроснабжения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл. 12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBH.
8. Characterization of Thermoelectric Generators for Cathodic Protection of Pipelines of the City Heating / V. Yezhov, N. Semicheva, E. Pakhomova [et al.] // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018 : Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 983, Voronezh and Samara, Russia, 10–13 декабря 2018 года. Vol. 2. – Cham: Springer, 2019. – P. 670-678. – DOI 10.1007/978-3-030-19868-8_65. – EDN RSDHMC.
9. Experimental calculation of the main characteristics of thermoelectric EMF source for the cathodic protection station of heat supply system pipelines / V. Yezhov, N. Semicheva, A. Burtsev, N. Perepelitsa // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – Vol. 1259. – P. 225-237. – DOI 10.1007/978-3-030-57453-6_19. – EDN KGMCNF.

10. Один из вариантов измерения объёма жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Тютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.
11. Анализ экспериментального исследования теплообменника для рекуперации тепла сточных вод / А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, Е. Н. Грэдинарь, В. Продан // Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 35-38. – EDN MDZUFХ.
12. Исследование работы комплексного многослойного пластинчатого теплообменника / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 128-132. – EDN SKWVVP.
13. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.
14. Бурцев, А. П. Меры усовершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.
15. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.
16. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.
17. Шугаева, О. В. Проблемы и перспективы развития отрасли энергосберегающих технологий на примере Курской области / О. В. Шугаева, Т. П. Алдохина, А. П. Бурцев // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах, Курск, 15–16 декабря 2016 года / Юго-Западный государственный университет. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 406-411. – EDN XGZPKP.
18. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК C23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.

19. Исследование теплообмена в термоэлектрических преобразователях / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, А. П. Бурцев // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Курск, 17 июля 2020 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 73-81. – EDN XMWQND.
20. Инновационные решения при разработке энергоэффективных поквартирных систем отопления / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 337-380. – EDN KJUGZM.

Burtsev Alexey Petrovich, lecturer

Southwest state university, Kursk, Russia

Lisunov Alexander Alexeyevich, Master's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Bulgakov Andrey Vladimirovich, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Yakovleva Victoria Nikolaevna, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Academic advisor -

Ezhov Vladimir Sergeevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor

Southwest state university, Kursk, Russia

RESEARCH INTO THE POSSIBILITIES OF USING THE THERMOELECTRIC EFFECT TO IMPROVE THE ENERGY-SAVING AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF GAS-FIRED BOILERS

Abstract. *The basic problems arising in operation of gas heat generators in decentralized heating systems are reviewed. The design of thermoelectric power supply source for autonomous heat generator, allowing increasing economical and ecological indicators is offered as their solution.*

Keywords: *gas boiler, coaxial chimney, harmful emissions, energy dependence, thermoelectricity, energy saving.*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Лисунов Александр Алексеевич, студент

(e-mail: jwinya@mail.ru)

Бурцев Алексей Петрович, преподаватель

(e-mail: ap_burtsev@mail.ru)

Булгаков Андрей Владимирович, студент

(e-mail: Andryushenka.bulgakov.00@mail.ru)

Яковлева Виктория Николаевна, студент

(e-mail: vika0496@gmail.com)

Научный руководитель –

Семичева Наталья Евгеньевна, к.т.н., доцент

(e-mail: swsutgv@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье представлена методика определения основных характеристик термоэлектрического источника питания для станции катодной защиты трубопровода тепловой сети от коррозии.

Ключевые слова: термоэлектричество, электроснабжение, коэффициент теплопередачи, спай, плотность потока, кинематическая вязкость, температуропроводность, напряжение, сила тока, мощность, эффективность, автономность, трубопровод.

Термоэлектрические модули активно применяются в бытовой технике: портативных холодильниках, морозильных камерах, в охладителях для питьевой воды и напитках, компактных кондиционерах и т.п [1,2,3]. Для решения данной проблемы была разработана экспериментальная установка и проведены эксперименты, на основании которых разработана методика расчета основных характеристик термоэлектрических элементов [4,5,6]. В качестве теплоносителя (рабочей средой) на экспериментальной установке использовался нагретый воздух от электрокалорифера [7,8,9].

Термоэлектрический преобразователь был изготовлен из 400 пар отрезков, выполненных из разных металлов М1 и М2 (М1–хромель, М2–копель), соединенных зигзагообразно, концы которых расплющены и плотно прижаты друг к другу и расположены в зоне нагрева и охлаждения, вблизи наружной кромки и наружной поверхности участка трубы, при этом свободные концы термоэлектрических секций каждого зигзагообразного ряда присоединены к коллекторам с одноименными зарядами [10,11,12].

Количество термоэмиссионных элементов – 400 шт. Мощность калорифера 2500 Вт. Объемный расход горячего воздуха = 400 л/мин (24 м³/ч). Длина трубопровода 0,5 м. Диаметр трубы и толщина стенки – 59х3 по ГОСТ 3262-75. Пло-

щадь поверхности теплообмена термоэлектрических секций $F_h = 0,02 \text{ м}^2$. Сила тока 227 мА, напряжение 0,76 В [12,13,14].

В результате проведенных экспериментов были получены следующие данные: температура горячих спаев $t_1^{hc} = 180^\circ\text{C}$; температура холодных спаев: $t_2^{cl} = 80^\circ\text{C}$; температура на входе в трубу $t_1 = 180^\circ\text{C}$; температура на выходе $t_2 = 140^\circ\text{C}$ [15,16]

Основными характеристиками термоэмиссионных элементов, сделанных из хромели (М1) и копели (М2) являются: коэффициент термоЭДС $\alpha = 12,97 \cdot 10^{-3} \text{ В/К}$; добротность $Z = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$; коэффициент электропроводимости $\sigma = 8 \cdot 10^4 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ [17]

Результаты эксперимента показывают, что с увеличением температуры горячих спаев, увеличиваются параметры напряжения и силы тока. Определение основных характеристик термоэлектрического источника ЭДС [18,19]:

Средняя температура теплового потока:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (1)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{(180 + 273) + (140 + 273)}{2} = 433^\circ\text{C}$$

Плотность воздуха, кг/м^3 :

$$\rho_{hc}(\Delta t_{cp}) = \frac{P_{hc}}{287,4 \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{101325}{287,4 \cdot 433} = 0,814 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (2)$$

Теплоемкость воздуха, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$:

$$Cp_{hc}(\Delta t_{cp}) = [1,0005 + 1,1904 \cdot 10^{-4} \cdot (\Delta t_{cp} - 273)] \cdot 10^3 \quad (3)$$

$$Cp_{hc}(\Delta t_{cp}) = [1,0005 + 1,1904 \cdot 10^{-4} \cdot (433 - 273)] \cdot 10^3 = 1019,5 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$$

$$Cp_{hc}(\Delta t_{cp}) = 1019,5 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К}) = 0,2833 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$$

Теплопроводность воздуха, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$:

$$\lambda_{hc}(\Delta t_{cp}) = 2,44 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}}{273} \right)^{0,82} \quad (4)$$

$$\lambda_{hc}(\Delta t_{cp}) = 2,44 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{433}{273} \right)^{0,82} = 0,0356 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$$

Коэффициент динамической вязкости воздуха, $\text{Па} \cdot \text{с}$:

$$\mu_{hc}(\Delta t_{cp}) = 1,717 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}}{273} \right)^{0,683} = 1,717 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{433}{273} \right)^{0,683} = 2,35 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (5)$$

Коэффициент кинематической вязкости воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$:

$$\nu_{hc}(\Delta t_{cp}) = \frac{\mu_{hc}(\Delta t_{cp})}{\rho_{hc}(\Delta t_{cp})} = \frac{2,35 \cdot 10^{-5}}{0,814} = 2,88 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с} \quad (6)$$

Коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$:

$$a_{hc}(\Delta t_{cp}) = \frac{\lambda_{hc}(\Delta t_{cp})}{Cp_{hc}(\Delta t_{cp}) \cdot p_{hc}(\Delta t_{cp})} = \frac{0,0356}{1019,5 \cdot 0,814} = 0,43 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с} \quad (7)$$

Число Прандтля:

$$Pr_{hc}(\Delta t_{cp}) = \frac{\nu_{hc}(\Delta t_{cp})}{a_{hc}(\Delta t_{cp})} = \frac{2,88 \cdot 10^{-6}}{0,43 \cdot 10^{-6}} = 0,674 \quad (8)$$

Критерий Рейнольдса:

$$Re_{hc} = \frac{w_{hc} \cdot D}{\nu_{hc}(\Delta t_{cp})} = \frac{8 \cdot 59 \cdot 10^{-3}}{2,88 \cdot 10^{-6}} = 16334 \quad (9)$$

$Re_{hc} > 2320$ – турбулентный поток

Критерий Нуссельта:

$$Nu_{hc} = 0,037 \cdot Re_{hc}^{0,8} \cdot Pr_{hc}^{0,43} = 0,037 \cdot 16334^{0,8} \cdot 0,674^{0,43} = 73,3 \quad (10)$$

Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К):

$$\kappa = \frac{Nu_{hc} \cdot \lambda_{hc}}{D} = \frac{73,3 \cdot 0,0356}{59 \cdot 10^{-3}} = 44,2 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (11)$$

Количества тепла, воспринимаемое горячими спаями, Вт:

$$Q_h = F_h \cdot k \cdot (t_1^{hc} - t_2^{hc}) = 0,02 \cdot 44,2 \cdot (453 - 413) = 33,3 \text{ Вт} \quad (12)$$

Для расчета термоэлектрического генератора вначале необходимо определить вспомогательный коэффициент термоЭДС, который зависит от добротности металлов используемых при создании термоэлектрического генератора и общее сопротивление термоэлектрических секций [20].

Вспомогательный коэффициент:

$$m = \sqrt{1 + 0,5Z \cdot (t_1^{hc} - t_2^{cl})} = \sqrt{1 + 0,5 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot (453 - 353)} = 1,068 \quad (13)$$

Сопротивление термоэмиссионного преобразователя, Ом:

$$R = \frac{\alpha \cdot (t_1^{hc} - t_2^{cl}) \cdot N}{I \cdot \left[\sqrt{1 + 0,5 \cdot Z \cdot (t_1^{hc} - t_2^{cl})} - 1 \right]} \quad (14)$$

$$R = \frac{12,96 \times 10^{-3} \cdot (453 - 353) \cdot 400}{0,227 \cdot \left[\sqrt{1 + 0,5 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot (453 - 353)} - 1 \right]} = 6108,2 \text{ Ом}$$

Сопротивление термопары, Ом:

$$R_0 = \frac{R}{N} = \frac{6108,2}{400} = 15,27 \text{ Ом} \quad (15)$$

Электрическая мощность, отдаваемая во внешнюю цепь, Вт

$$Q = \frac{(2 \cdot N \cdot \alpha)^2 \cdot (t_1^{hc} - t_2^{cl})}{R} \cdot \frac{m}{(m+1)^2} \quad (16)$$

$$Q = \frac{(2 \cdot 400 \cdot 12,97 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (453 - 353)}{6108,2} \cdot \frac{1,068}{(1,068+1)^2} = 0,44 \text{ Вт}$$

КПД, %:

$$\eta = \frac{Q}{Q_h} = \frac{0,44}{33,3} = 1,32\% \quad (17)$$

Выводы:

- Приведены экспериментальные данные эксперимента на лабораторной установке по генерации термоэлектричества;
- Предложены расчетные уравнения для определения основных характеристик термоэлектрического источника ЭДС;
- Предложенная конструкция источника ЭДС позволяет регулировать параметры тока в зависимости от расхода и температуры перекачиваемого газа (жидкости);
- Результаты эксперимента и расчета показывают, что использование эффекта термоэлектричества позволяет обеспечить автономное энергоснабжение станции катодной защиты, что повышает надежность и эффективность защиты трубопроводов от коррозии.

Список литературы

1. Семичева, Н. Е. Инновационные энергосберегающие технические решения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 1(64). – С. 109-114. – EDN VXDVTN.
2. Investigation of technical characteristics of thermoelectric add-on for pressure jet burners / V. Ezhov, N. Semicheva, S. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2016. – Vol. 14. – No 4. – P. 461-464. – DOI 10.5937/jaes14-12565. – EDN YUXJDZ.
3. Independant power supply source for the station of cathodic protection of pipelines against corrosion / V. S. Ezhov, N. E. Semicheva, S. V. Berezin [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2017. – Vol. 15. – No 4. – P. 501-504. – DOI 10.5937/jaes15-15450. – EDN XXPD TN.
4. Разработка эффективного комплексного коррозионноустойчивого воздухоподогревателя / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2018 : Сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научной конференции. В 2-х томах, Курск, 20–21 сентября 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 292-295. – EDN YNESNN.
5. Патент № 2691896 С1 Российская Федерация, МПК F24H 3/02, F23J 15/02, F23L 15/00. Комплексный коррозионноустойчивый воздухоподогреватель : № 2018120573 : заявл. 05.06.2018 : опубл. 18.06.2019 / В. С. Ежов, А. П. Бурцев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN KDOXPV.
6. Разработка методики определения характеристик конструкции комплексного пластинчатого теплообменника при утилизации низкопотенциального тепла сбросных газов и вентиляционных выбросов / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17–18 октября 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 178-182. – EDN VQAOOB.
7. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электроснабжения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл.

12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBH.

8. Characterization of Thermoelectric Generators for Cathodic Protection of Pipelines of the City Heating / V. Yezhov, N. Semicheva, E. Pakhomova [et al.] // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018 : Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 983, Voronezh and Samara, Russia, 10–13 декабря 2018 года. Vol. 2. – Cham: Springer, 2019. – P. 670-678. – DOI 10.1007/978-3-030-19868-8_65. – EDN RSDHMC.

9. Experimental calculation of the main characteristics of thermoelectric EMF source for the cathodic protection station of heat supply system pipelines / V. Yezhov, N. Semicheva, A. Burtsev, N. Perepelitsa // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – Vol. 1259. – P. 225-237. – DOI 10.1007/978-3-030-57453-6_19. – EDN KGMCNF.

10. Один из вариантов измерения объёма жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Тютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.

11. Анализ экспериментального исследования теплообменника для рекуперации тепла сточных вод / А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, Е. Н. Грэдинарь, В. Продан // Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 35-38. – EDN MDZUFХ.

12. Исследование работы комплексного многослойного пластинчатого теплообменника / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 128-132. – EDN SKWVVP.

13. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.

14. Бурцев, А. П. Меры усовершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.

15. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.

16. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.

17. Шугаева, О. В. Проблемы и перспективы развития отрасли энергосберегающих технологий на примере Курской области / О. В. Шугаева, Т. П. Алдохина, А. П. Бурцев // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах, Курск, 15–16 декабря 2016 года / Юго-Западный государственный университет. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 406-411. – EDN XGZPKP.

18. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК C23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.

19. Исследование теплообмена в термоэлектрических преобразователях / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, А. П. Бурцев // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Курск, 17 июля 2020 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 73-81. – EDN XMWQND.

20. Инновационные решения при разработке энергоэффективных поквартирных систем отопления / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 337-380. – EDN KJUGZM.

Burtsev Alexey Petrovich, lecturer

Southwest state university, Kursk, Russia

Lisunov Alexander Alexeyevich, Master's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Bulgakov Andrey Vladimirovich, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Yakovleva Victoria Nikolaevna, Bachelor's student

Southwest state university, Kursk, Russia

Academic advisor -

Semicheva Natalia Evgenyevna, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor

Southwest State University, Kursk, Russia

DEVELOPMENT OF CALCULATION METHODS FOR THERMOELECTRIC POWER SUPPLY CHARACTERISTICS

Abstract. The article presents the methodology of determining the main characteristics of thermoelectric power supply for cathodic protection station of heat network pipelines against corrosion.

Keywords: thermoelectricity, power supply, heat transfer coefficient, junction, flux density, kinematic viscosity, thermal conductivity, voltage, current strength, power, efficiency, autonomy, pipeline.

СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЛОКОМОТИВА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ

Лукашов Николай Александрович, аспирант

(e-mail: lukashov32@gmail.com)

Бондаренко Денис Андреевич, к.т.н., доцент

(e-mail: unitbond@yandex.ru)

Брянский государственный технический университет

В статье приведены особенности исследования систем охлаждения тяговых электродвигателей локомотивов. Рассмотрены основные подходы к определению статических и динамических характеристик функциональных звеньев и определения их передаточных функций.

Ключевые слова: тяговая электрическая машина, управление температурой, система охлаждения, автоматическое управление, передаточная функция.

При движении локомотива, особенно тяжеловесного состава на значительном руководящем подъеме, происходит естественный нагрев тягового электродвигателя, который обусловлен протеканием тока по его конструктивным элементам, что может приводить к серьезным повреждениям изоляции и выходу его из строя. Для обеспечения постоянства температурного режима обмоток ТЭД используются системы охлаждения. В большинстве случаев конструкция такой системы охлаждения включает в себя электровентилятор, который обеспечивает требуемую подачу охлаждающего воздуха, его систему управления и воздухопровод, по которому охлаждающий воздух подается к тяговому двигателю.

В настоящее время одним из основных требований, предъявляемых к вновь проектируемым и модернизируемым локомотивам, является снижение затрат мощности на вспомогательные нужды и внедрение систем автоматического управления (САУ) для снижения информационной нагрузки на локомотивную бригаду. В связи с этим разработка САУ температурой ТЭД локомотива, позволяющая непрерывно и плавно поддерживать рациональный температурный режим обмоток двигателя, является актуальной задачей.

Функциональная схема автоматической системы охлаждения ТЭД локомотива как объекта управления температурой представлена на рис. 1. Управляющим воздействием в такой системе является подача охлаждающего воздуха (G_{ac}), управляемой величиной – температура наиболее нагретой части ТЭД (t_v). В качестве возмущающих воздействий следует выделить ток нагрузки (I) и температуру окружающего воздуха ($t_{вз}$).

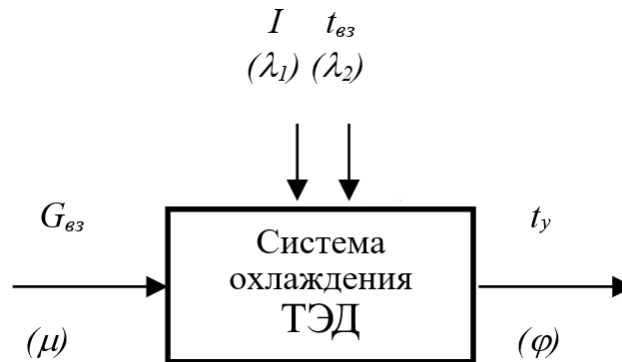


Рис. 1. Функциональная схема системы охлаждения ТЭД локомотива как объекта управления температурой

Исследование САУ системы охлаждения ТЭД локомотива предполагает определение ее статических и динамических свойств с целью дальнейшего синтеза автоматического регулятора и расчета его параметров.

Статической характеристикой САУ называют зависимость выходной величины от входной в установившемся режиме. На этом этапе определяют коэффициенты передачи (усиления) системы по управляющему или возмущающим воздействиям во всем диапазоне изменения μ и λ_i по следующим выражениям:

$$k_i = \Delta x_{\dot{a}i\dot{o}} / \Delta x_{\dot{a}\dot{o}}, \quad (1)$$

где $\Delta x_{\dot{a}i\dot{o}}$ – приращение выходной величины;

$\Delta x_{\dot{a}\dot{o}}$ – приращение входной величины.

Динамические характеристики системы показывают, как изменится во времени управляемая величина ϕ после заданного изменения управляющего воздействия μ или одного из возмущающих воздействий λ_i . Динамические параметры элементов составляющих САУ можно определить по полученным кривым переходных процессов если внести на вход возмущение в виде единичной функции.

Для определения динамических характеристик структурных звеньев САУ необходимо найти их передаточные функции. Для этого определяется переходная функция звена и выполняется ее аппроксимация путем решения линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами и нулевыми начальными условиями.

При аппроксимации динамических свойств объектов часто используют передаточную функцию вида

$$W(p) = e^{-p\tau} / (Tp + 1), \quad (2)$$

где τ – текущее время, T – постоянная времени.

Приведенная передаточная функция соответствует последовательному соединению звена запаздывания и апериодического звена первого порядка.

Методы аппроксимации основываются на различных допущениях о структуре

передаточной функции и используют разнообразный математический аппарат, что объясняет существование большого числа различных способов аппроксимации экспериментальной переходной кривой.

Если передаточная функция элементов известна, можно определить их структурную схему и схему всей САУ в целом.

В общем виде структурная схема САУ системы охлаждения ТЭД локомотива как объекта управления температурой может быть представлена на рис. 2.

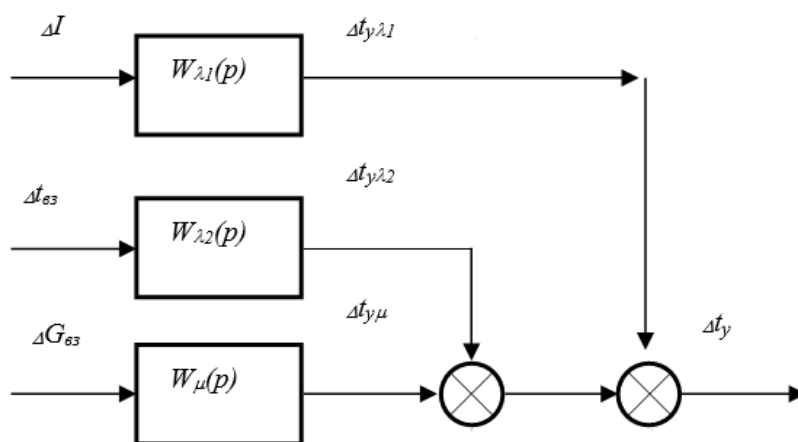


Рис. 2. Структурная схема САУ системы охлаждения ТЭД локомотива как объекта управления температурой

Список литературы

1. Космодамианский, А.С. Автоматическое регулирование температуры обмоток тяговых электрических машин локомотивов / А.С. Космодамианский. – М.: Маршрут, 2005. – 256 с.
2. Савоськин, А.Н. Автоматизированные системы управления электроподвижным составом: учебник: в 3 ч. Ч. 1: Теория автоматического управления / под ред. Л.А. Баранова, А.Н. Савоськина – изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2014. – 400 с.
3. Antipin, D.Ya. Synthesis of an automatic temperature controller with sequential switching on of the correcting links / D.Ya. Antipin, D.A. Bondarenko, V.I. Vorobiev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 12091.

Lukashov Nikolaj Aleksandrovich, аспирант

(e-mail: lukashov32@gmail.com)

Bryansk state technical university, Bryansk, Russia

Bondarenko Denis Andreevich, cand. tech. sci., associate professor

(e-mail: unitbond@yandex.ru)

Bryansk state technical university, Bryansk, Russia

STATIC AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF LOCOMOTIVE TRACTION MOTOR COOLING SYSTEM AS A TEMPERATURE CONTROL OBJECT

Abstract. The article presents the peculiarities of research of locomotive traction motors cooling systems. The main approaches to determination of static and dynamic characteristics of functional links and determination of their transfer functions are considered.

Keywords: *traction electric machine, temperature control, cooling system, automatic control, transfer function.*

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ, СВЯЗАННЫХ С УПРАВЛЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Львович Яков Евсеевич, д.т.н., профессор
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежский государственный технический университет,
г.Воронеж, Россия*

Статья посвящена анализу проблем, связанным с управлением энергетическими системами.

Ключевые слова: энергетический процесс, управление.

В разных регионах есть возможности наблюдения того, что происходит рост спроса, связанного с энергетическими ресурсами. Есть ожидание среди потребителей относительно поставщиков, что будет реализовываться уменьшение тарифов по электроэнергии. Важно отметить, что должно быть увеличение показателей, связанных с надежностью, должно быть улучшение прозрачности относительно схем поставок электроэнергии [1, 2].

Особенности концепции Smart Grid есть возможности для анализа рассматривать в виде наиболее подходящего решения. В энергетических системах, которые сформированы на основе принципов Smart Grid, есть возможности для того, чтобы вести передачу не только энергетических составляющих, но и информационных потоков. В этой связи потенциальные потребители энергетических ресурсов могут быть охарактеризованы на основе взаимодействия с энергосистемами [3, 4].

По мере внедрения и развертывания инфраструктуры, связанной с Smart Grid, необходимо ориентироваться на различные наукоемкие системо-аналитические мероприятия. Мы можем отметить такие:

- осуществление разработок, связанных с множеством методических подходов в энергетической сфере. Они ведут к тому, что осуществляются процессы эффективной разработки и внедрения элементов информационных систем Smart Grid;

- реализация разработок, связанных с методическим аппаратом, базирующихся на соответствующих моделях данных, которые относятся к информационным системам Smart Grid;

- осуществление формирования различных эффективных подходов, относящихся к процессам прогнозирования по параметрам объектов для энергетической сферы. Они представляют возможности, чтобы на их базе осуществить формирование прогнозирующих программных модулей. При этом будут создаваться информационные системы Smart Grid.

- осуществление исследований, которые относятся к вопросам, которые связаны с оценками по характеристикам надежности энергетических систем при мониторинге и прогнозировании [5, 6].

Также, при том, что действует весьма развитый аппарат, относящийся к энергетической сфере, мы можем отметить наличие объективной необходимости в осуществлении разработок в рамках системного подхода. В качестве такого же методического подхода есть возможности для анализа комплексов методик [7, 8], связанных с разработками информационных систем, которые сформированы внутри Smart Grid.

При подобных условиях реализация разработок, которые относятся к теоретическим направлениям для системного подхода при создании информационных систем в рамках Smart Grid может анализироваться в виде достаточно перспективной возможности.

Некоторые характеристики, которые соотносятся с методиками системного анализа и принятием решений с учетом того, как формируются и развертываются компоненты информационных систем при задействовании процедур мониторинга параметров в электроэнергетических комплексах для технологий Smart Grid подвергаются анализу в достаточно большом количестве работ. Можно отметить еще существование определенных нормативных и правовых документов. На их базе возникают возможности, чтобы осуществлять описание по направлениям, внутри которых наблюдаются процессы развития стандартов в области Smart Grid. В связи с тем, что технология рассматривается как достаточно новая, можно отметить расплывчатость и несогласованность относительно описания по некоторым понятиям. Помимо этого, не во всех случаях есть полноценная информация относительно результатов исследований [9, 10].

Ключевая основа в любых информационных системах, в том числе и системах мониторинга и прогнозирования может рассматриваться в виде модели данных. Она описывает ключевые компоненты систем и предметных областей. Для современных этапов развития системных способов разработки ИС можно говорить об устойчивой тенденции при формировании унифицированных моделей данных. Построенные информационные системы в рамках подобных принципах будут обладать большими интеграционными возможностями с такими же системами.

В качестве одного из базовых методических средств при формировании моделей данных предметных областей является объектно-ориентированный анализ и его языковая интерпретация — унифицированный язык моделирования UML. Комплексы UML моделей данных предметной области объединяются в так называемые единые информационные модели (СИМ-модель), содержащие исчерпывающую информацию о статических и динамических свойствах системы. В области электроэнергетики существует базовая СИМ-модель", описывающая модели данных для информационных систем электроэнергетических объектов. С другой стороны, несмотря на наличие такой модели отсутствует методика разработки реля-

ционной базы данных по данной модели при реализации конкретных систем, например систем мониторинга и прогнозирования параметров электроэнергетических комплексов.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного раз-

вития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Lvovich Yakov Evseevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor*

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

ABOUT SOME OF THE PROBLEMS ASSOCIATED WITH THE MANAGEMENT OF ENERGY SYSTEMS

Annotation: *The article is devoted to the analysis of problems associated with the management of energy systems.*

Key words: *energy process, management.*

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Львович Яков Евсеевич, *д.т.н., профессор*

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

*Воронежский государственный технический университет,
г.Воронеж, Россия*

Статья посвящена анализу проблем, связанным с системным моделированием в энергетических системах.

Ключевые слова: энергетический процесс, управление.

Можно говорить о непрерывном развитии современного общества. В нем важно осуществлять решение совокупности проблем, связанных с энергетическими комплексами. Системность мы можем рассматривать как одну из заметных составляющих в различных практических приложениях. Внутри нее реализуется обеспечение по эффективным способам, чтобы преодолевать проблемные ситуации. В исследованиях энергетических объектов активно поддерживаются системные исследования, в их функционировании применяются системные подходы [1, 2].

Анализ и синтез энергетических объектов проводится в рамках соответствующих подходов и методик. Если учитывать формализованный подход, то можно наблюдать описание по их целостным характеристикам.

В качестве определенной проблемы можно указать обеспечение необходимых уровней эффективности работы систем в области энергоснабжения. Их рассматривают как весьма важные характеристики, которые будут оказывать влияние на обеспечение жизнедеятельности и развитие различных регионов.

Должны быть приоритетными внутри организаций работы по положительной динамике параметров, связанные с тем, какая энергоэффективность и энергобезопасность. Важно поддерживать работы в которых есть применение соответствующих моделей потребления ресурсов [3, 4].

Должны быть оптимизированы преобразования, транспортные компоненты и характеристики потребления энергоносителей. Также требуется обращать внимание на то, как будут минимизированы затраты, которые встречаются в производстве.

С точки зрения стратегического развития регионов это можно рассматривать в виде приоритетных составляющих. Необходимо принимать во внимание нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ) когда анализируются внутренние энергобалансы регионов. Если будут достигаться требуемые показатели, то в таких случаях мы можем считать, что будет соблюдаться необходимое условие, связанное с реализацией намеченных стратегий [5, 6].

Работа направлена на анализ задач по рассмотрению вопросов, которые будут относиться к методологиям системного анализа. В рамках подобного подхода необходимо осуществлять анализ по этапам их проведения [7, 8].

Осуществлено рассмотрение основных определений и компонентов терминологии, которые должны быть использованы в ходе реализации системных исследований. Исследован анализ опыта, который связан с применением системного анализа в энергетических сферах. Продемонстрировано обоснование по выбору методов для математического моделирования, методик многокритериальной оптимизации. Дана иллюстрация особенностей использования экспертных оценок, когда осуществляется анализ, а также принятие решений. Соответствующие методики могут быть рассмотрены в виде основного инструментария в ходе поддержки исследований, связанных с развитием сложных комплексных энергосистем, в которых есть большое число параметров [9, 10].

Сформированы процедуры выделения сложных систем. Внутри них можно наблюдать большую размерность относительно признаков пространств и иерархическую структуру для элементов. Учитываются разветвленные информационные связи. Одна подобная система использует НВИЭ.

В ней можно отметить различные свойства нестационарных систем. Они определяются тем, что будет видна распределенность относительно структур. В системах есть многомерные характеристики и неопределенность по параметрам. Они будут оказывать влияние на особенности состояния и условия их работы. Описание таких систем мы можем провести, основываясь на множестве признаков и свойств. В них видно отражение того, как взаимодействуют элементы и внешние и внутренние связи. В этой связи, энергетические системы, в которых существуют НВИЭ, анализируются как многоцелевые по своей природе.

Процессы их оптимизации следует осуществлять относительно совокупности критериев эффективности. При этом необходимо опираться на задачу по принятию решений в рамках многих критериев.

На основе рассмотрения литературных источников показано каким образом распределяются инструменты системного анализа относительно этапов его осуществления. Указано, что для того, чтобы исследовать выбранный тип систем, могут

использоваться методы моделирования, способы оптимизации и принятия решений. Тогда можно построить модели, адекватным образом отражающие суть исследуемых объектов.

В работе реализовано рассмотрение и анализ по основным методам многокритериальной оптимизации, их классификация, отражены возможности применения методов многокритериальной оптимизации при исследовании различных видов энергетических систем.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.

14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кВ/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.

15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Lvovich Yakov Evseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

SOME PROBLEMS IN THE FIELD OF SYSTEM MODELING OF ENERGY SYSTEMS

Annotation: The article is devoted to the analysis of problems associated with system modeling in energy systems. .

Key words: energy process, management.

DOI 10.47581/2023/SXA-06/Lax-Sergei.01

НОВЫЙ МЕТОД ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПЛАНЕТАРНОМ МАСШТАБЕ ПО ПРИРОДНЫМ ПРОВОДНИКАМ; ДИСТАНЦИОННЫЙ НАГРЕВ ОТДЕЛЬНОГО РЕГИОНА СТРАНЫ

Лях Сергей Владимирович, радиоинженер

(e-mail: mytechnolab@gmail.com)

Индивидуальный предприниматель, руководитель лаборатории

"My Techno Lab", г.Минск, Беларусь

В данной статье предложен новый метод передачи электроэнергии между континентами без постройки линий передачи. Используются моря, реки, океаны в качестве проводников, что делает возможным осуществить нагрев определённого региона в зимний период, передавая электроэнергию из другого полушария или экватора, где в этот момент лето и избыток тепла.

Ключевые слова: передача электроэнергии, между континентами, без проводов, вся планета, нагрев региона зимой, стоячая волна.

Мы уже достаточно хорошо научились производить электроэнергию разными технологиями, а вот передавать её у нас есть только один способ - по проводам. Причём этот способ очень затратный и требует больших ресурсов как во время прокладки линий передачи, так и при последующем обслуживании. Есть ещё множество ограничений, которые осложняют прокладку кабелей между континентами, в основном, это стоимость. А ведь мы уже всерьёз задумываемся превратить

пустыни Африки или Австралии в солнечные электростанции, и вопрос передачи электроэнергии стоит более злободневно, чем её производство.

Предлагаю использовать новый метод передачи электроэнергии по естественным природным проводникам, таким как моря, реки, океаны. Это безопасный и экологически чистый способ передачи, хотя с первого взгляда немного пугает. Давайте рассмотрим подробнее. Земля - это проводник. Мы постоянно заземляем все электроприборы, чтобы в случае пробоя ток ушёл в землю. Вода - это более хороший проводник, а солёная вода в несколько раз лучше проводит электричество, чем пресная. Чем больше площадь поперечного сечения проводника, тем меньше его сопротивление. Площадь поперечного сечения океана огромна, в нем потери будут минимальны. Получается, что самые большие потери будут в реках, но и тут всё не однозначно. Во-первых, реки не обязательно использовать, во-вторых, есть много полноводных рек, площади поперечного сечения которых будет достаточно для передачи необходимых токов, в-третьих, есть ещё и подземные реки, русла которых обычно совпадают с надземными. Можно их использовать так же, но это уже тонкости конструкции, которые мы сейчас не будем рассматривать. Я упомянул о токах, но правильнее будет оперировать понятием напряжённости полей электрического и магнитного. Так как на поверхности планеты и в её недрах будут чередоваться участки с максимальным напряжением, где тока не будет вообще, и наоборот - с максимальным током, но почти без напряжения. Давайте разбираться как вообще это возможно. Наша планета - это шар, который окружён атмосферой. Мы живём на поверхности сферического конденсатора и одновременно волновода. Ионосфера заряжена положительно, а земля - отрицательно. Если послать синусоидальную электромагнитную волну достаточной мощности к центру планеты, а длину этой волны подобрать так, чтобы она равнялась диаметру Земли, то она отразится от противоположной внутренней стороны планеты и вернётся обратно в точку передачи в фазе следующей полуволны. Произойдёт суммирование отражённой волны и падающей. С каждым тактом амплитуда колебаний будет возрастать в зависимости от величины добротности колебательного контура. Земля будет выступать в роли накопителя энергии. Ещё Никола Тесла рассчитал, на каких частотах возможен волновой резонанс внутри планеты, а в дальнейшем и подтвердил это экспериментально. (Список литературы пункт 1) Кстати, он утверждал, что потери при передаче составляют всего 2%. Если передавать электромагнитную волну в атмосфере, то потери составят 98%. Вместе с волной через центр планеты пойдёт ещё и волна по поверхности Земли. Она должна обогнуть весь земной шар и вернуться так же в фазе передаваемого сигнала. Чем больше длина волны, тем меньше её затухание, следовательно, меньше потерь. По моему мнению, наилучшим выбором является частота 24 Герца, длина волны которой равна диаметру Земли. (Рис. 1)

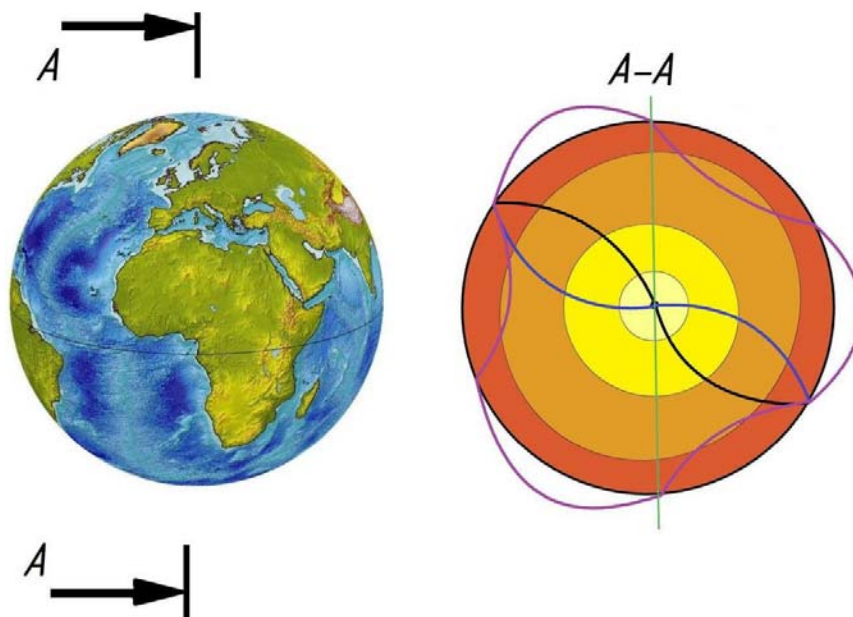


Рисунок 1. Стоячая волна по поверхности Земли и через центр, при формировании её из узла тока

Дело в том, что созданные нами колебания будут влиять на магнитное поле планеты. Чтобы эти влияния свести к минимуму, необходимо сделать так, чтобы векторы напряжённости магнитных полей Земли и искусственно созданной волны были взаимно перпендикулярны. Также необходимо, чтобы на северном и южном полюсе находился узел тока (максимум напряжения и минимум тока). В таком случае мы получим совпадение по фазе двух направлений движения волны, что ещё более увеличит добротность колебательного контура. Это приведёт к возможности накапливать ещё больше энергии.

Теперь давайте рассмотрим, как производится съём этой энергии. Мы знаем, что при стоячей волне переноса энергии не осуществляется вдоль проводника. Но в точке пучности тока по проводнику течёт ток огромных значений то в одном, то в другом направлении. Самый простой способ съёма - это установить резонатор на эту же частоту и снимать с помощью трансформаторной связи. Другой способ - во время положительной полуволны заряжать один сферический конденсатор через диод, а во время отрицательной - другой, через такой же диод, только подключенный в другом направлении. Между двумя этими конденсаторами будет разность потенциалов. При подключении нагрузки потечёт ток.

Получается, что в любой точке пучности тока, мы можем как подавать энергию в общую систему, так и снимать её. Я говорил про удачную частоту 24 Герца, при этой частоте получаются пучности тока на широте 60° как Северного, так и Южного полушария, плюс пучность на экваторе. Другими словами, мы можем передать электроэнергию с экваториальной солнечной электростанций в Санкт-Петербург, или в Аляску, или в Канаду, или ближе к Антарктиде. Это лишь малая

часть возможностей! Можно использовать не пучность тока, а пучность напряжения, тогда передающие станции можно ставить на 30-градусной широте. Можно, чтобы передающая станция использовала ток, а приёмная - напряжение, тогда точки приёма смещаются на 30 градусов. Можно, чтобы работали приёмные станции одновременно все: и по току, и по напряжению, а можно, чтобы было много передающих и по току, и по напряжению. Но и это ещё не всё! Можно изменить форму передающего сигнала или изменить частоту, сделать другой, но кратной 24 Герцам. Получается, что можно организовать передачу энергии почти из любой точки планеты! Надо рассматривать конкретное техническое задание и под него вести расчёт.

Стоит упомянуть, что если мы будем снимать электроэнергию с резонансного контура под названием “Планета Земля”, то получим передачу энергии, но если мы снимать не будем, или будем, но мало, тогда 2% уйдёт в потери. Но для нас это совсем не потери! Эта энергия будет преобразовываться в тепло, а это и есть большая часть затрат энергии в зимний период! Можно нагреть Санкт-Петербург зимой, чтобы не надо было включать отопление! Ток течёт по рекам, в которых пресная вода. Эта вода имеет относительно большое сопротивление, большее, чем морская. Чем больше сопротивление проводника, тем больше проводник нагревается. Вода имеет теплоёмкость в 5 раз больше, чем камень, следовательно, остывать будет в 5 раз дольше. Санкт-Петербург расположен точно в пучности тока, он будет нагреваться больше всего! А может быть, поэтому у него так много водных каналов, а “Эрмитаж” называется “Зимним дворцом”?.. Мы отвлеклись...

Необходимо несколько слов сказать про конструкцию передатчика. Он должен быть резонансным, причём иметь волновой резонанс. Возникают сложности с размерами передающей антенны, так как для волнового резонанса длина излучателя должна равняться $1/4$ длины волны, а у нас это примерно 3190 км. Из этого положения есть выход. Можно сделать резонатор на другую, более высокую частоту, но кратную 24 Герцам. Эта частота будет несущей частотой, которую затем нужно промодулировать необходимой нам частотой 24 Герца. Земля увидит две частоты, но она является большим конденсатором, который отфильтрует высокую частоту и оставит только одну, необходимую нам. На приёмной части, к сожалению, так не получится, но там есть свои выходы и технические решения, о которых речь пойдёт уже в другой статье.

Я считаю, что предложенный метод передачи энергии возможен, и со временем он займёт достойное место в Мире. В данный момент широкое использование вводит свои ограничения на уже действующие сети. Параллельное использование требует доработки действующих сетей. Но уже сейчас можно проводить масштабные эксперименты в районах, где высоковольтные линии отсутствуют, или использовать передачу только через центр планеты.

Список литературы

1. “Колорадо-Спрингс. Дневники. 1899-1900”, Н. Тесла.

Liakh Siarhei, radio engineer

(e-mail: mytechnolab@gmail.com)

Head of the laboratory "My Techno Lab", Minsk, Belarus

A NEW METHOD FOR TRANSMITTING ELECTRICITY ON A PLANETARY SCALE BY NATURAL CONDUCTORS; REMOTE HEATING OF SPECIFIC REGIONS OF A COUNTRY

Abstract. This article presents a new method for transmitting electricity between continents without the need for transmission lines. The proposed approach involves utilizing natural conductors such as seas, rivers, and oceans to facilitate the transfer of electricity. This technique can be used to heat a particular region during the winter by transporting electricity from a different hemisphere or the equator where there is an excess of heat.

Keywords: electricity transmission, cross-continental, wire-free, planetary scale, heating of particular regions during the winter, standing wave.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ВАЛ ВТУЛКА

Малеев Егор Александрович, студент

(e-mail: egor.maleev2020@gmail.com)

Сазонов Евгений Владимирович, магистрант

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье способы восстановления посадок, с изменением ремонтного размера. С применением электро, газосварки и наплавки.

Ключевые слова: износ, посадка, ремонт, восстановление.

Главная цель восстановления естественно изношенных сопряжений – это восстановление посадки, которое возможно одним из следующих способов.

1. Увеличение размера вала и отверстия против первоначальных.
2. Уменьшением размера вали и отверстия.
3. Увеличением вала и уменьшением отверстия до нормальных размеров [1,2].

Первые два способа можно объединить под одним названием – способ восстановления посадки с изменением начальных размеров.

Третий вариант предусматривают восстановление посадки с восстановлением начальных размеров сопряженных деталей.

Способ восстановления посадки с изменением начальных размеров включает в себя следующие основные варианты: способ ремонтных размеров и способ заполнения дополнительных ремонтных деталей.

Способ ремонтных размеров состоит в том, что восстановлению подвергается одна из сопрягаемых деталей, а другая заменяется новой.

Новая деталь изготавливается промышленностью заранее в виде запасных частей с определенными ремонтными размерами [3,4].

Изношенная деталь обрабатывается под очередной ремонтный размер.

Вопрос о том, какая деталь подлежит замене и какая восстановлению, решается в основном экономическими соображениями: более дорогая деталь обычно восстанавливается, а дешевая – заменяется новой, ремонтного размера [5].

Способ ремонтных размеров самый распространенный, хотя и не вполне совершенный. Один из существенных недостатков этого способа – сокращение срока службы дорогостоящих деталей после ремонта. Например, при расточке закаленных деталей снимается наиболее твердый слой и срок службы детали, в связи с этим уменьшается [6].

Кроме того, при большом числе ремонтных размеров необходимо иметь много запасных частей, что усложняет организацию работ.

Способ дополнительных ремонтных деталей заключается в том, что одну из деталей обрабатывают по ремонтный размер, а вторую реконструируют для достижения начальной посадки. Как правило, посадку в этом случае восстанавливают постановкой дополнительных (добавочных) деталей, компенсирующих износ [7,8].

Способ восстановления посадки с восстановлением начальных размеров деталей предполагает наращивание как вала, так и отверстия с последующей их обработкой под номинальные размеры.

Для этих целей применяют всевозможные приемы, которыми располагает современное ремонтное производство – ручная и автоматическая, электрическая и газовая наплавка деталей, электроимпульсная наплавка, гальванические покрытия, нанесение полимерных материалов и цифровые технологии контроля при восстановлении [9].

Восстановление начальных размеров решает вопрос ремонта сопряжений со всей полнотой, так как при этом сохраняются нормальные расчетные удельные давления, сохраняются условия для взаимозаменяемости новых и восстановленных деталей, исключается необходимость иметь запас деталей ремонтных размеров [10].

К этому же способу относится и восстановление сопряжений, с помощью имеющихся регулировки.

Список литературы

1. Сазонов, Е. В. К понятию «экологическая безопасность» / Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов, С. А. Грашков // Юность и знания - гарантия успеха - 2022 : сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 185-189.

1. 2. Сазонов, Е. В. Инженерная экономика / Е. В. Сазонов, М. С. Кожевников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 397-400.

2. Макарова, А. В. Состояние отечественного сельхозмашиностроения и пути повышения эффективности сельскохозяйственного бизнеса / А. В. Макарова, С. А. Грашков, Д. И. Еськов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 октября 2021 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 59-63.
3. Сазонов, Е. В. Экономика сельского хозяйства и её эффективность / Е. В. Сазонов, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 400-403.
4. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий / Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.
5. Сазонов, Е. В. Термическая обработка шестерен / Е. В. Сазонов, С. А. Грашков, Е. С. Калущкий // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 175-180.
6. Сазонов, Е. В. Поверхностная закалка стали / Е. В. Сазонов, А. А. Сметцкой, С. А. Грашков // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 180-184.
7. Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии / Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1(76). – С. 18-26.
8. Прокопенко, А. Н. Правовая защита информации : курс лекций / А. Н. Прокопенко ; А. Н. Прокопенко, А. А. Кривоухов ; под ред. Ю. Н. Канибера ; М-во внутренних дел Рос. Федерации, Белгород. юрид. ин-т. – Белгород : ООНИ и РИД БелЮИ МВД России, 2005. – 200 с.
9. Сазонов, Е. В. Способы повышения надежности и долговечности машин / Е. В. Сазонов, И. С. Шуклин, С. А. Грашков // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 457-460.
10. Качество наплавленных покрытий лемехов плугов/ Алехин Ю.Г., Грашков С.А., Угримов А.С.// В сборнике: Качество в производственных и социально-экономических системах. Сборник научных трудов 5-й Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Е.В. Павлов. 2017. С. 11-13.
11. Восстановление корпусных деталей агрегатов автомобиля КГП с электроэрозионными материалами/ Агеев Е.В., Грашков С.А., Хардилов С.В.// Курск, 2020.
12. Влияние состава пастообразного карбюризатора на цементацию низколегированной стали ХВГ/ Грашков С.А., Пивовар Н.А., Алехин Ю.Г.// В сборнике: Инновационные тенденции развития российской науки. материалы XI Международной научно-практической конференция молодых ученых. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Департамент научно-технологической политики и образования; Красноярский государственный аграрный университет. 2018. С. 170-171.

13. Микротвердость спеченных изделий из электроэрозионных коррозионно - стойких порошков, полученных в воде/ Агеева Е.В., Грашков С.А., Сысоев А.А.// В сборнике: Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных трудов 7-й Международной молодежной научно-практической конференции. В 3-х томах. Отв. редактор Е.В. Павлов. 2020. С. 10-12.

14. Состояние отечественного сельхозмашиностроения и пути повышения эффективности сельскохозяйственного бизнеса/ Макарова А.В., Грашков С.А., Еськов Д.И.// В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 59-63.

15. К вопросу осаждения электролитического сплава железо - кобальт/ Блинков Б.С., Калущкий Е.С., Грашков С.А., Степашов Р.В.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 55-57.

Maleev Egor Alexandrovich, student

(e-mail: egor.maleev2020@gmail.com)

Sazonov Evgeny Vladimirovich, Master's student

(e-mail: evgenij.sazonov.2000@mail.ru)

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

RESTORING THE COUPLING SHAFT BUSHING

Abstract. In this article, ways to restore plantings, with a change in the repair size. With the use of electric and gas welding and surfacing.

Keywords: wear, fit, repair, restoration.

МЕРОПРИЯТИЯ НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ

Малиновская Анна Владимировна, студент

(e-mail: malinanna1999@icloud.com)

Малиновская Инна Николаевна, к.э.н., доцент

(email: M.Inna19@)yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В данной статье авторами разработан ряд мероприятий, направленный на повышение конкурентоспособности энергетической компании. Рассмотрена комплексная оценка конкурентоспособности энергетической компании в условиях цифровой трансформации отрасли.

Ключевые слова: энергетика, конкурентоспособность, энергетическая компания, цифровизация, надежность, качество, трансформация.

В электросетевом комплексе накопилось немало проблем, связанных с постоянно растущими требованиями к качеству электроснабжения, его надежности, дос-

тупности электросетевой инфраструктуры для новых потребителей. Вызовы электросетевого комплекса должны быть учтены и проработаны при формировании стратегии технологического и инновационного развития отрасли в ближайшее время, как необходимое условие цифровой трансформации отрасли. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 01.06.2021 года № 1447-р «О плане мероприятий по реализации Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года», основными задачами являются повышение надежности и качества энергоснабжения потребителей до уровня, сопоставимого с лучшими зарубежными аналогами, с обеспечением экономической эффективности предоставляемых услуг.

Для того чтобы быть конкурентоспособной действующей энергетической компанией на энергетическом рынке в современных условиях, необходимо принять модель, ориентированную на потребителя, и развивать новые цифровые технологии, которые предлагают удобство и новые услуги, связанные с доставкой электроэнергии и доставкой добавочных продуктов покупателям.

Энергетическим компаниям необходимо сосредоточиться на персонализации своих продуктов, включая переосмысление договоров между потребителями и коммунальными службами, основанных на значительных инвестициях, имеющих клиентский опыт и более глубоко понимающих потребителей. Вклад потребителей еще больше стимулирует эту персонализацию, что приводит к новой динамике спроса на производство и потребление энергии.

Энергетические компании могут повысить свою привлекательность отказавшись от своих текущих бизнес-моделей и инвестируя в разработку новых преобразующих продуктов, которые отвечают желаниям потребителей повысить энергоэффективность.

Компании могут постепенно расширять сферу своей деятельности и охват, чтобы предоставлять услуги дальше вверх и вниз по цепочке создания стоимости энергии. Некоторые компании могут участвовать в сделках слияния и поглощения (например, швейцарская коммунальная компания BKW приобрела более 40 сервисных предприятий в области инжиниринга и строительных технологий), в результате чего повысила ценность своих предложений для клиентов, выводя новые продукты на свои рынки.

Новые, прорывные посредники могут стать конечными цифровыми мультикоммунальными услугами, объединяющими потребительские потребности, социальные предпочтения, доступность энергии, партнерские экосистемы и возможность предоставления услуг доставки, чтобы подпитывать весь индивидуальный энергетический образ жизни потребителя. Как видно из других отраслей, эти компании получают и обрабатывают огромные объемы данных из различных источников информации и образуют своих потребителей.

Кроме того, эффект сетевой платформы позволяет потребителям монетизировать свои активы с помощью электроэнергии, отопления и мобильных видов топ-

лива. Будучи независимым от сотрудников, этот подход «энергия как услуга» обеспечивает максимальную персонализацию, удобство и добавленную стоимость, что, по нашему мнению, компенсирует более высокие затраты на приобретение, связанные с внедрением потребительских цифровых технологий. Это также является наиболее разрушительным ответом для традиционных поставщиков энергии, поскольку снижает актуальность исторической цепочки создания добавленной стоимости в энергетике и вынуждает нефтегазовые компании и энергокомпании сотрудничать (или конкурировать) друг с другом.

Уже есть несколько хороших примеров того, как реагируют конкуренты в отрасли. По мере того, как потребители энергии отдают предпочтение и перенимают предложения интегрированных цифровых бизнес-моделей с несколькими коммунальными услугами и энергию принимают как услугу, глобальная цепочка создания стоимости энергии оказывается на грани фундаментального разрушения. Традиционные газовые и электрические компании, а также поставщики жидкого топлива, безусловно, обладающие ценным набором конкурентных преимуществ в отношении клиентов, продуктов и логистики, но им бросают вызов новые участники рынка. На наш взгляд, те энергетические компании, которые способны будут прислушаться к поведению и предпочтению своих покупателей, находясь на нескольких платформах и быстро предлагаемые им индивидуальные энергетические решения, будут успешными в долгосрочной перспективе. Поэтому действующим поставщикам энергии необходимо предпринять шаги по созданию новых каналов связи, базовых возможностей продукта и расширенной аналитики, необходимой для того, чтобы оставаться конкурентоспособными поставщиками.



Рисунок 1 - Структура новых возможностей энергетической компании

На рисунке 1 показаны пять ключевых возможностей для энергетической компании, которые являются основополагающими для достижения необходимой

трансформации, многие из них являются новыми для мышления устоявшихся компаний.

1. Охарактеризуем первую возможность «Предвидеть потребности потребителей и решать проблемы». Исходя из специфических условий энергетического рынка, энергетическим компаниям необходимо изучить существующие лучшие, в том числе мировые практики, чтобы избежать традиционных проблем и разработать свою концепцию.

Ранее поставщики энергии следовали лучшим практикам для решения относительно предсказуемых проблем потребителей, о которых им сообщали. На более подвижном рынке будущего им необходимо будет перейти к решению проблем, основанных на конвергенции. Компании должны будут предвидеть новые, будущие потребности и на самом деле определить решение проблем до того, как потребители поймут, что проблема существует. Этого можно достичь, только внедрив дизайн-мышление, основанное на ожиданиях потребителей, и активно расширяя прямое взаимодействие с потребителями, чтобы они могли понимать и внедрять потребительские идеи в процессы проектирования и инновации.

2. Разработка и создание цифровых продуктов. Игрокам необходимо смело инвестировать в ресурсы и навыки, которые позволяют их командам разрабатывать и доводить до совершенства свои цифровые технологии и предложения. Цель должна заключаться в выравнивании энергетического продукта, предложения должны строиться с учетом приоритетов потребителей энергии по мере их развития. Технологии, которые улавливают поведение потребителей энергии и их паттерны, охватывающие множество информационных каналов, станут наиболее подходящими инвесторами для поставщиков энергии в персонализацию своих решений. Возможности стратегического проектирования, инжиниринга и архитектоники цифрового бизнеса станут ключом к раскрытию цифровых возможностей.

3. Компаниям необходимо объединять и использовать экосистемы партнеров. Бизнес-лидерам необходимо активно развивать и поддерживать сети партнеров, которые приносят уникальные и взаимодополняющие возможности для своих организаций. Принцип «Энергия как услуга» означает, что потребители играют центральную роль в преобразовании цепочки создания стоимости в отрасли. Традиционные энергетические компании, и розничные торговцы, разработчики технологий и стартапов, среди прочих, должны иметь возможность использовать синергию для удовлетворения ожиданий потребителей энергии. Помимо традиционных партнерских отношений с поставщиками, компаниям необходимо управлять технологическими проектами, которые можно отслеживать, оценивать и расширять после снижения риска, а также платформы для совместной работы с корпоративными стартапами, такие как акселераторы и инкубаторы, для внедрения нового, прорывного мышления.

4. Запуск процессов быстрого экспериментирования. Чтобы конкурировать в быстро меняющейся цифровой среде, лидерам необходимо внедрить комплексные

процессы, позволяющие их организациям многократно измерять и извлекать уроки из тестирования и экспериментов с новыми продуктами и бизнес-моделями, прежде чем приступать к пилотным проектам и масштабной коммерциализации. Управление технологическими пилотами требует строгости и дисциплины – широкий взгляд на бизнес. Таким образом, компании нужна структура, позволяющая командам генерировать идеи, процесс, который будет направлять стадию инкубации, и система, которая свяжет полученные знания с общим бизнесом.

5. Разработать и внедрить процесс быстрого масштабирования. Энергетические компании традиционно были сильны в управлении проектами, инфраструктурой и сырьевыми товарами на протяжении многолетних десятилетних циклов. Что касается будущих потребителей энергии, то им необходимо будет трансформировать свои устоявшиеся ценностные предложения, причем гораздо более быстрыми темпами. Их возможности по масштабированию решений для их рынков станут критическим.

Таким образом, ключевая сила и конкурентное преимущество будут зависеть от быстрого, но эффективного процесса коммерциализации и подхода к выходу на рынок, который потребует гибкого подхода к изменениям и совместной работы в рамках множества корпоративных функций. Оснащенные этой системой возможностей, бизнес-лидеры могут начать задавать новое направление для своих компаний в соответствии с требованиями будущих потребителей энергии и, следовательно, играть ведущую роль в будущей экосистеме и цепочке создания стоимости.

Список литературы

1. Гинзбург, Ю.В. Экономика предприятий энергетического комплекса / Ю.В. Гинзбург. – Текст : непосредственный // - М.: Издательство Институт публично-правовых исследований, 2022. - № 4. - С. 14-15.
2. Головин, Ар.А. Совершенствование управления сбытовой деятельностью предприятий электротехнической промышленности в условиях санкционного давления: монография / Ар.А. Головин, А.А. Головин, Н.А. Канунникова. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2023. – 193 с.
3. Головин, А. А. Инвестиции в возобновляемую энергетику мира / А. А. Головин, И. В. Яцейко // Экономическая безопасность: правовые, экономические, экологические аспекты : сборник научных трудов 5-й Международнойнаучно-практической конференции, Курск, 04 апреля 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 66-69.
4. Добринова, Т. В. Оценка эффективности энергопотребления на предприятии / Т. В. Добринова, А. А. Головин, А. С. Шевякин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 8-2. – С. 212-217. – DOI 10.17513/vaael.2368.
5. Пучков Н.М., Нехороших И.Н. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных комплексах / Н.М. Пучков, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2021. сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 6 т.. Курск, 2021. С. 135-138.
6. Катыхин, А.И., Нехороших, И.Н. Разработка метода управления спросом на электроэнергию / А.И. Катыхин, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. 2019. № 4 (130). С. 190-193.

*Malinovskaya Inna Nikolaevna, Candidate of Economics, Associate Professor
(email: M.Inna19@yandex.ru)*

Southwest state university, Kursk, Russia

Malinovskaya Anna Vladimirovna, student

(e-mail: malinanna1999@icloud.com)

Southwest state university, Kursk, Russia

MEASURES AIMED AT IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF THE ENERGY COMPANY

Abstract. *In this article, the authors have developed a number of measures aimed at improving the competitiveness of an energy company. A comprehensive assessment of the competitiveness of an energy company in the context of the digital transformation of the industry is considered.*

Keywords: *energy, competitiveness, energy company, digitalization, reliability, quality, transformation.*

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Малиновская Анна Владимировна, студент
(e-mail: malinanna1999@icloud.com)*

*Малиновская Инна Николаевна, к.э.н., доцент
(email: M.Inna19@yandex.ru)*

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

Развитие цифровизации открывает новые возможности для устойчивого развития энергетического сектора. Этот этап способствует созданию новых задач для инвестиционного климата в электроэнергетике, поскольку данная отрасль играет решающую роль в технологическом обеспечении цифровизации, и это приводит к повышению требований к ее развитию. В статье определены проблемы и преимущества цифровой трансформации в секторе возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: *энергетика, конкурентоспособность, энергетическая компания, цифровизация, надежность, качество, трансформация.*

Осуществляемый в настоящее время энергетический переход охватывает все аспекты электроэнергетической системы. Одним из наиболее разрушительных из них, наряду с декарбонизацией структуры производства электроэнергии, является цифровизация, которая трансформирует процессы производства, распределения и потребления энергии.

Цифровизация энергетики начинается там, где начинается энергетика: на электростанциях. Сегодня управление не только ветряными электростанциями и солнечными парками, но и старыми гидроэлектростанциями автоматизировано, по крайней мере частично. Благодаря датчикам можно собирать информацию с турбины, плотины или трубы в режиме реального времени и отправлять ее в центра-

лизованную диспетчерскую. Здесь использование инновационного программного обеспечения позволяет операторам обнаруживать аномальные данные и, таким образом, выявлять потенциальные риски. Поэтому можно вмешаться заранее, до того, как произойдет повреждение. Это известно как профилактическое техническое обслуживание, благодаря которому ремонт может выполняться оперативно и в те моменты, когда он меньше мешает производству. Выявление недостатков в режиме реального времени позволяет нам повышать производительность установок.

Благодаря подходу, основанному на данных, и алгоритмам машинного обучения программы, используемые для этой цели, способны совершенствоваться самостоятельно, тем более что при централизованном управлении они могут полагаться на большие данные, поступающие не только с отдельного завода, но и со всех заводов, управляемых этим производителем. Таким образом, самое передовое программное обеспечение обновляется постоянно, становясь все более точным. Искусственный интеллект (ИИ) позволяет в режиме реального времени выявлять не только потенциальные аномалии, но и простые недостатки, которые, не ставя под угрозу функционирование предприятия, могут снизить его производительность.

Наиболее очевидный эффект цифровизации касается сетей, которые транспортируют и распределяют производимую электроэнергию. На этом фронте основными элементами являются электронные счетчики, которые обеспечивают работу интеллектуальных сетей, с помощью которых можно эффективно управлять системой электроснабжения и балансировать ее. Это решение, которое особенно важно для периодически используемых возобновляемых источников, таких как энергия ветра или солнца, которые, таким образом, могут быть полностью интегрированы в сеть.

Это имеет еще большее значение в сценарии, в котором сеть становится все более гибкой и децентрализованной. Старая структура «сверху вниз», при которой энергия поступает в одном направлении от производителя к потребителю, теперь переходит к модели распределенной генерации, при которой растет число мелких производителей и потребителей, способных подавать электроэнергию в сеть.

Таким образом, гибкость становится ключевым элементом, который позволяет сетям управлять потоками и устанавливать диалог в режиме реального времени между операторами и потребителями, которые все чаще становятся полноправными участниками сети. Таким образом, проблема цифровизации энергетического сектора в основном касается сетевых операторов. Оценки показывают, что 17% инвестиций в сети в будущем будут направлены на инновации с точки зрения передачи (TSO, Оператор системы передачи) и, прежде всего, распределения (DSO, Оператор системы распределения) из возобновляемых источников.

Другой важной эволюцией интеллектуальных сетей является их трансформация в устойчивые платформы, основанные на широком участии, для предоставления

новых услуг и создания ценности на благо всей экосистемы. Таким образом, инфраструктура становится важнейшей основой для экономической и социальной деятельности. Сети распределения электроэнергии, которые являются доступными, гибкими и инклюзивными, играют центральную роль в предоставлении обществу в целом и заинтересованным сторонам в частности возможностей для достижения своих целей. Кроме того, интеллектуальное управление сетью повышает эффективность и сокращает количество отходов, что приводит к дополнительным выгодам для окружающей среды.

Наконец, новая модель производства электроэнергии – с электрификацией потребления, то есть заменой технологий, использующих ископаемое топливо, технологиями, использующими электроэнергию из возобновляемых источников, – открывает возможности с точки зрения рыночных и бизнес-моделей, моделей, в которых участвуют старые и новые игроки и которые требуют прозрачности и отслеживания в режиме реального времени потоки энергии. Таким образом, сетевые операторы позиционируют себя как нейтральные посредники на этом динамичном рынке и, прежде всего, как активные партнеры в области хранения энергии и управления энергетическими нагрузками, в дополнение к мониторингу тарифов на электроэнергию.

Повышение энергоэффективности позволяет компаниям, занимающимся возобновляемыми источниками энергии, приобретать все больший вес в секторе и становиться более конкурентоспособными. Однако управлять компаниями, работающими с возобновляемыми источниками энергии, непросто, поскольку они требуют 100% прозрачного управления.

В этом смысле цифровизация вступает в игру с помощью программного обеспечения для управления, которое оптимизирует их процессы и, следовательно, их энергетические услуги и решает стоящие перед этими компаниями задачи, такие как развитие и производительность.

Изменчивость, характерная для технологий возобновляемой энергетики, таких как ветровая и фотоэлектрическая, делает необходимым сбор, обработку и передачу информации в больших объемах и на высоких скоростях. Именно здесь на помощь приходят большие данные.

Энергетический сектор сейчас переживает глубокий переход к очень важной энергетической трансформации, и цифровизация является одним из ключевых факторов, способствующих ее реализации. Цифровые технологии до сих пор использовались для улучшения процесса управления энергопотреблением, но именно тогда они начинают использовать их для изменения способа производства и распределения энергии.

Цифровизация выступает в качестве рычага в секторе борьбы с изменением климата и оптимизации процессов производства электроэнергии для сокращения выбросов и достижения цели декарбонизации энергетической модели. Хотя за последнее десятилетие развитие возобновляемых источников энергии ускорилося

бешеными темпами, в общем потреблении энергии по-прежнему доминирует ископаемое топливо. Некоторыми из наиболее серьезных препятствий, с которыми сталкиваются компании в этом секторе, являются:

1. Географически распределенные энергетические данные: упущена возможность их значимого использования.
2. Отсутствие интегрированной платформы: не позволяет участникам отрасли принимать обоснованные решения, оставляя данные изолированными и непроверенными на рынке.
3. Невозможность отслеживать активы: от исторических моделей до тенденций спроса и предложения отслеживание необходимо для оптимизации поставок чистой энергии.
4. Отсутствие четких и отслеживаемых целей: отсутствие дорожной карты по внедрению новых технологий и плана действий препятствует прогрессу в направлении энергоэффективности.

Цифровизация, если она осуществляется в рамках продуманного плана и руководствуется интегрированной операционной платформой, облегчает интеграцию возобновляемых источников энергии, энергетической политики и прозрачности в управлении ими. К преимуществам цифровой трансформации в секторе возобновляемых источников энергии можно отнести:

1. Инструменты и платформы цифровизации помогают строить электростанции на возобновляемых источниках энергии с автоматизированными процессами для принятия обоснованных решений. Кроме того, предлагаемые ими соединения являются основой для более децентрализованной генерации, что позволяет избежать изолированных «энергетических островов».
2. Эти платформы сокращают время простоя, предлагая оповещения, основанные на прогнозном обслуживании, предвосхищая техническое обслуживание активов. Модернизация производственных предприятий необходима для того, чтобы сделать их более конкурентоспособными и эффективными.
3. Они позволяют более точно прогнозировать погоду и рыночные условия, что помогает максимизировать производство возобновляемых источников энергии, предлагая глубокий анализ всей информации, полученной в режиме реального времени, чтобы иметь возможность принимать решения и обеспечивать стабильность спроса.
4. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для оптимизации проектирования и строительства новых возобновляемых источников энергии и установок сокращает время вывода на рынок, предвосхищая преимущества бесплатного получения CO₂ и увеличения производства.

Таким образом, цифровая трансформация является важнейшим компонентом энергетического перехода, позволяющая интегрировать все больше и больше возобновляемых источников энергии во все электрические системы, повышая надежность сети и помогая лучше управлять спросом на энергию. Чтобы достичь

этого, энергетические компании должны полагаться на программное обеспечение для управления, способное объединить все активы и централизовать их управление, чтобы перейти на производство возобновляемой энергии и сократить углеродный след в своей деятельности.

Список литературы

1. Гинзбург, Ю.В. Экономика предприятий энергетического комплекса / Ю.В. Гинзбург. – Текст : непосредственный // - М.: Издательство Институт публично-правовых исследований, 2022. - № 4. - С. 14-15.
2. Головин, Ар.А. Совершенствование управления сбытовой деятельностью предприятий электротехнической промышленности в условиях санкционного давления: монография / Ар.А. Головин, А.А. Головин, Н.А. Канунникова. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2023. – 193 с.
3. Головин, А. А. Инвестиции в возобновляемую энергетику мира / А. А. Головин, И. В. Яцек // Экономическая безопасность: правовые, экономические, экологические аспекты : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 04 апреля 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 66-69.
4. Добринова, Т. В. Оценка эффективности энергопотребления на предприятии / Т. В. Добринова, А. А. Головин, А. С. Шевякин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 8-2. – С. 212-217. – DOI 10.17513/vaael.2368.
5. Пучков Н.М., Нехороших И.Н. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных комплексах / Н.М. Пучков, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2021. сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 6 т.. Курск, 2021. С. 135-138.
6. Катыхин, А.И., Нехороших, И.Н. Разработка метода управления спросом на электроэнергию / А.И. Катыхин, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. 2019. № 4 (130). С. 190-193.

Malinovskaya Inna Nikolaevna, Candidate of Economics, Associate Professor

(email: M.Inna19@yandex.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

Malinovskaya Anna Vladimirovna, student

(e-mail: malinanna1999@icloud.com)

Southwest state university, Kursk, Russia

IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF AN ENERGY COMPANY IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF THE ELECTRICITY MARKET

Annotation. *The development of digitalization opens up new opportunities for the sustainable development of the energy sector. This stage contributes to the creation of new challenges for the investment climate in the electric power industry, since this industry plays a crucial role in the technological support of digitalization, and this leads to increased requirements for its development. The article identifies the problems and advantages of digital transformation in the renewable energy sector.*

Keywords: *energy, competitiveness, energy company, digitalization, reliability, quality, transformation.*

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Малиновская Инна Николаевна, к.э.н., доцент

(email: M.Inna19@yandex.ru)

Котов Сергей Витальевич, студент

(e-mail: sergei.kotov2013@mail.ru)

Дегтев Алексей Иванович, студент

(e-mail: tdime-swsu@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

Аннотация. В данной статье проводится исследование системы управления безопасностью энергетических предприятий. В нем оцениваются возможности обеспечения устойчивости системы управления безопасностью по четырем основным элементам стабильности, избыточности, эффективности и адаптируемости. Предложена модель процесса аналитической иерархии и расширения материальных элементов - модель оценки способности энергетических предприятий к сопротивлению.

Ключевые слова: электроэнергетика, система управления безопасностью, энергоснабжение, модернизация, энергетическая инфраструктура.

С быстрым развитием урбанизации и модернизации потребности людей в электроэнергии также последовательно возрастают. В этой связи, крайне важно обеспечить устойчивое и стабильное энергоснабжение и поддерживать показатели безопасности энергосистемы. Построение современной системы управления безопасностью может эффективно повысить способность энергетических предприятий реагировать на чрезвычайные ситуации. Чтобы эффективно оценить способность электроэнергетических предприятий противостоять воздействию риска, а также способность к восстановлению и оптимизации после воздействия. Безопасность энергетической инфраструктуры вызывает озабоченность во многих странах. За последние десятилетия произошло много серьезных инцидентов, связанных с безопасностью электроснабжения.

Чрезвычайные ситуации всегда приводят к значительным экономическим потерям и даже человеческим жертвам. Впоследствии страны по всему миру осознали важность устойчивости электросетей и других жизненно важных инфраструктур для противостояния серьезным рискам безопасности и постепенно переключили свое внимание с простого предотвращения стихийных бедствий на повышение способности электросетей восстанавливаться после катастроф и аварий. Одновременно, наряду с основной энергетической стратегией РФ, усилился импульс развития крупномасштабного подключения к сетям новой энергии и чистой энергии массового доступа к новым энергетическим объектам.

Форма энергосистемы становится все более сложной, и возрастает нагрузка на предотвращение и контроль рисков. В этой связи, предлагаются более высокие стандартные требования для повышения способности электросетей справляться с внезапными катастрофами, снижая риски и потери при крупномасштабных авариях с отключением электроэнергии и обеспечивая максимальную надежность электросетей.

Систему управления безопасностью можно описать как спланированную, документированную программу безопасности, которая включает основные концепции управления и активирующие элементы в системе безопасности, которые становятся стандартным инструментом в управлении безопасностью крупных электрических компаний в Российской Федерации.

Было проведено множество исследований с разных точек зрения по проектированию, конструированию и моделированию системы управления безопасностью. На основании данных исследований можно предложить план из десяти шагов по созданию современной, интеллектуальной и гибкой электросетевой системы, основанной на практических причинах постоянно меняющегося спроса на электроэнергию и частых отказах линий электропередач и оборудования, которое предоставляет энергетическим предприятиям новую идею и метод внедрения интеллектуального управления. Можно определить основные концепции управления безопасностью эксплуатации электросетей, с помощью метода диаграмм Венна и, предложить набор стандартизированных концептуальных систем управления рисками безопасности эксплуатации электросетей.

Для предприятий электроэнергетики, способность противостоять воздействию рисков, а также восстанавливаться и оптимизировать после воздействия чрезвычайных ситуаций, является неотъемлемой частью уровня управления безопасностью энергосистемы.

В ходе исследования было проанализировано уязвимость сети и устойчивость к риску в различных средах и определены узлы и линии, которые очень уязвимы к экстремальным погодным условиям, обеспечивая теоретическую поддержку для предотвращения и уменьшения воздействия экстремальных погодных условий. А также динамически проанализирован процесс эволюции от причины к результату аварий при отключении электросети и количественно рассчитана вероятность аварий при отключении электросети, вызванных природными катастрофами, оказывая техническую поддержку для предотвращения и восстановления аварий при отключении электросети. Несмотря на то, что при создании системы управления безопасностью было предпринято много усилий, в предыдущих исследованиях в основном изучалось реагирование на аварии и теоретические изыскания, лишь немногие из них касались предотвращения чрезвычайных ситуаций и возможностей восстановления после катастрофы, что неблагоприятно сказывалось на управлении безопасностью энергосистемы. Анализ коннотации устойчивости системы безопасности приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Анализ коннотации устойчивости системы безопасности

Таким образом, способность энергосистемы к восстановлению, способность к сопротивлению стихийным бедствиям и способность реагировать после аварий различного типа воплощает ее способность к макроустойчивости. Устойчивость, как неотъемлемая способность системы, подчеркивает способность системы поглощать, адаптировать, восстанавливать и улучшать внешние помехи и обладает такими атрибутами, как ситуационная осведомленность, устойчивость, надежность, восстановление, и способность к обучению.

Устойчивость системы к безопасности - это динамический атрибут системы, тесно связанный с непрерывной регулировкой и адаптивностью, разработанный на основе уязвимости, потенциала безопасности и избыточности безопасности.

Список литературы

1. Головин, Ар.А. Совершенствование управления сбытовой деятельностью предприятий электротехнической промышленности в условиях санкционного давления: монография / Ар.А. Головин, А.А. Головин, Н.А. Канунникова. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2023. – 193 с.
2. Головин, А. А. Инвестиции в возобновляемую энергетику мира / А. А. Головин, И. В. Яцейко // Экономическая безопасность: правовые, экономические, экологические аспекты : сборник научных трудов 5-й Международнойнаучно-практической конференции, Курск, 04 апреля 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 66-69.
3. Пучков Н.М., Нехороших И.Н. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных комплексах / Н.М. Пучков, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2021. сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной

конференции : в 6 т.. Курск, 2021. С. 135-138.

4. Катыхин, А.И., Нехороших, И.Н. Разработка метода управления спросом на электроэнергию / А.И. Катыхин, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. 2019. № 4 (130). С. 190-193.

Malinovskaya Inna Nikolaevna, *Candidate of Economics, Associate Professor*

Southwest state university, Kursk, Russia

Kotov Sergey Vitalievich, *student*

Southwest state university, Kursk, Russia

Degtev Alexey Ivanovich, *student*

Southwest state university, Kursk, Russia

ASSESSMENT OF THE STABILITY POTENTIAL OF THE SAFETY MANAGEMENT SYSTEM OF AN ELECTRIC GRID ENTERPRISE

Annotation. *In this article, a study of the safety management system of energy enterprises is carried out. It evaluates the possibilities of ensuring the stability of the security management system according to the four main elements of stability, redundancy, efficiency and adaptability. A model of the process of analytical hierarchy and expansion of material elements is proposed - a model for assessing the ability of energy enterprises to resist.*

Keywords: *electric power industry, safety management system, energy supply, modernization, energy infrastructure.*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Малиновская Инна Николаевна, к.э.н., доцент

(email: M.Inna19@yandex.ru)

Котов Сергей Витальевич, студент

(e-mail: sergei.kotov2013@mail.ru)

Дегтев Алексей Иванович, студент

(e-mail: tdime-swsu@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассмотрены актуальные проблемы топливно-энергетического комплекса, которые представляют угрозы экономической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса северного ресурсодобывающего региона, а также рассматривает необходимость применения новых подходов к вопросам обеспечения экономической безопасности предприятий.

Ключевые слова: *электроэнергетика, система управления безопасностью, энергоснабжение, модернизация, энергетическая инфраструктура.*

Перспективы развития и устойчивость положения в экономической системе предприятий электроэнергетики относятся к категории стратегических целей и задач. Предприятия данной отрасли, в силу некоторых особенностей своего функционирования, не поддаются общим законам организации экономических процессов. Данная проблема имеет и теоретическую основу, которая требует научного

поиска в определении верного подхода к трактовке понятия устойчивости для предприятий электроэнергетической отрасли.

Экономическая безопасность организации включает в себя защиту предприятия от различных экономических угроз (прямых и косвенных), например угроз, связанных с нерезультативной научно-промышленной политикой страны.

Проблемы экономической безопасности в системе предприятие-отрасль-регион-государство привели к необходимости решения вопросов, связанных с прогнозированием рисков и угроз, созданием механизмов противодействия угрозам, проектированием моделей управления экономическими объектами, которые обеспечивали бы конкурентные преимущества энергетических компаний.

Особую актуальность приобретает обеспечение экономической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в северных ресурсодобывающих регионах, которые выступают гарантом национальной, экономической и энергетической безопасности страны.

Построение системы экономической безопасности предприятия независимо от направления его деятельности должно строиться на соблюдении принципов (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Принципы построения системы экономической безопасности энергетического предприятия

Для обеспечения экономической безопасности, одной из ключевых задач, является выявление признаков слабых и сильных сторон предприятия на основе оценки изменений количественных и качественных показателей, позволяющих получить конечный результат, то есть уровень экономической безопасности хозяйствующего субъекта.

Для управления экономической безопасностью необходимо иметь определенную выборку, сравнение с которой позволит сделать вывод о текущем уровне экономической безопасности компании и принять соответствующие управленческие решения, что основано на использовании метода комплексной оценки. Оценка уровня защищенности объекта - это определение меры близости фактического состояния этого объекта к состоянию его полной безопасности. Отсутствие количественных и качественных показателей экономической безопасности делает невозможным мониторинг и отражение реализации определенных приоритетов.

Проблемы определения экономической безопасности на любом уровне необходимо определить границы безопасного функционирования системы и разработать пороговые значения, которые позволили бы оценить максимальный уровень изменений ее параметров, за пределами которого существуют опасности в конкретной области.

На основе оценки влияния сетевых факторов на уровень экономической безопасности предприятия формулируются меры в зависимости от уровня положения в сети с учетом основных факторов сетевого сотрудничества, таких как уровень доверия, оперативность, объем и разнообразие получаемой информации, а также ценность и редкость ресурсов. Отличительной особенностью сетевого подхода является смещение спектра внимания предприятий с корпоративных ресурсов на возможности, предоставляемые сетевой средой. Соответственно, задачи, которые могут повысить уровень экономической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса, заключаются в поиске новых партнеров, установлении и укреплении сотрудничества с сетевыми агентами сетевого горизонта и переводе их в сетевой контекст. Для снижения рисков привлечения ненадежных партнеров предлагается провести предварительную оценку экономической безопасности потенциального контрагента на основе пяти блоков показателей, а именно определения регистрации и адреса, проверки финансовой состоятельности, деловой репутации и идентификации учредителей. На основании полученных результатов проверки принимается одно из следующих решений: начало сотрудничества; проведение дополнительного анализа деятельности контрагента, отказывающийся от сотрудничества.

Разработка мер по выстраиванию взаимоотношений осуществляется на основе поставленных задач и полученных положительных оценок с учетом следующих факторов:

- специфика временных рамок (важность поставок точно в срок);
- физическая специфика (доступ к оборудованию и активам);
- специфика имиджа (репутация).

Степень вовлеченности предприятия в сеть позволяет снизить неопределенность окружающей среды за счет своевременного получения информации о возможных угрозах и будущих тенденциях (область непредсказуемых альтернатив).

Следует отметить, что успех предприятий топливно-энергетического комплекса и их экономическая безопасность зависят не только от взаимодействия в сети, но и от условий, налагаемых внешней средой, таких как финансовые, кадровые, институциональные, технологические и территориальные, из которых некоторые могут регулироваться с помощью правильно выстроенных отношений в межфирменных сетевых структурах.

Текущее состояние топливно-энергетического сектора, а также выявленные угрозы и вызовы экономической безопасности привели к необходимости переключить внимание исследователей с защиты активов (ресурсов) на получение выгод от сетевого взаимодействия. Выявлено, что предприятиям топливно-энергетического комплекса необходимо изменить существующие стратегии взаимодействия с хозяйствующими субъектами как внутри отрасли, так и в других отраслях путем формирования общих бизнес-сетей, которые позволили бы получить доступ к новым ресурсам, контролируемым другими предприятиями, обмениваться технологиями и внедрять инновационные проекты. С учетом факторов сетевого взаимодействия, обусловленных тенденциями условности корпоративных границ и усиления конкуренции, были предложены инструменты обеспечения экономической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса. Эти инструменты включают алгоритм оценки экономической безопасности, систему показателей экономической безопасности внутренней среды, градацию уровней экономической безопасности предприятия и интерпретацию результатов, концептуальную модель обеспечения экономической безопасности предприятий, отражающий взаимосвязь экономической безопасности внутренней среды предприятия с его сетевым контекстом и сетевым горизонтом, а также взаимное влияние их целей, задач и результатов оценки. Предлагаемые инструменты позволяют впоследствии разрабатывать меры по предотвращению и нейтрализации угроз и выстраивать продуктивные межфирменные отношения.

Список литературы

1. Головин, Ар.А. Совершенствование управления сбытовой деятельностью предприятий электротехнической промышленности в условиях санкционного давления: монография / Ар.А. Головин, А.А. Головин, Н.А. Канунникова. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2023. – 193 с.
2. Головин, А. А. Инвестиции в возобновляемую энергетику мира / А. А. Головин, И. В. Яцейко // Экономическая безопасность: правовые, экономические, экологические аспекты : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 04 апреля 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 66-69.
3. Пучков Н.М., Нехороших И.Н. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных комплексах / Н.М. Пучков, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // В сборнике: БУДУЩЕЕ НАУКИ -2021. сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 6 т.. Курск, 2021. С. 135-138.
4. Катыхин, А.И., Нехороших, И.Н. Разработка метода управления спросом на электроэнергию / А.И. Катыхин, И.Н. Нехороших. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. 2019. № 4 (130). С. 190-193.

Malinovskaya Inna Nikolaevna, *Candidate of Economics, Associate Professor*

Southwest state university, Kursk, Russia

Kotov Sergey Vitalievich, *student*

Southwest state university, Kursk, Russia

Degtev Alexey Ivanovich, *student*

Southwest state university, Kursk, Russia

ECONOMIC SECURITY OF FUEL AND ENERGY COMPLEX ENTERPRISES

Annotation. *The article discusses the current problems of the fuel and energy complex, which pose threats to the economic security of enterprises of the fuel and energy complex of the northern resource-producing region, and also considers the need to apply new approaches to the issues of ensuring the economic security of enterprises.*

Keywords: *electric power industry, safety management system, energy supply, modernization, energy infrastructure.*

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДРОБИЛКИ

Мамонова Людмила Геннадьевна, *к.э.н.*

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Калуцкий Евгений Сергеевич, *к.т.н.*

(e-mail: kalutsky1990@mail.ru)

Немцев Даниил Владимирович, *студент*

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В настоящей статье приведены исследования зависимостей мощности электропривода дробилок от технологических параметров установки. Показаны графические интерпретации этих зависимостей, даны рекомендации производству.

Ключевые слова: электропривод, дробилки, мощность, загрузка.

Молотковые дробилки имеют два способа загрузки – центральный и радиальный. Каждый из этих способов оказывает определенное влияние на протекание рабочего процесса в измельчителе. Подаваемое в камеру дробилки зерно распределяется по ситовой поверхности, образуя кольцевой слой продукта, который находится в движении под воздействием ударов молотков. Однако при центральной загрузке кольцевой слой является замкнутым и толщина его всюду одинакова. Она может расти с увеличением подачи зерна до значений, при которых наступает завал дробилки, т.е. остановка ее ротора. При радиальной подаче зерно поступает в рабочую камеру в одном месте, и естественно, что сито нагружено в различных точках неодинаково. В этом случае развертка толщины слоя по окружности имеет форму треугольника или трапеции. При неодинаковой толщине слоя продукта молотки работают в разных точках рабочей камеры неодинаково с постепенно уменьшающейся нагрузкой при ударе. Следовательно, и приводная мощность дробилки с радиальной подачей продукта должна быть ниже, чем дробилки с центральной подачей, при всех прочих равных условиях [1,2].

Так как на мощность электропривода оказывает влияние количество продукта, находящегося в камере, которое в свою очередь зависит от способа загрузки, диаметра дробилки и отверстий сит, устанавливаемых в камеру, то в проводимых опытах была поставлена цель – определить взаимосвязь между ними и мощностью электропривода, обеспечивающей загрузку, которую мы назвали оптимальной по удельному расходу энергии для дробилок с центральной загрузкой и соответствующей завалу для дробилок с радиальной подачей материала [2,3].

Таким образом решались вопросы: какова должна быть мощность электропривода, чтобы обеспечить оптимальную загрузку или завал дробилки с центральной и радиальной загрузкой, и возможно ли оснастить дробилки разного диаметра электроприводом такой мощности, которая обеспечивала бы оптимальные экономические показатели ее с набором различного диаметра отверстий.

Методика определения оптимальной загрузки была следующая [4]. Для дробилки с центральной подачей материала на каждом сите увеличивали ее от минимальной до момента, когда изменялся характер зависимости потребной мощности от загрузки. Значения мощностей и загрузки, соответствующие наименьшему удельному расходу энергии, принимались за оптимальные. Для дробилки с радиальной подачей продукта наименьшее значение удельного расхода энергии соответствовало началу завала дробилки.

Для выяснения характера влияния диаметра дробилки при различном способе подачи продукта на оптимальную величину приводной мощности, были построены графики функции, представленные на рисунке 1.

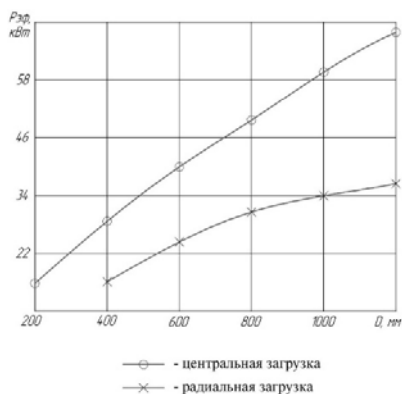


Рисунок 1 – Зависимость мощности электропривода от диаметра рабочей камеры дробилки

Анализ графиков показывает, что оптимальная мощность с увеличением диаметра дробилки возрастает при различных способах загрузки. Однако при центральной загрузке величина мощности электропривода 1,8 – 2,5 раза больше, чем при радиальной подаче продукта.

На рисунке 1 приведены графики, построенные для случая, когда в камере дробилки были установлены сита с диаметром отверстий – 3 мм.

В пределах изменения диаметра отверстий сита от 2 до 8 мм характер зависимости между величинами P и D не изменился независимо от способа подачи продукта в дробилку.

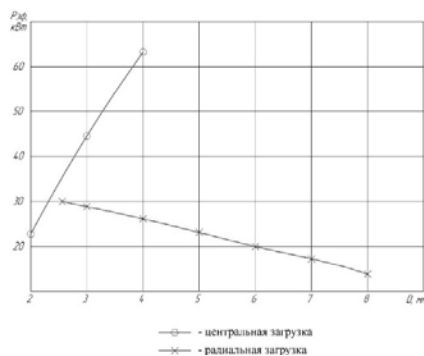


Рисунок 2 – Влияние диаметра отверстия сит на мощность электропривода дробилки

На рисунке 2 представлены графики зависимости мощности электропривода от диаметра отверстий сит при различном способе питания. Как видно, характер влияния диаметра отверстий сит на оптимальную мощность электропривода различен в зависимости от способа подачи продукта.

При центральной загрузке с увеличением диаметра отверстий сит мощность электропривода возрастает. При радиальной же загрузке, наоборот уменьшается. Причем при центральной загрузке увеличение диаметра отверстий сит в 2 раза привело к возрастанию потребной мощности в 2,6 раза, а при радиальной загрузке увеличение диаметра отверстий в 4 раза привело к снижению мощности электропривода всего в 2,1 раза. Такая закономерность наблюдается при всех диаметрах рабочей камеры дробилки.

Анализ графиков, представленных на рисунке 2, также показывает, что при центральной загрузке, при переработке ячменя постоянная мощность электропривода не может обеспечить оптимальной работы дробилки для всех диаметров отверстий сит.

Если дробилку оснастить приводом максимальной мощности, то на тонком измельчителе будет иметь место большая нагрузка электродвигателя. Поэтому в крупных хозяйствах необходимо дробилки с центральной загрузкой специализировать на выработке какого-либо одного помола – тонкого или крупного. При радиальной загрузке для привода можно рекомендовать мощность электродвигателя, существующего необходимой для тонкого помола [5,6,7].

Список литературы

1. Трубников В.Н., Коняев Н.В., Блинков Б.С. К вопросу разработки двухстадийной дробилки зерна // В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного

факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2015. С. 52-55.

2. Трубников В.Н., Коняев Н.В., Попов А.И., Блинков Б.С. Дробилка малой энергоемкости // В сборнике: Оптимизация электротехнологий в АПК. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2016. С. 66-71

3. Гнездилова Ю.П., Жданов С.И., Калущий Е.С. Особенности применения электропривода в сельском хозяйстве // В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 37-38.

4. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Серебровский В.И., Калущий Е.С. Нечеткая система оценки эффективности использования электропривода // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 202-207.

5. Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. Приоритетные направления в области энергетики // В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 269-272.

6. Руденко В.В., Маркова А.А. Перспективы внедрения цифровых технологий в АПК // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 82-85.

7. Руденко В.В. Повышение эффективности энергосберегающих технологий // В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 69-71.

8. Повышение прочности деталей при электроосаждении железных покрытий/ Серебровский В.И., Серебровская Л.Н., Калущий Е.С.// В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 55-57.

9. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа/ Калущий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С., Должиков Г.В.// Сельский механизатор. 2016. № 5. С. 35-37.

10. Упрочнение восстановленных деталей машин электроосажденными бинарными покрытиями на основе железа/ Серебровская Л.Н., Калущий Е.С., Блинков Б.С., Серебровский А.В.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 301-308.

11. Электроосаждение сплавов на основе железа/ Блинков Б.С., Серебровский В.В., Калущий Е.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 67-70.

12. Исследование факторов, влияющих на качество электролитических покрытий/ Калущий Е.С., Иванов Е.А., Петрухин М.В., Петрусенко Е.А.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 300-306.

13. Упрочнение электроосаждённого железа бором/ Калуцкий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 78-80.

Mamonova Lyudmila Gennadievna, Ph.D.

Kalutsky Evgeny Sergeevich, Ph.D.

Nemtsev Daniil Vladimirovich, student

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova

TO THE QUESTION OF CHOOSING THE POWER OF THE CRUSHER ELECTRIC DRIVE

This article presents a study of the dependences of the power of the electric drive of crushers on the technological parameters of the installation. Graphical interpretations of these dependences are shown, recommendations for production are given.

Key words: electric drive, crushers, power, loading.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Масленников Иван Сергеевич, студент

(e-mail: ivachovichev@mail.ru)

Киселев Николай Андреевич, студент

(e-mail: nicolakrus@gmail.com)

*Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина*

В данной статье изложено решение проблемы, связанной с увеличением точности учета электрической энергии, с применением автоматизированной информационно-измерительной системы. Отслеживание показателей качества электроэнергии и управления качеством электроэнергии.

Ключевые слова: информационные технологии; режим электропотребления; качество электроэнергии; автоматизированная информационно-измерительная система.

Информационные технологии получили широкое применение в сборе, обработке и анализе информации, отображающей общую ситуацию управленческой деятельности.

Роль информационных технологий особенно велика в отрасли экономики, в частности электроэнергетике. Сложное производство нуждается в большей автоматизации. Усовершенствование данной отрасли в настоящее время имеет ряд проблем, что исключает эффективную работу всех электроэнергетических процессов. Из-за износа и старения генерирующего оборудования могут возникать технологические отказы и аварии.

Особо важная проблема стабильной работы электрических сетей – превышение рабочего напряжения до критических значений, в то же время электроэнергетика нуждается в непрерывной и бесперебойной работе. Нужно внедрить инновационные технологии в энергетическую сферу. Для этого необходимы высокотехнологические информационные решения.

В электроэнергетике важна надежность и отказоустойчивость серверного и сетевого оборудования. Использование современных отказоустойчивых систем хранения данных и систем резервного копирования данных позволяет снизить количество точек отказа.

Оптимизация процесса эксплуатации систем электроснабжения по критериям функционирования, надежности и качества требует применения систем управления высокого уровня на базе современных комплексных систем автоматизированного диспетчерского управления, учета электроэнергии, контроля ее качества и автоматизации работы технических служб.

Критерий определяется как самостоятельный атрибут информационной системы или процесса ее создания. С его помощью может быть изменена характеристика качества информационной системы на основе метрики. Совокупность нескольких критериев определяет показатель качества. В настоящее время наибольшее распространение получила иерархическая модель взаимосвязи компонентов качества информационной системы. В начале определяются характеристики качества (удобство эксплуатации), затем формируются показатели: практичность; корректность; целостность; возможность взаимодействия;

Каждому показателю качества ставится в соответствие группа критериев. В связи с этим усложняется задача диспетчерского управления режимами единой энергетической системы в целом и входящими в нее объединенных энергетических систем и энергетических систем. Это способствует повышению уровня информатизации и производства. Рост уровня автоматизации и подорожание электрической энергии обуславливают необходимость внедрения новых информационных технологий в системы электроснабжения, обеспечения требуемого уровня режимов электропотребления в рамках автоматизированных систем учета электроэнергии.

Важным компонентом рынка электроэнергии является его инструментальное обеспечение, которое включает в себя системы, приборы, устройства, каналы связи, алгоритмы и т.п. для управления и контроля параметрами энергопотребления.

При разработке методов управления предприятиями в энергетике возникают ограничения: неполнота и нечеткость информации; невозможность сведения целей к одному критерию; сложность происходящих процессов; взаимосвязь критериев.

В процессе формирования систем управления нужно применять как количественные, так и качественные методы и подходы. Потребность их сочетания вызывает проблему их комбинирования в процессе усовершенствования структуры управления.

Основное назначение автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии – контроль параметров качества электроэнергии, считываемых с электронных счетчиков и измерение количества электроэнергии, позволяющее определить величины учетных показателей.

Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии позволяет контролировать режимы оперативного расчета с потребителями электроэнергии, оперативного устранения неполадок счетчиков, каналов связи и т.д.

Высокий уровень погрешности измерений вызван большим объемом погрешностей средств учета, входящих в состав измерительных комплексов. Для повышения качества работы различных объектов электроснабжения (в автоматизированных средствах контроля), необходимо единое базовое ПО (программное обеспечение), имеющее одинаковые уровни функциональности, надежности и защищенности. Необходимо осуществить переход к системам контроля, ориентированным на цифровые счетчики, организацию сервисного обслуживания на местах, организацию обучения персонала, техническое перевооружение программно-технических комплексов, оперативно-информационного комплекса.

Основные показатели качества электрической энергии - установившееся отклонение напряжения и частоты. Информация о качестве электроэнергии актуальна для всех участников рынка: потребители, продавцы и производители электрической энергии.

К основным направлениям развития можно отнести:

1. На базе современных технологий создать системы управления, которые будут включать в себя удаленные терминалы, установленные на подстанциях, системы управления напряжением фидеров.
2. Разработать автоматизированные системы распределенного управления, информационные системы управления, системы контроля, управления и обработки данных.
3. Создание интеллектуальных счетчиков (использовать спутниковую связь и интернет в качестве каналов передачи информации).

Список литературы

1. Раджабов Г., Чернавина Т.В. Возможность оценки качества электроэнергии с применением методов информатизации. Под ред. В.Е. Жидкова. 2018. – С. 143-145.
2. Чернавина Т.В. Обеспечение управлением электропотребления на основе систем учета электроэнергии. Под ред. В.Е. Жидкова. 2014. – С. 191-194.

Maslennikov Ivan Sergeevich, student

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

Kiselev Nikolai Andreevich, student

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

**DEVELOPMENT OF HIGHLY EFFICIENT POWER QUALITY CONTROL SYSTEMS
BASED ON MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES**

Abstract: *This article presents a solution to the problem associated with increasing the accuracy of accounting for electrical energy, using an automated information-measuring system. Monitoring of power quality indicators and power quality management.*

Keywords: *information Technology; power consumption mode; power quality; automated information-measuring system.*

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВЫПРЯМЛЕНИЯ И ИНВЕРТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО И ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Масляков Никита Сергеевич, студент
(e-mail: 89182535083@list.ru)

Кумейко Андрей Анатольевич, к.т.н.
(e-mail: andrei.kumeyko@yandex.ru)

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

В этой статье представлен обзор современного состояния технологий силовой электроники как в промышленном, так и в тяговом приводе. Ключевые тенденции развития включают доминирование приводов переменного тока с регулируемой частотой вращения в новых областях применения, при этом в большинстве случаев предпочтительной является асинхронная машина с короткозамкнутым ротором.

Ключевые слова: конфигурация промышленного привода, диодные выпрямители, инвертор биполярного транзистора.

Рынки приводов с регулируемой скоростью продолжают неуклонно расширяться в ответ на широко признанные возможности значительного повышения эффективности и затрат, ставшие возможными благодаря модернизации промышленного технологического оборудования с фиксированной скоростью до регулируемой.

Таким образом рассмотрим современные технологии электрической энергии, появляющейся в последнем поколении промышленных и тяговых приводов. Важные различия между широким спектром конкретных применений и номинальной мощностью, которые входят в широкие рамки промышленных и тяговых приводов. Внимание сосредоточено на последних разработках, затрагивающих частотно-регулируемые приводы переменного тока, значение которых на рынке растет, при этом признается, что приводы постоянного тока продолжают развиваться и процветать в некоторых секторах рынка промышленных и тяговых приводов. В частности, достижения в разработке высокопроизводительных алгоритмов управления машинами переменного тока и высокоскоростные цифровые процессоры для их реализации были основными факторами улучшения управляемости современных промышленных и тяговых приводов. Так же присутствуют проблемы не-

достаточного качества управления тяговым электрическим приводом связанным с тем, что существующие методы управления не обеспечивают необходимую точность определения электромагнитного момента и распределение его по осям, в следствие чего снижается общий уровень надежности и безопасности [2]. Рассмотрим архитектуру типичного привода на шасси, устанавливаемого на панели, в диапазоне мощности 50 кВт показана на рис.1. Ядро схемы питания этого привода состоит из входного трехфазного диодного выпрямителя, схемы предварительной зарядки, конденсаторной батареи постоянного тока и каскада инвертора биполярного транзистора (БТИЗ) с изолированным затвором. Другие силовые компоненты, показанные на этом рисунке, включая реактор переменного тока входной линии, фильтр входных электромагнитных помех (ЭМИ), реактор линии постоянного тока, динамический тормоз и выходной фильтр, являются дополнительными в зависимости от требований применения.

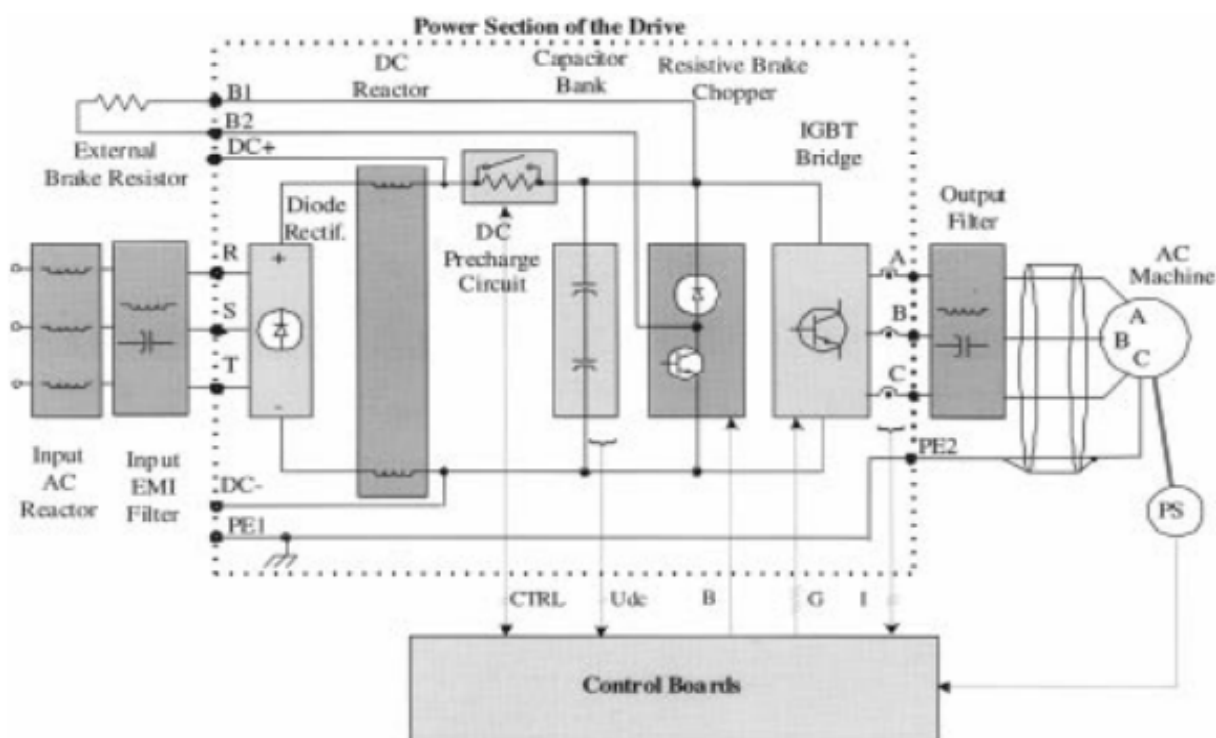


Рис. 1. Типичная конфигурация промышленного привода

Современные БТИЗ достигли высокого уровня электрической прочности, что позволяет проектировать каскады инвертора с минимумом дополнительных схем демпфирования для ограничения либо скорости изменения тока, либо скорости изменения напряжения на выводах БТИЗ. Частота переключения задается сигналами управления, формируемыми управляющей схемой (контроллером). Эта частота существенно выше стандартной частоты электрических сетей переменного тока, и инверторы работают с частотами килогерцевого диапазона. Фактически,

многие новые БТИЗ - инверторы сконструированы вообще без каких-либо ограничителей. Преимущество такого подхода заключается в экономии затрат, места и потерь в инверторе — все это положительные эффекты. Однако результирующие скорости переключения на выходе БТИЗ клеммы в бесконтактных инверторных конструкциях иногда могут превышать 1000 А с и 10000 В с, что приводит к нежелательным, а в некоторых случаях и вредным последствиям. Например, было подтверждено, что высокие частоты переключения могут взаимодействовать с выходными кабелями инвертора и обмотками машины, вызывая появление больших переходных напряжений на крайних витках обмоток статора. Опыт эксплуатации показал, что такая ситуация иногда приводит к катастрофическому разрушению изоляции обмотки статора.

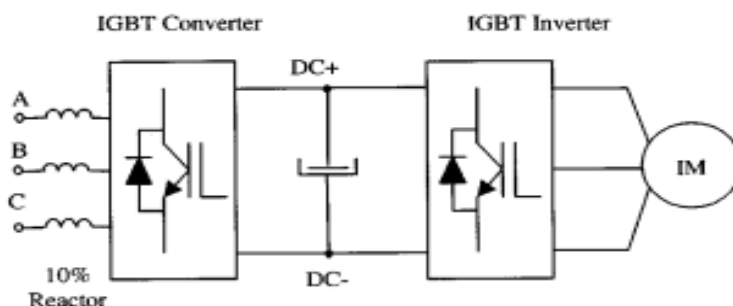


Рис. 2. Конфигурация регенеративного привода с общей шиной постоянного тока

Некоторые производители машин отреагировали на это усилением изоляции обмотки статора, по крайней мере, для самых внешних витков. Также было обнаружено, что высокие частоты переключения могут вызывать несбалансированное накопление заряда на роторе машины посредством паразитных емкостей, соединяющих статор машины, ротор, переключатели инвертора и землю. Этот накопленный заряд ротора в конечном итоге разряжается через подшипники, если не предусмотрен другой путь подачи гальванического тока. Со временем эти разряды могут вызвать серьезные изъязвления шариков подшипников и заедания, которые в конечном итоге приводят к выходу подшипников из строя при некоторых обстоятельствах, с которыми сталкивались при полевых установках. Внедрение изолированных подшипников или заземленных щеток вала ротора является одним из решений, принятых производителями машин для предотвращения таких отказов подшипников [1].

Входной выпрямительный каскад: На рис. 1 показан диодный выпрямительный каскад, иллюстрируемая архитектура типична для подавляющего большинства современных промышленных приводов (90%), которые не позволяют возвращать мощность торможения в инженерные сети. Хотя преимущество диодного выпрямителя заключается в низкой стоимости, он также накладывает на приводную систему ряд ограничений и недостатков, которые с каждым годом привлекают все

больше внимания. Рис. 2. Возможно, самое главное, что базовый диодный выпрямитель потребляет ток от каждой входной линии, который значительно искажен от его желаемой синусоидальной формы. Одной из целей включения либо реактора линии постоянного тока, либо трехфазных реакторов входной линии в схему питания привода является уменьшение амплитуды гармоник входного тока в дополнение к ограничению пикового тока конденсатора линии постоянного тока и уменьшению проводимых электромагнитных помех. Однако на рис. 3 показано, что даже когда линейные реакторы переменного тока вводятся с типичными номинальными значениями (в данном случае 3% от базового импеданса привода), гармоники тока входной линии все еще очень значительны, содержат составляющую пятой гармоники, превышающую 40% от фундаментальный компонент.

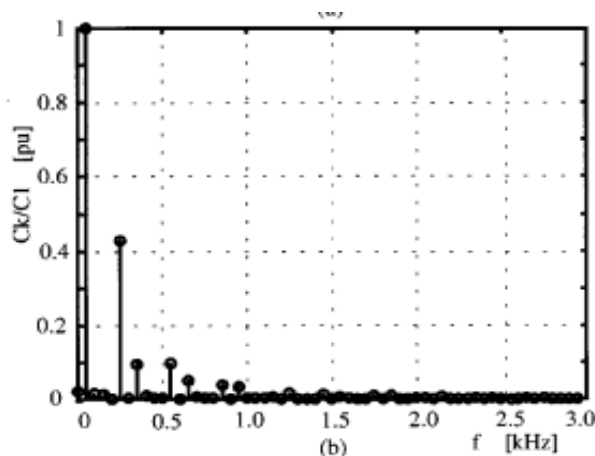


Рис. 3. Частотный спектр входного тока

Другим ограничением, налагаемым диодными выпрямителями, является необходимость предварительной зарядки конденсаторов линии постоянного тока, чтобы избежать опасного скачка тока при первоначальном подключении привода к сети переменного тока. В зависимости от номинальной мощности привода используются различные схемы предварительной зарядки, включая параллельную комбинацию резистора и байпасного контактора, показанную на рис. 1. Для промышленных приводов мощностью более 30 кВт диоды во входном выпрямительном каскаде часто частично или полностью заменяются фазоуправляемыми тиристорами. Они служат нескольким целям, обеспечивая функцию предварительной зарядки и выступая в качестве быстрого электронного выключателя для отключения питания от линии постоянного тока в случае замыкания на землю или сбоя инвертора [4]. Многие промышленные приводы, требующие лишь ограниченной и нечастой возможности торможения машин (например, конвейеры), могут быть выполнены с помощью динамического тормозного узла, который рассеивает избыточную электрическую энергию, возникающую на линии постоянного тока во внешних резисторах (см. рис. 1). Однако приложения, которые требуют частых и

продолжительных периодов торможения (например, подъемные краны), могут оправдать внедрение моста рекуперативного входного преобразователя, как показано на рис. 2, для обеспечения привода возможностями двунаправленного преобразования мощности [3].

Список литературы

1. Демидова Г.Л., Лукичев Д.В. Введение в специальность Электроэнергетика и электротехника – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 108 с
2. Никифорова Е.А. Технология определения мгновенного электромагнитного момента электрических машин в тяговом электроприводе. – Челябинск: ЮУрГУ, Э, П-474; 2018, 79 с., 36 ил., 13 табл., библиогр. список – 28 наим., 1 лист чертежей ф. А3.
3. Системы и элементы теории автоматического регулирования напряжения в тяговом электроснабжении : учеб. пособие / Б. А. Аржанников. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2014. – 181 с.
4. Устройства электропитания : учеб. пособие / А. Г. Самойлов, С. А. Самойлов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 160 с.

Maslyakov Nikita Sergeevich, student

(e-mail: 89182535083@list.ru)

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Kumeyko Andrey Anatolyevich, candidate of technical sciences

(e-mail: andrei.kumeyko@yandex.ru)

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

DEVELOPMENT OF SAFE AND EFFICIENT OPERATION OF ELECTRICAL COMPLEXES AND GROUND TRANSPORT SYSTEMS BASED ON IT TECHNOLOGIES

Abstract. This article provides an overview of the current state of power electronics technologies in both industrial and traction drive. Key development trends include the dominance of variable-speed AC drives in new applications, while in most cases an asynchronous machine with a short-circuited rotor is preferred.

Keywords: industrial drive configuration, diode rectifiers, bipolar transistor inverter.

РАЗРАБОТКА БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ

Масляков Никита Сергеевич, студент

(e-mail: 89182535083@list.ru)

Кумейко Андрей Анатольевич, к.т.н.

(e-mail: andrei.kumeyko@yandex.ru)

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

В данной статье рассмотрим особенности принципов, на основе которого строятся решения по обеспечению защиты энергосистем, интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Ключевые слова: развитие микросетей, беспроводная связь, физического представления системы ИТС.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) определяются как системы, использующие комбинацию компьютеров, коммуникаций, технологий позиционирования и автоматизации для повышения безопасности, управления и эффективности наземного транспорта при подключении электропитания.

Доступность и надежность электроснабжения - постоянная проблема, и независимо от отрасли или типа оборудования, которым вы управляете, простой представляют собой дорогостоящий риск для вашей деятельности и прибыли. Обнаружение уязвимостей в электрических системах для предотвращения потенциальных проблем при планировании быстрых и эффективных решений при возникновении проблем является ключом к повышению устойчивости и надежности работы.

Интеллектуальные “энергетические” сети характеризуются широким использованием современных технологий, IT-процедур для управления системами, а также расширенной автоматизацией и использованием современных систем энергоменеджмента, высококачественным обслуживанием электроснабжения за счет возможности самокоррекции последствий дефектов. В рамках “умных” электросетей особое внимание уделяется системам связи, которые должны обеспечивать передачу данных и заказов для оптимальной работы сети с высокой энергоэффективностью и минимальными ценами на энергию для пользователей.

Коммуникационная архитектура ИТС обеспечивает основу, которая связывает транспортный и телекоммуникационный миры воедино, позволяя разрабатывать и эффективно внедрять широкий спектр пользовательских услуг ИТС. Гибкость в выборе между различными вариантами позволяет каждому разработчику выбрать конкретную технологию, которая отвечает местным, региональным или национальным потребностям. Архитектура определяет и оценивает возможности потенциальных коммуникационных технологий, но она не выбирайте или рекомендуйте “выигрышные” системы и технологии. Одной из фундаментальных руководящих

принципов при разработке архитектуры ИТС было использование существующей и формирующейся транспортной и коммуникационной инфраструктуры при ее проектировании [3]. Это сводит к минимуму риск и стоимость развертывания и максимизирует принятие на рынке, проникновение и раннее развертывание.

Развитие микросетей играет важную роль в снижении потерь энергии. В качестве примера схем связи на рисунке 1 со схемами, которые включают информацию о рабочих параметрах, ценах на приобретаемую энергию и диспетчерском управлении источником питания показана микросхема для обеспечения пользователей энергией высокого качества и снижения потерь.

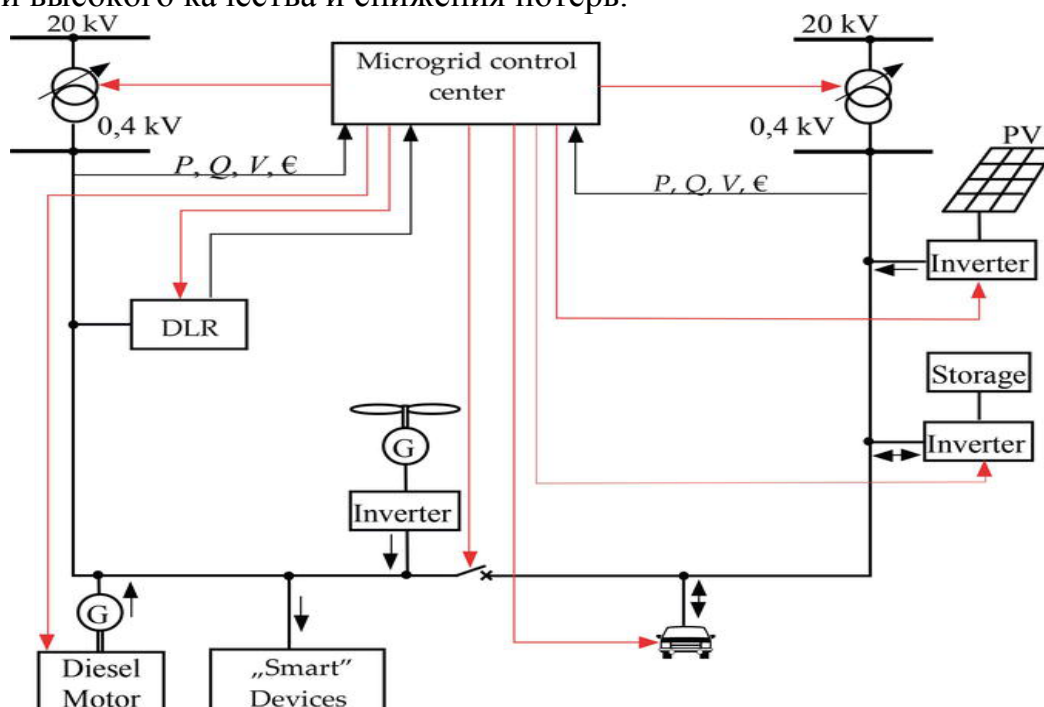


Рисунок 1. Передача энергии и информации в микросеть

В принципе, управление микрообработкой, основанное на информации о состоянии внутренних источников и ценах на электроэнергию на энергетическом рынке, должно предоставлять пользователям микросети самую низкую предлагаемую электроэнергию. В этом отношении он может использовать дополнительные возможности, предлагаемые “умными” приемниками, нагрузку на которые можно изменять, не влияя на “комфорт” пользователя, энергию, запасенную в аккумуляторах электромобилей в этом районе, а также местные хранилища электроэнергии.

Существует беспроводная связь, которую можно распределить на три типа, имеющих отношение к коммуникации:

- 1) прямая одноранговая связь
- 2) связь по сотовой сети
- 3) широковещательные передачи

Общая коммуникационная сеть ИТС, показанная на рис. 2, иллюстрирует использование нескольких типов связи для поддержки ИТС. Эта коммуникационная сеть может быть спроектирована в соответствии с техническими требованиями ее приложений. Права собственности и эксплуатационные обязанности различных частей сетей связи, используемых для ИТС, варьируются в зависимости от различных потребностей различными администрациями и, следовательно, подпадают под действие нормативных требований этих соответствующих администраций.

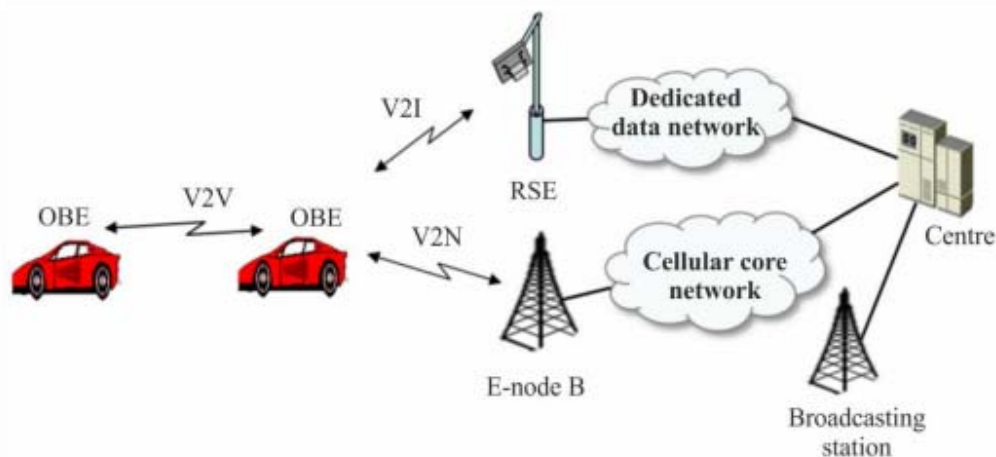


Рисунок 2. ИТС коммуникационная сеть

Пример физического представления системы ИТС, состоящей из персональной станции, станции транспортного средства, придорожной станции и центра, показан на рис. 3. Эти четыре станции являются физическими объектами, способными осуществлять связь соответственно [2]. Персональная станция - это портативное устройство для пешеходов и путешественников.

Автомобильная станция - это установленный на транспортном средстве терминал для водителей. Эти две станции обеспечивают радиосвязь функции и обработка прикладных данных для конечных пользователей. Придорожная станция установлена на дороге и обеспечивает как радиодоступ, так и проводной доступ для соединения между персональной станцией (автомобильной станцией) и центром соответственно. Центр представляет собой сервер данных, который принимает запрос на обслуживание и предоставляет ИТС персональной станции или станции транспортного средства.

В долгосрочной перспективе ИТС должна обеспечивать реализацию всех функций, предусмотренных международными и разрабатываемыми отечественными требованиями к функциональной архитектуре ИТС. Однако в ближайшей и среднесрочной перспективе реализация всех функций ИТС и одновременное развитие всех функциональных областей без учета их приоритетности невозможны и нецелесообразны ввиду следующих причин: наличия ресурсных ограничений (прежде всего финансовых и временных); практически полного отсутствия отечественной

нормативно-правовой базы в области ИТС; отсутствия комплексных научных исследований, разработанных стратегических и программных документов, сформированной единой национальной политики и других атрибутов технически грамотного процесса развертывания ИТС в городах. При внедрении ИТС эффективно использовать поэтапный подход; начните внедрять устройства и приложения которые больше нуждаются и первоначальные затраты которых ниже, а затем поэтапно расширяют их, предвидя будущее ИТС с точки зрения масштабируемости, взаимосвязанности и других соответствующих факторов. В странах, где постоянно реализуются проекты по строительству и благоустройству дорог, таких как менее развитые страны, эффективно изучать внедрение ИТС и их применение совместно с такими индивидуальными проектами строительства дорог и благоустройства. Это могло бы способствовать более раннему получению выгод от проектов, одновременно предвидя будущее развертывание ИТС по всей стране и будущую масштабируемость ИТС приложений. [1].

Согласно архитектуре уровня ISO 7, персональная станция и автомобильная станция имеют физический уровень, MAC и сетевой уровень для функции радиодоступа. У них также есть прикладной уровень, включающий уровень безопасности. Центр также имеет проводной физический уровень, MAC и сетевой уровень. Он также имеет уровень обслуживания и прикладной уровень, включая уровень безопасности, подобный коммуникационным архитектурным уровням персональной станции и станции транспортного средства. Станции имеют радиодоступ, а также функцию проводного доступа, как шлюз между конечным пользователем и сервером. Переданное сообщение персональной станции или транспортного средства, которые генерируется на уровне приложений и объектов [4].

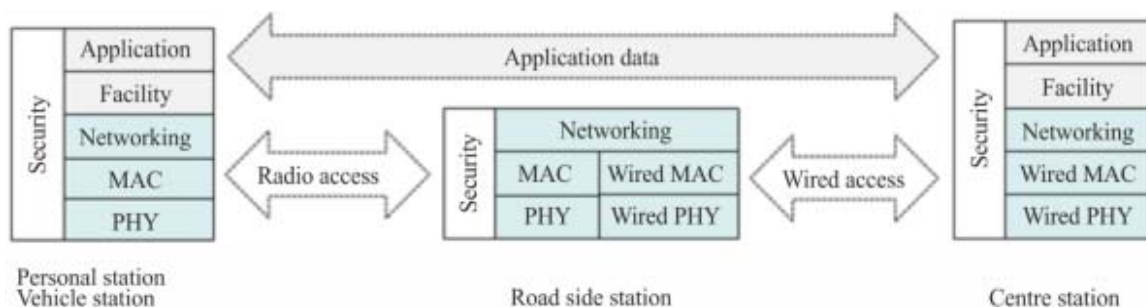


Рисунок 3. Конфигурация ИТС системы связи

Сообщение преобразуется в пакетное сообщение IP или не-IP, и к передаваемому сообщению добавляется информация об адресе. Пакетное сообщение IP или не IP фрагментируется на пакеты короткого размера, модулируется и преобразуется в радиочастотный сигнал. Принятый радиочастотный сигнал преобразуется в модулированный сигнал, и сообщение восстанавливается на прикладном уровне на центральной станции.

Список литературы

1. Евстигнеев И. А. Основы создания интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях России. // М.: Издательство «Перо» / 2021. – 294 с..
2. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.
3. Интеллектуальные системы: текст лекций / А.М. Коровин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 60 с.
4. Горев, А. Э. Информационные технологии на транспорте: учебник для вузов // А. Э. Горев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт / 2023. — 289 с.

Maslyakov Nikita Sergeevich, student

(e-mail: 89182535083@list.ru)

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Kumeyko Andrey Anatolyevich, candidate of technical sciences

(e-mail: andrei.kumeyko@yandex.ru)

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

DEVELOPMENT OF SAFE AND EFFICIENT OPERATION OF ELECTRICAL COMPLEXES AND GROUND TRANSPORT SYSTEMS BASED ON IT TECHNOLOGIES

Abstract. In this article we will consider the features of the principles on the basis of which solutions are built to ensure the protection of power systems, intelligent transport systems (ITS).

Keywords: development of micro-networks, wireless communication, physical representation of ITS system.

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СЕЧЕНИЯ ЭЛЛИПСОВИДНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ
ТУКОВОГО СОШНИКА**

Мелешков Сергей Иванович, к.т.н., доцент

(e-mail: MS11963@yandex.ru)

Ащаулов Никита Фёдорович, студент

(e-mail: Fubuvuv123@gmail.com)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В нашей статье рассматриваются различные конструкции современных стрелчатых сошников от зерно стерневых сеялок. Которые пред- назначены для раздельного посева различных зерновых культур с одно- временным внесением ту- ков минеральных удобрений. Данная конструкция сошников имеет существенный недостаток – неравномерность его хода в почве. Для стабилизации хода такого сошника в почве мы предлагаем изменить его сечение с круглой на эллипсовидную форму. Это изменение позволит стабилизировать ход тукового сошника в почве.

Ключевые слова: сошник, посев, туки, неравномерность, ход, стабилизировать.

Посевные комплексы, предназначенные для посева большинства зерно- вых культур ленточным способом с одновременным внесением под ленту туков мине- ральных удобрений имеют рабочие органы в виде стрелчатых сошников. Однако

данная конструкция рабочих органов с разноуровневым посевом лент как с семенами, так и туками минеральных удобрений сталкиваются с проблемой обеспечения стабилизации хода туковых сошников в почве. Еще одним недостатком в работе таких сошников является невозможность для точной установки глубины высева у ленты с туками минеральных удобрений.

Современные авторские решения по изменению конструкций данных сошников, предложенных авторами С.И. Мелешковым и С.А. Гавриш в виде их устройства для механической регулировки глубины посева туков минеральных удобрений [1] позволяют стабилизировать ход сошника по вертикали. Обеспечению стабилизации хода у туковых сошников различных конструкций посвятили свои работы авторы: С.И. Мелешков [2], Д.В. Герасимов [3], А.В. Сопин [4], А.В. Сазонов [5].

Выше приведенные, авторы в своих работах предложили внести изменения в профиль для формы у тукового сошника в виде круга, ромба, треугольника.

Однако в производстве чаще всего используются туковые сошники с профилем круг или эллипс. Однако нет четко обоснованных параметров по

1

эллипсовидной форме для тукового сошника. Следовательно в нашей работе необходимо решить эту задачу и обосновать параметры для сошника с эллипсовидным сечением. Следовательно для обеспечения беспрепятственного прохода туков минеральных удобрений через сечение с эллипсовидным профилем нам необходимо задаться: параметром для первой полуоси эллипса которая обеспечит равномерное протекание туков минеральных удобрений через это сечение. Тогда: A – первая полуось эллипса принимается равной диаметру для круглого тукового сошника $D = 0,03$ м. или $A = D = 0,03$ м.

Площадь круглого сечения для тукового сошника и площадь эллипсовидного сошника должны быть равны:

$$S_k = S_{\varepsilon}. \quad (1)$$

Следовательно:

$$\pi \cdot R_k^2 = \pi \cdot A \cdot B. \quad (2)$$

Преобразовав формулу 2 получим:

$$R_k^2 = A \cdot B. \quad (3)$$

Учитывая, что $R_k^2 = 0,000225$ м. Мы, подставив это значение в формулу 3 получим:

$$0,000225 = A \cdot B. \quad (4)$$

Отсюда принимая, что $A = 0,03$ м., а значение B мы определяем как:

$$B = 0,000225 / 0,03 = 0,0075 \approx 0,01 \text{ м.}$$

Следовательно, расчеты проведенные нами для тукового сошника с сечением эллипсовидной формы: первая полуось эллипса $A = 0,03$ м.; вторая полуось эллипса $B = 0,01$ м.; при этом нами выполняется равенство $S_k = S_{\varepsilon} = 0,0007 \text{ м}^2$; в этом случае будет обеспечено свободное протекание туков минеральных удобрений

через такое у тукового сошника эллипсовидной формы. Остальные расчетные параметры мы вынесем в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры для тукового сошника эллипсовидной формы

№п/п	Показатель	Размер
1	А – первая полуось эллипса	0,03 м.
2	В – вторая полуось эллипса	0,01 м.
3	Высота бородки	0,03 м.
4	Угол установки сошника к поверхности поля	38 – 45 ⁰
5	Вертикальный ход тукового сошника	0,1 м.
6	Угол входа бородки в почву	20 ⁰

Эти расчетные параметры для тукового сошника эллипсовидной формы дополнят работы по совершенствованию конструкций сеялок авторов А. П. Бабкова [6] и В. И. Варавина [7].

Список литературы

1. Механизм регулировки глубины хода тукового сошника. / С.И. Мелешков, С.А. Гавриш. Статья международной научно-практической онлайн конференции посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства «Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве». – 2020 г. С.191-193.
2. Профиль для тукового сошника. /С.И. Мелешков. Статья Международной научно-технической конференции «Электроэнергетика сегодня и завтра». Курск, 2022. С. 122-124
3. Конфигурация тукового сошника. /С.И. Мелешков, Д.В. Герасимов. Статья Международной научно-технической конференции (30 октября 2021 года) «Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России». Курск – 2021г. С. 66-68.
4. Совершенствование конструкции тукового сошника для стерневой сеялки. /С.И. Мелешков, А.В. Сопин. Статья Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК». Курск – 2021г. С. 76-77.
5. Треугольная форма для тукового сошника. /С.И. Мелешков, А.В. Сазонов. Статья в сборнике научных статей 2-й Международной научно-технической конференции (28 октября 2022 года) «Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России», Курск – 2022г. С. 131-134.
6. Нестеров, А. М. Повышение эффективности использования сеялок семейства СЗ / А. М. Нестеров, А. П. Бабков // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2 – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015 – С. 35-37 – EDN UGAPWV.
7. Показатели универсальности сеялок / В. И. Варавин, А. П. Бабков, Ю. А. Гуреев, Н. С. Шершнева // Научное обеспечение агропромышленного производства: Материалы Международной конференции, Курск, 20–21 февраля 2018 года. Том Часть 1 – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. Профессора И.И. Иванова, 2018 – С. 335-339. – EDN XVPYIH.

Meleshkov Sergey Ivanovich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Processes and Machines in Agroengineering.

Ascheulov Nikita F., student.

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

SELECTION OF PARAMETERS FOR AN ELLIPSOID CROSS SECTION FOR A TUK COULTER

Our article discusses various designs of modern lancet coulters from grain stubble seeders. Which are intended for separate sowing of various grain crops with simultaneous application of tuks of mineral fertilizers. This design of coulters has a significant drawback – the unevenness of its course in the soil. To stabilize the course of such a coulters in the soil, we propose to change its cross-section from a round to an ellipsoid shape. This change will allow to stabilize the course of the tuk coulters in the soil.

Keywords: coulters, sowing, tuks, unevenness, stroke, stabilize.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Менделеев Владислав Евгеньевич, студент

Преображенский Юрий Петрович, к.т.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена рассмотрению вопросов, связанных с применением информационных технологий, связанных с управлением энергетического оборудованием.

Ключевые слова: управление, информационная технология, оборудование.

Возникновение автоматизированных систем управления (АСУ) в энергетике связано с тем, что происходит интенсивный рост в промышленной сфере, развиваются методы управления и внедряются компьютеры для всех сфер производственной деятельности. Кроме того, перераспределяются функции среди специалистами и аппаратными средствами. Вследствие того, что внедрялись АСУ, это значительным образом оказало влияние на характеристики эффективности энергетического производства в общем и обеспечило рост качества управления [1, 2].

Термин АСУ возник тогда, когда происходило внедрение в системы управления элементы вычислительной техники. Это относится и к управлению энергетическим оборудованием. В зависимости от того, какие энергетические объекты управления, происходило развитие АСУ по двум направлениям: автоматизированные системы управления производством (АСУП) и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

Внутри современных АСУ ТП, связанных с энергетическим оборудованием, происходит поступление информации к монитору компьютеров или к электрон-

ным системам отображения информации. Происходит применение оператором полученной информации, чтобы осуществлять управление энергетическими компонентами. Они могут размещаться на значительных расстояниях от него. Проведение сбора информации относительно энергетических объектов [3, 4] внутри подобной системы происходит на основе контроллеров, а также на базе интеллектуальных исполнительных механизмов. Основная задача операторов состоит в том, чтобы была работа с той информацией, которая поступает. Поэтому необходимо привлечение развитых средств по сбору, передаче, обработке и отображению различных видов информации. То есть, появляются предпосылки по формированию систем, которые помогают людям в наблюдении за объектами управления. Будет влияние на их функционирование. Отмеченные выше функции могут быть реализованы на основе того, что внедряются автоматизированные системы проектирования и управления производственными процессами (АСПУ) [5, 6].

АСПУ рассматривается в виде комплекса программных и аппаратных средств, которые необходимы для того, чтобы вести проектирование АСУ ТП и проводить реализацию в сформированной АСУ ТП функций управления на верхнем уровне.

Чтобы качественным образом вести управление всем энергетическим предприятием, которое работает с оборудованием, в общем требуется оперативное получение информации по каждому уровню автоматизации. Поэтому формирование систем промышленной автоматизации не может осуществляться без того, чтобы была комплексная автоматизация по всему энергетическому предприятию. Система промышленной автоматизации должна входить в интегрированную корпоративную информационную систему (КИС) [7, 8].

АСПУ является верхним уровнем АСУ ТП, на котором происходит управление цехами и участками производства. Над уровнем АСПУ находятся автоматизированные системы управления [9, 10] производством и планированием ресурсов предприятия. Сюда входят системы складского учета, бухгалтерские системы и т.п. Связь АСУ ТП и АСУП позволяет комплексно планировать всю деятельность предприятия.

Преобразование технологических параметров получаемых с объекта управления оборудованием в информационные показатели происходит при помощи датчиков и исполнительных механизмов. Датчики представляют собой устройства преобразования физической величины технологического процесса в стандартный электрический сигнал, который далее отправляется на контроллер. Исполнительный механизм это устройство для преобразования, полученного от контроллера электрического сигнала в то или иное физическое воздействие. В настоящее время существует большое количество разнообразных датчиков и исполнительных механизмов.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.

2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Mendeleev Vladislav Evgenievich, student

Preobrazhensky Yuriy Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

ON THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR MANAGING THE STATE OF POWER EQUIPMENT

Annotation: *The article is devoted to the consideration of issues related to the use of information technology related to equipment management.*

Key words: *management, information technology, equipment.*

**О ВЛИЯНИИ НЕОДНОРОДНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ**

Менделеев Владислав Евгеньевич, студент

Преображенский Юрий Петрович, к.т.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу особенностей неоднородности энергетических объектов.

Ключевые слова: технологический процесс, неоднородный объект.

При том, что есть различные энергетические объекты с неоднородными характеристиками, проведение управления такими объектами на настоящий момент проводится на основе классических методов. Рост эффективности управления можно обеспечить с использованием автоматического регулирования и использованием процедур стабилизации совокупности входных переменных не учитывая их существенную неоднородность [1].

В некоторых случаях происходит выбор наилучшего варианта из уже существующих при заданных степенях рисков. Может происходить расчет величины управляющих воздействий относительно информации, которая получается для предыдущих шагов управления на основе средневзвешенного коэффициента уравнения. На его базе происходит описание траектории изменения выходных переменных. Не будет учитываться информация от лиц, которые принимают решение, когда есть неопределенности [2, 3]. Неоднородности и их проявление будут определять то, как различным образом будут формироваться целевые функции, когда есть неопределенности. Тогда приходим к задачам оптимального выбора. Они связаны с тем, что определяется наилучший вариант среди множества тех, которые, являются допустимыми. Существуют публикации [4, 5], для которых задачи оптимального выбора будут интерпретироваться в виде задач поиска оптимальных решений на дискретных множествах. Представляемые в них подходы будут ориентированы на то, чтобы разрабатывать алгоритмическое обеспечение и не дают методологических основ по рассматриваемым проблемам. Существуют задачи, связанные с идентификацией для условий неоднородности. Они касаются лишь одной проблемы – проведения уменьшения ошибок в ходе планировании эксперимента. Реализация классификации источников неоднородностей происхо-

дит только в зависимости от того, какая у них природа [6, 7]. Исследователями реализуется теоретическое исследование по однородным энергетическим процессам (по определенным энергетическим однородным компонентам) и не ведется анализ по другим источникам неоднородности. В ходе проектирования и исследования комплексных энергетических систем управления определенным образом учитываются вопросы, связанные с учетом неоднородности энергетических сложных систем. Поскольку они достаточно разнообразны, обозначается задача, связанная с введением в структуры моделей определенной однородности. Можно отметить, что классификация по неоднородностям и обозначение класса энергетических объектов при неоднородных характеристиках появились из практических задач. Они связаны с управлением энергетическими объектами.

Задачи, связанными с оптимальным управлением определили необходимость в учете неоднородности различных характеристик. Тогда потребовалась разработка классификации по источникам неоднородности энергетических объектов, методах оценок степеней неоднородности, способов идентификации и формирования однородных задач управления.

С точки зрения того, какие особенности энергетических объектов учет неоднородности рассматривается в виде одного из источников роста эффективности управления.

Анализируемая проблема состоит в том, что на базе рассмотрения категории разнообразия относительно энергетических объектов с неоднородными характеристиками, требуется провести разработку принципов идентификации и управления. Они направлены на рост эффективности и качества работы энергетических объектов.

Применительно к энергетическим объектам с неоднородными характеристиками возникает необходимость решения следующих вопросов:

- 1) разработка классификации источников и оценок степени неоднородности объектов;
- 2) разработка методов идентификации объектов;
- 3) разработка методов рационального упрощения математических моделей путем выделения и описания однородных компонент, сокращения времени и объема эксперимента при идентификации;
- 4) разработка методов постановки и решения задач многокритериальной оптимизации, количественной оценки качественных характеристик;
- 5) разработка методов оценки и обеспечения эффективности, надежности и качества при влиянии на управление субъективных факторов, обусловленных взаимодействием человека с техникой;
- 6) разработка алгоритмических процедур, обеспечивающих оптимальное распределение функций между человеком (ЛПР) и ЭВМ.

Список литературы

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Горбенко О.Н., Макарова А.А. О проблемах солнечной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Построение многокритериальной модели работы предприятия // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-4. С. 183-188.
5. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Милошенко О.В. Некоторые особенности развития геотермальной энергетики // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 33-40.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. О системном анализе энергетического предприятия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 122-124.
9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
10. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
11. Инновационные технологии в теплоэнергетике/ Мамонова Л.Г., Волков П.А.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 59-61.
12. Распределенная генерация для АПК/ Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В.// В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
13. Повышение энергетической эффективности электроэнергетики/ Мамонова Л.Г., Плаксин Е.А.// В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 240-242.
14. Мероприятия и средства повышения эффективности работы сетей 10 кв/ Селиванов Е.Г., Чернышов М.А., Шинаков Я.В., Гнездилова Ю.П.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 121-125.
15. Современная коммутационная аппаратура как один из способов достижения надежности/ Мясоедова М.А., Васюков И.С.// В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 362-365.

Mendelev Vladislav Evgenievich, student

Preobrazhensky Yuriy Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Professor

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

ON THE IMPACT OF HETEROGENEITY OF ENERGY FACILITIES ON THE EFFICIENCY OF THEIR MANAGEMENT

Annotation: The article is devoted to the analysis of the features of the inhomogeneity of energetical objects.

Key words: technological process, heterogeneous object.

СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОДОСВЕЧИВАНИЯ

Меркулова Валерия Михайловна, студент

Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В статье рассматриваются характеристики светодиодных источников света. Приведены примеры применения систем светодиодного электродосвечивания и их влияние на растения. Дано обоснование применения светодиодных технологий для облучателей в тепличном производстве и приведена конструкция универсального светодиодного облучателя.

Ключевые слова: растение, светодиод, электродосвечивание, облучатель, облучение, поток, спектр.

В последнее время достигнуты серьезные успехи в разработке светодиодов - твердотельных источников света. За последнее десятилетие светоотдача светодиодных источников света увеличилась с 30 лм/Вт до 180 лм/Вт (предельное – 340 лм/Вт). Усиления светоотдачи и яркости свечения светодиодов добиваются введением в полупроводниковые материалы специальных добавок и присадок, а также применением гетероструктур, что позволяет реализовать в одном кристалле множество *p-n* переходов. Благодаря этому существующие светодиодные источники света формируют весь спектра оптического излучения – от длинноволнового красного с длинами волн от 880 нм до короткого фиолетового излучения с длинами волн до 360 нм. На сегодняшний день разработаны и используются светодиоды около 20 различных цветовых диапазонов. Путем составления различных комбинаций из светодиодов разных цветовых оттенков можно получить комбинированный светодиодный источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне оптического излучения [1,2,3].

Для тепличного производства в установках искусственного досвечивания растений уже в 2000 г. отмечали перспективность применения светодиодных источников света. Это связано было не только с возможностью получения различного по спектральному составу излучения, но и с возможностью получения энергосберегающих источников электродосвечивания [4,5,6].

Были проведены опыты по определению влияния на рост растений при облучении квазимонохроматическими светодиодами разных цветов. В исследованиях качественно подтверждено влияние спектрального состава света на развитие растений и необходимость использования всего светового диапазона.

В МГУ им. Ломоносова эксперименты с применением разноцветных светодиодов для рассады были начаты в 2010 г. При площади теплицы 60×12 м, по расчетам, число светодиодных светильников мощностью по 166 Вт должно было составлять 192 шт.

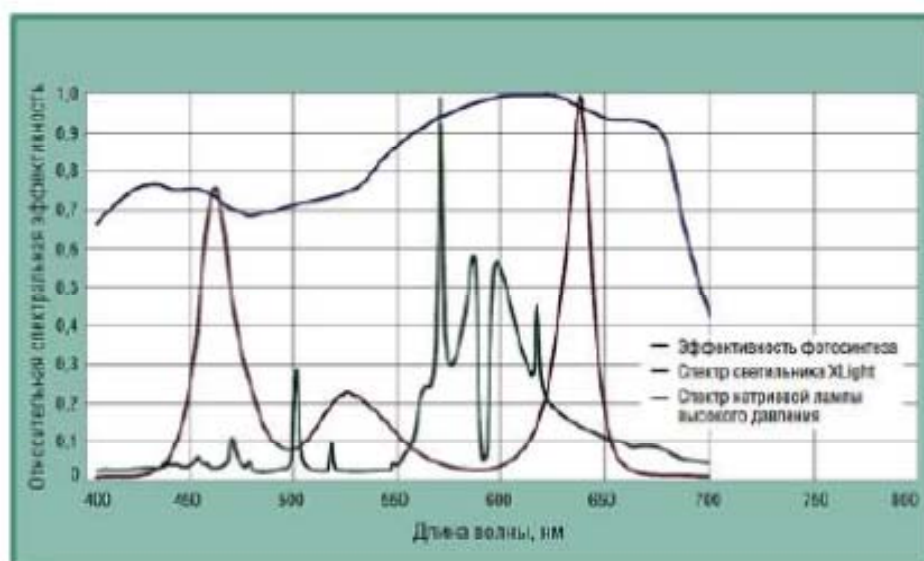


Рисунок 1 - График соотношения спектра ФАР, светодиодного и натриевого светильника

Расчетный спектр разработанного в МГУ светильника представлен на рисунке 1.

Было определено оптимальное соотношение светодиодов для выращивания малины, которое имело соотношение 2К:1С:1Б.

Так же были проведены исследования влияния спектрального состава светодиодных облучателей на салат и огурцы. В экспериментальных исследованиях показано увеличение урожайности при добавлении к белым светодиодам красных.

Так же на продуктивность растений оказывает длительность светового дня, который в среднем составляет 14–18 ч. Рядом исследователей было предложено для выращивания томатов применить установку с переменным облучением.

В работах А.А. Фокина исследованы влияния светодиодов красного и синего цвета на развитие лука, при этом установлено, что зеленая часть лука лучше развивалась при красном освещении, однако корневая система была более развита под лампами ДНАЗ и при синем освещении. Так же были исследованы импульс-

ные режимы освещения, показавшие, что при коэффициенте заполнения 33% урожайность не ухудшается.

Поскольку светодиоды перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра, путем составления комбинации из светодиодов разных цветовых групп и изменяя их ток, можно получать различные по составу и интенсивности спектры излучения и, таким образом подбирать спектр светильника, в зависимости от вида растений. При этом отдельные цветовые группы светодиодов нуждаются в отдельном источнике питания или в каждом светильнике должен устанавливаться один общий источник питания и сложная система управления каждого цвета отдельно. Для примера в таблице 1 приведены технические характеристики на некоторые светодиодные источники света.

Таблица 1 - Характеристики источников света

№	Тип источника излучения	Электрич. мощность источника Р, Вт	Световой поток источника Φ, лм	Светоотдача (удельный световой поток) С, лм/Вт	Удельный эффектив. поток фотонов $\Phi_{\text{кв эф уд}} \cdot \frac{\mu \text{ МОЛЬ}}{\text{Вт} \cdot \text{с}}$
1	СИД KPNR-080-1	1	18	18	1,673
2	СИД KPNR-199-1	1	50	50	1,269
3	СИД ARPL-Star-1W Red	0,84	45	54	1,212
4	Лампа Reflux S600	600	85800	143	1,143
5	СИД HPL-H77FR1BA	0,9	43	48	0,796
6	СИД КИПД140А-140-К-2	1	40	40	0,675
7	СИД LT-0738	10	200	20	0,409
8	Лампа ДРЛФ	400	20000	50	0,381

Применение универсальной светодиодной системы освещения с изменяемым спектром излучения описано в ряде работ [7,8,9]. Общий вид такого облучателя показан на рисунке 2.

1 – корпус, 2 – площадка, 3 – синие, 4 – красные, 5 – зеленые светодиоды

Рисунок 2 - Светодиодный облучатель

В качестве светодиодных источников света используются светодиодные излучатели, выполненные в виде ленты со светодиодами зеленого, красного и синего цветов. Длина каждой ленты составляет 600 мм. Каждая лента содержит 36 светодиодов с токоограничительными резисторами в группе (3 светодиода на один резистор). С помощью резисторов можно установить интенсивность излучения каждой ленты в отдельности и тем самым подобрать нужный суммарный спектральный состав излучения облучательной установки.

Список литературы

1. Коняев Н.В., Коняева Н.И. Новые технологии в облучении растений // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2010. С. 142-145.
2. Коняев Н.В., Коняева Н.И. "Умная" осветительная установка // В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 57.
3. Назаренко Ю.В., Коняев Н.В., Сабынин М.Г. Применение светодиодных технологий для электродосвечивания растений // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2019. С. 324-329.
4. Коняев Н.В., Беседин В.В. Энергосберегающие технологии для тепличных комплексов // В сборнике: Инновационная деятельность в модернизации АПК. материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 174-177.
5. Василенко А.А., Степашов Р.В., Назаренко Ю.В., Коняев Н.В. Энергосбережение в тепличном производстве // В сборнике: Будущее науки-2019. сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции. 2019. С. 155-159.
6. Василенко А.А., Степашов Р.В., Коняев Н.В. Новое в системе облучения растений // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. 2019. С. 109-112.
7. Назаренко Ю.В., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Степашов Р.В. Светодиодная облучательная установка // Региональный вестник. 2015. № 1. С. 46-47.
8. Назаренко Ю.В., Коняев Н.В. Светодиодные светильники для овощей в защищенном грунте // В сборнике: Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса. материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2016. С. 221-224.

9. Коняев Н.В., Мамонова С.Е. К разработке светильника-облучателя // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2020. С. 190-193.
10. Обоснование конструкции светильника для компактных люминесцентных ламп/ Коняев Н.В., Ивашура А.С.// В сборнике: Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. материалы международной научно-практической конференции. 2008. С. 17-19.
11. Обоснование использования альтернативного электроснабжения на примере малых гидроэлектростанций/ Коняев Н.В., Назаренко Ю.В., Степашов Р.В.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 339-344.
12. Обоснование применения энергосберегающих технологий для систем освещения в коровниках/ Коняев Н.В., Фирсов В.С., Блинков Б.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 171-175.
13. Перспективы энергосбережения в микроклимате животноводческих помещений/ Коняев Н.В., Еремин Д.А., Вайцеховский Д.Е.// Региональный вестник. 2018. № 2 (11). С. 17-20.
14. Светодиодная облучательная установка/ Назаренко Ю.В., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Степашов Р.В.// Региональный вестник. 2015. № 1. С. 46-47.

Merkulova Valeria Mikhailovna, student

Konyaev Nikolay Vasilyevich, Cand.Tech.Sci., associate professor

Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russia

LED TECHNOLOGIES IN SYSTEMS ELECTRIC LIGHTING

Abstract. The article discusses the characteristics of LED light sources. Examples of the use of LED electric lighting systems and their effect on plants are given. The rationale for the use of LED technologies for irradiators in greenhouse production is given and the design of a universal LED irradiator is given.

Keywords: plant, LED, electric illumination, irradiator, irradiation, flux, spectrum.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Мещеряков Александр Владимирович, аспирант

(e-mail: solovev.anton@mail.ru)

Третьяков Евгений Александрович, д.т.н., профессор

(e-mail: eugentr@mail.ru)

Югорский государственный университет

В статье выполнен анализ проблемной ситуации в области повышения качества электроэнергии при питании отдаленных поселков от резервного электро-снабжения с помощью дизель-генераторных установок. Показано, что в условиях, когда резервное питание потребителей осуществляется несколько десятков часов в году, внедрение систем накопления энергии на электрохимических аккумуляторах в условиях севера экономически не оправдано. Предложены перспективы повышения надежности и качества электроэнергии в электроэнергетических системах с резервированием дизель-генераторными установками.

Ключевые слова: качество электроэнергии, резервирование, дизель-генераторная установка, надежность.

В настоящее время в электросетевых компаниях России для удаленных от центров питания потребителей в качестве резервных источников напряжения, обеспечивающие заданную надежность электроснабжения, используются дизель-генераторные установки мощностью, как правило, 100-600 кВт.

Коммунально-бытовая нагрузка поселков с малым количеством электроприемников является резкопеременной, что приводит, при ее питании от резервного источника в случае отключения или отклонения показателей качества электрической энергии, к повышенным потерям мощности в электрических сетях, низкому качеству электроэнергии, к неэффективным режимам работы ДГУ, связанных с повышенным на 30-40 % расходом топлива, снижением срока службы.

Среди основных используемых и перспективных способов решения указанных проблем можно отнести следующие [1-5]:

- увеличение установленной мощности ДГУ с большим коэффициентом запаса по отношению к расчетной нагрузке;
- управление спросом потребителей;
- применение ДГУ с переменной частотой вращения;
- применение совместно с ДГУ систем накопления энергии;
- применение совместно с ДГУ систем накопления энергии, возобновляемых источников энергии, балластных нагрузок;
- совершенствование методов прогнозирования графиков нагрузок и генерации электроэнергии;

- совершенствование методов управления ДГУ с системой накопления энергии в переходных и установившихся режимах, в том числе противоаварийного управления;
- применение полупроводниковых устройств компенсации реактивной мощности и генерации активной;
- совершенствование методов координированного управления преобразователями систем накопления энергии для обеспечения заданного характера переходных процессов, в том числе имитирующих работу синхронных генераторов.

В ряде случаев применение ДГУ в качестве резервного электроснабжения осуществляется непродолжительное время: не более 20 часов в год (таблица 1).

Таблица 1 – Число часов работы ДГУ в году для гарантированного электроснабжения поселков удаленного энергорайона

№ п/п	Мощность ДГУ	Число часов работы, ч	Примечание
1	200 кВт	6	Ежемесячные пробные запуски
2	200 кВт	6	
3	200 кВт	35	
...	...	...	
23	420 кВт	18	
24	580 кВт	18	

В этих условиях целесообразность обеспечения экономичных режимов работы ДГУ и требуемого качества электроэнергии потребителей с резкопеременной нагрузкой выглядит маловероятным.

В автономном режиме работы ДГУ резкопеременная нагрузка вызывает отклонение напряжения до 35 % и частоты до 30 % от номинальных значений [7]. Пассивные системы стабилизации параметров напряжения и частоты (штатные ДГУ и внешние) не способны обеспечить требуемое качество электроэнергии из-за нехватки генерируемой активной мощности в системе электроснабжения, работающей изолировано от системы бесконечной мощности.

Внедрение систем накопления энергии экономически оправдано только в случае, если затраты на их внедрение будут ниже стоимости увеличения мощности ДГУ.

Типовая схема комплектной трансформаторной подстанции (КТП) с резервированием от ДГУ (ДЭС 200 кВт, фидер 7) представлена на рис. 1. Мощность силового понижающего трансформатора составляет 400 кВ·А.

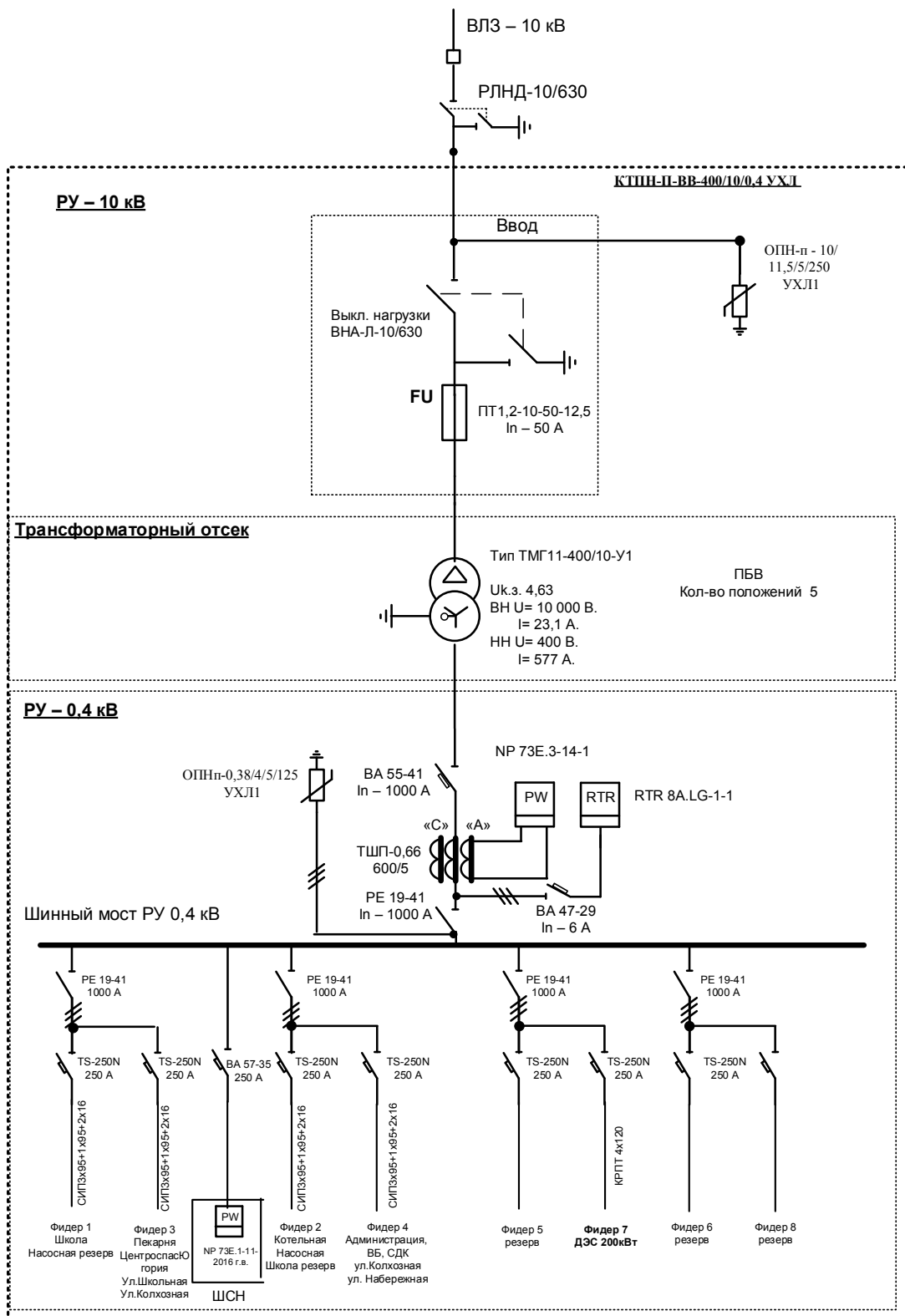


Рисунок 1 – Однолинейная схема КТП

Системы накопления энергии на основе аккумуляторных батарей имеют достаточно ограниченный срок службы и требовательны к климатическим условиям размещения.

За последние годы принципиального развития в области электрохимических накопителей электроэнергии не произошло и все чаще внимание производителей и проектировщиков направлено на механические накопители, например, на дизель-роторные системы бесперебойного электроснабжения [76].

В качестве перспективы повышения надежности и качества электроэнергии в электроэнергетических системах с резервированием дизель-генераторными установками считаем исследовать следующие направления, имеющий значительный потенциал развития:

- создание и исследование механических накопителей в составе самой дизель-генераторной установки, например, на основе модернизации дизель-роторных систем бесперебойного электроснабжения для демпфирования резкопеременных колебаний нагрузки потребителей;

- исследование влияния работы полупроводниковых устройств компенсации реактивной мощности и генерации активной на показатели качества электроэнергии в автономных системах электроснабжения с ДГУ.

Указанные направления являются дальнейшими темами исследований авторов по рассматриваемой проблематике.

Список литературы

1. Хватов, О. С. Электростанция на базе дизель-генераторной установки переменной частоты вращения и буферного накопителя энергии / О. С. Хватов, Д. С. Кобяков, М. Е. Юрлов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2020. – № 3. – С. 71-81.
2. Карагодин, В. В. Оптимизация параметров дизель-генераторных установок и источников бесперебойного питания в системах гарантированного электроснабжения / В. В. Карагодин, К. А. Полянский, Б. А. Ревяков // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2019. – № 669. – С. 246-253.
3. Бык, Ф. Л. Использование систем накопления энергии для функционального резервирования / Ф. Л. Бык, Л. С. Мышкина // Релейная защита и автоматизация. – 2020. – № 4(41). – С. 35-39.
4. Павлов, А. Развитие систем накопления энергии в мире: от концепций до проектов / А. Павлов // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2020. – № 2(59). – С. 12-17.
5. Бачурин, П. А. Испытания промышленного образца системы накопления энергии СНЭ-10-1200-400 при совместной работе с ГПУ в составе экспериментальной энергосистемы / П. А. Бачурин, Д. С. Гладков, В. М. Зырянов [и др.] // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2020. – № 2(59). – С. 18-25.
6. Приоритетные направления, ключевые технологии и сценарии развития систем накопления энергии / Л. В. Калимуллин, Д. К. Левченко, Ю. Б. Смирнова, Е. С. Тузикова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2019. – № 1. – С. 42-54.
7. Бабенков, П. С., Применение дизель-роторных источников бесперебойного питания для резервного электроснабжения объектов АПК / П. С. Бабенков, Е. В. Барышников, В. В. Волошин,

А. Ю. Никулин, Р. И. Сафронов // Молодежная наука-развитию агропромышленного комплекса. – 2020. – С. 3-7.

Meshcheryakov Alexander Vladimirovich, student

(e-mail: solovev.anton@mail.ru)

Tretyakov Evgeny Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor

(e-mail: eugentr@mail.ru)

Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

PROSPECTS FOR IMPROVING THE RELIABILITY AND QUALITY OF ELECTRICITY IN ELECTRIC POWER SYSTEMS WITH REDUNDANT DIESEL GENERATOR SETS

Abstract. The article analyzes the problematic situation in the field of improving the quality of electricity when powering remote villages from backup power supply using diesel generator sets. It is shown that in conditions when the backup power supply of consumers is carried out several tens of hours a year, the introduction of energy storage systems on electrochemical batteries in the conditions of the north is not economically justified. The prospects of improving the reliability and quality of electricity in electric power systems with redundancy by diesel generator sets are proposed.

Keywords: electricity quality, redundancy, diesel generator set, reliability

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Морозов Александр Сергеевич, к.т.н., доцент

(morozov.rgatu@mail.ru)

Фатьянов Сергей Олегович, к.т.н., доцент

(morozov.rgatu@mail.ru)

Зинган Анастасия Михайловна, студент

(morozov.rgatu@mail.ru)

Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия

Как современная энергосистема реагирует на растущий спрос на электроэнергию? В данной статье получен ответ на поставленный вопрос.

Ключевые слова: энергосистема, электрическая энергия, потребитель, энергоэффективность.

Механизм управления спросом позволяет потребителям получать денежные выплаты с сокращения своего потребления энергии на несколько часов, когда это необходимо энергосистеме (рисунок 1) [1-8].

Этот новый механизм приносит выгоду как энергосистеме, так и потребителям. Принимать участие могут торговые центры, промышленные предприятия, кафе и рестораны и ледовые дворцы и кампусы университетов.

Как это работает - компания агрегатор вместе с клиентами оценивает объем возможного снижения, участие допустимого, если потребитель может снижать потребление на 100 киловатт или более в моменте [9-15].



Рисунок 1 – Графики спроса на электроэнергию

Управление спросом на электроэнергию — это новый механизм, который сейчас работает в России в тестовом режиме. Он основан на активном участии потребителей электроэнергии, которые снижают или сдвигают своё потребление в пиковые часы, за что получают денежное вознаграждение. Данный механизм лучше может сбалансировать спрос и предложения электроэнергии, а также снизить цены для всех конечных потребителей.

Энергосбытовая компания как агрегатор по команде системного оператора подаёт потребителям сигналы на снижение потребления электроэнергии в определенные часы. Потребитель, в свою очередь, выполняет условия и уменьшает потребление энергии (рисунок 2) [16-20].

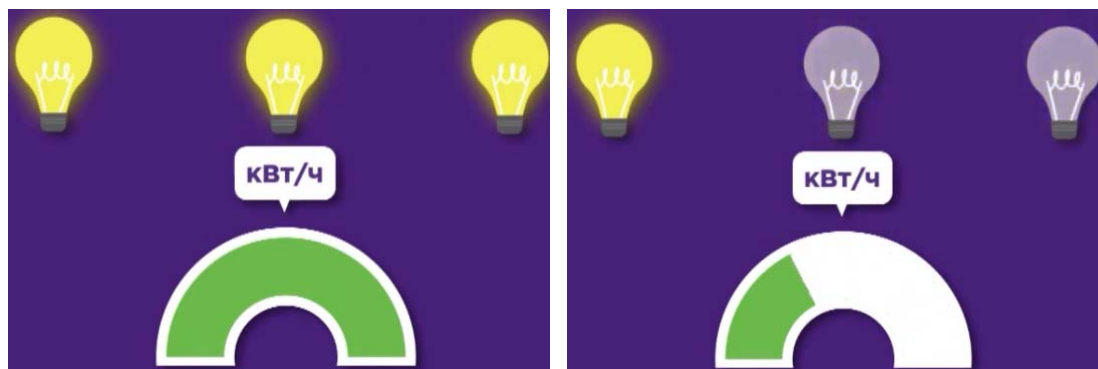


Рисунок 2 – Процесс сигнала на снижение потребления электроэнергии

Многие клиенты разрабатывают решения в зависимости от специфики своей деятельности.

Компания агрегатор совместно с клиентами оптимизирует их технические возможности с целью повышения эффекта от управления спросом (рисунок 3).

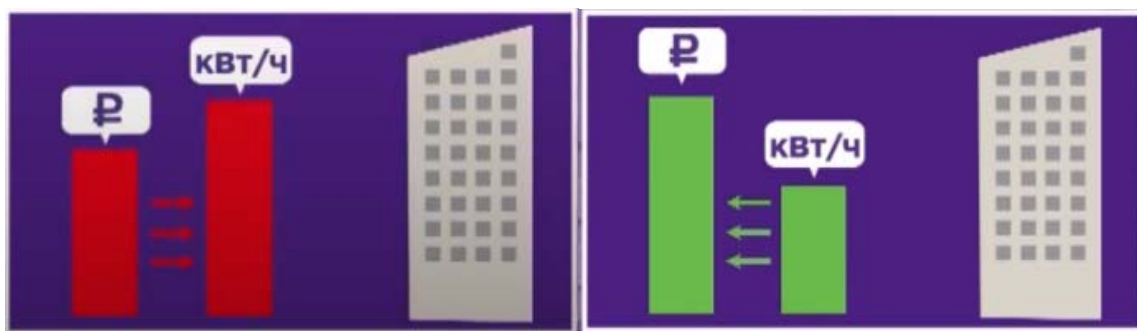


Рисунок 3 – Процесс оптимизации технических возможностей

Потребитель заключает договор и сам выбирает время, на которое он снизит потребление электроэнергии. Это может быть 2 или 4 часа.

Когда ожидается, что спрос на электроэнергию достигнет пика в регионе или цена электроэнергии, начинает увеличиваться (рисунок 4) [21-26].



Рисунок 4 – График соотношения спроса к затратам

Системный оператор уведомляет агрегатора о необходимости снизить нагрузку на энергосистему (рисунок 5).

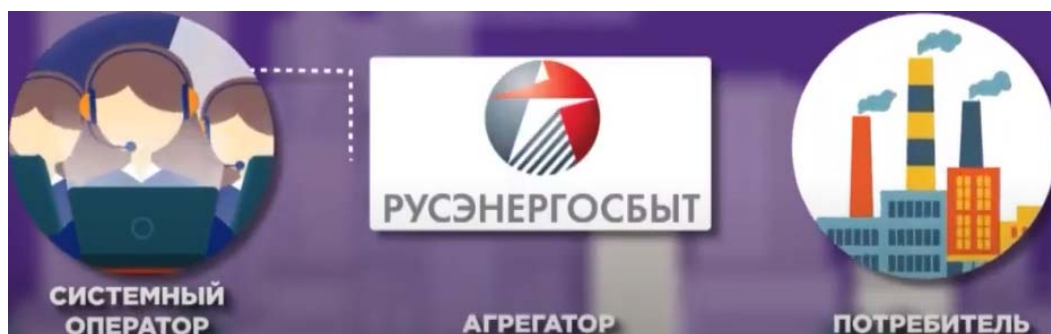


Рисунок 5 – Этапы процесса снижения потребления электроэнергии

Тогда агрегатор даёт команды потребителям участникам программы снизить потребление по предусмотренному плану. На рисунке 6, красной линией представлен типовой график потребления условного клиента, а фиолетовой наглядный пример, графика того же потребителя при выполнении команды снизить потребление электроэнергии [16-18].

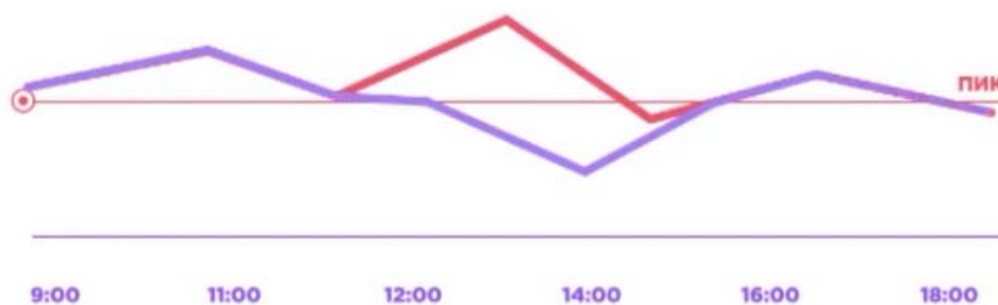


Рисунок 6 – График потребления и снижения электроэнергии

Управление спросом это просто и выгодно. По итогам месяца определяется факт выполнения потребителям разгрузки, а агрегатор производит расчёты с клиентами. При этом повышается энергоэффективность и потребитель получает финансовую выгоду.

Список литературы

1. К вопросу о лечении коров средствами широкополосной электромагнитной терапии / В. А. Балабошин, С. О. Белименко, И. А. Сулов, А. А. Слободскова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 82-85.
2. Полякова, А. А. Обзор современных технических средств для приготовления и раздачи кормов и пути их совершенствования / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы международной научно-

практической конференции молодых ученых, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне и 100-летию со дня рождения А.А. Ежевского, Иркутск, 15–16 апреля 2015 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2015.

3. Слободскова, А. А. Исследование некоторых физико-механических свойств зерна / А. А. Слободскова // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : Материалы Международной научно-практической конференции, Киров, 18 декабря 2019 года / ФГБОУ ВО Вятская государственная сельскохозяйственная академия. Том Часть 1. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 204-208.

4. Слободскова, А. А. Смеситель концентрированных кормов / А. А. Слободскова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 15 апреля 2020 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. – С. 79.

5. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока / Н. В. Бышов, И. Е. Куцев, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 21-26.

6. Куцев, И. Е. Результаты лабораторных исследований смешивания дробленых компонентов кормосмесей в миксере с электроприводом / И. Е. Куцев, А. А. Полякова // Материалы 65-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20–21 мая 2014 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – С. 50-52.

7. Полякова, А. А. Использование акселерометров для определения технологических параметров миксера кормораздатчика / А. А. Полякова // . – 2015. – № 2(26). – С. 112-115.

8. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-3-40-46.

9. Полякова, А. А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 159-161.

10. Полякова, А. А. Обоснование параметров смесителя концентрированных кормов: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Полякова Анастасия Анатольевна. – Рязань, 2018. – 200 с.

11. Автоматизация процесса хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 147-151.

12. Кипарисов, Н. Г. Проведение настроечных экспериментов на лабораторной установке вертикального миксера / Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 2(18). – С. 55-58.

13. Полякова, А. А. Проведение теоретических исследований синхронизации движителя кормораздатчиков / А. А. Полякова, Д. Е. Каширин // – 2015. – № 4(8). – С. 66-71.
14. Латышенок, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 53-56.
15. Конструктивно-технологические параметры спирального смесителя / В. В. Утолин, Е. Е. Гришков, А. А. Полякова, А. Н. Топильский // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 28-29.
16. Латышенок, Н. М. Особенности хранения семенного зерна в металлических силосах / Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Знания молодых – будущее России: Материалы XVIII Международной студенческой научной конференции: Сборник научных трудов. В 5 частях, Киров, 08–29 апреля 2020 года. Том Часть 4, Том 1. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 203-204.
17. Полякова, А. А. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогапителя / А. А. Полякова, Д. Е. Каширин // – 2017. – № 1(33). – С. 75-79.
18. Моделирование тепловых процессов нагрева семян рапса при обработке в ЭМП СВЧ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // – 2020. – № 2(11). – С. 123-129.
19. Хранения зерна в силосах с регулируемой воздушной средой / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенок, Е. С. Семина, И. И. Садовая // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 203-205.
20. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, А. Д. Егоров, В. А. Корнеев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 153-157.
21. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 135-140.
22. Исследование производительности шнекового смесителя / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 158-160.
23. Анализ способов хранения зерна / Н. М. Латышенок, Р. В. Безносюк, С. С. Мещеряков [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 237-242.
24. Теоретическое обоснование конструкции универсального моечного устройства абразивно-кавитационного действия / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Н. М. Тараканова, И. В. Конов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2010. – № 3(106). – С. 114-118.
25. Патент № 2350066 С1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. сепарирующий элеватор корнеклубнеуборочной машины: № 2007144877/12: заявл. 03.12.2007: опубл. 27.03.2009 / М. Ю. Костенко, Г. Ф. Суздалева, Н. М. Тараканова; заявитель ФГУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.

26. Абразивно-кавитационная очистка сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенков, А. В. Шемякин, Е. Ю. Шемякина, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 64-65.

*Morozov Alexander Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

ELECTRICITY DEMAND MANAGEMENT MECHANISM

How does the modern energy system react to the growing demand for electricity? This article provides an answer to the question posed.

Keywords: power system, electric energy, consumer, energy efficiency.

К ВОПРОСУ ПРАВИЛЬНОГО ВЫБОРА КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Морозов Александр Сергеевич, к.т.н., доцент
(morozov.rgatu@mail.ru)

Фатьянов Сергей Олегович, к.т.н., доцент
(morozov.rgatu@mail.ru)

*Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия*

В данной статье затронута важная тема – это правильный выбор категории надёжности электроснабжения для объекта.

Ключевые слова: категория электроснабжения, источники электроснабжения, потребитель.

С этой темой сталкиваются достаточно часто, и как потребители электроэнергии, люди часто слышат об этом.

Категорий надёжности электроснабжения есть три: первая, вторая, третья и первая ещё определяется особой категорией. Ну к этой особой категории относятся совсем отдельные объекты [1-4].

Необходимо рассмотреть, что это такое, для чего это надо, и для чего надо это понимать. Допустим возникает необходимость построить дом, или же какой-то промышленный объект, коммерческий объект или же это бюджетный объект, не важно, главное надо точно понимать, какая категория надёжности должна быть у этого объекта [5-9].

Если это производство, естественно, есть заинтересованность, чтобы это производство не останавливалось, чтобы не было перепадов электроснабжения, чтобы качество электроснабжения было высоким. И поэтому владелец, когда пишет заявление на присоединение к электросетям, согласно ПУЭ - правилам устройства электроустановок, определяется с нужной ему категорией надёжности.

Возможно заказать категорию надёжности либо 1, 2, 3 еще раз напомним про 1, которая самая важная. То есть, которая имеет несколько источников электроснаб-

жения, допустим, две трансформаторные подстанции (ТП) ещё дизель-генераторную установку. Вторая же категория — это может быть просто два источника электроснабжения минус генератор, и наоборот, ну или третья — это самая такая последняя самая скажем так незначительная, где просто один источник электроснабжения. И почему же возникает проблема. Допустим, по не определенным множественным причинам пропадает электропитание, просто на просто перебивается кабель, ну к примеру копал трактор либо что-то делали дорожники и при этом порвали кабель, предполагаемый объект, если это какой-то завод, он просто останавливается. Невозможно работать и естественно, возникают потери, начинается процесс ожидания, когда подключат этот кабель. И если есть вторая категория надежности, конечно, если имеются два источника питания, нет допустим генератора, то наблюдаются такие же риски, как описаны выше. Первая же категория это для объектов повышенной опасности, естественно, это больницы, родильные дома, либо есть какой-то цикл производства, где остановить просто невозможно. Выключить рубильник и остановить производство — это то же связано с категорией надёжности [10-15].

Если идет чёткое понимаете, какая категория надёжности выбирается, должно быть и понимание, что это дорого. Допустим принимаем вторую категорию, это в 2 раза дороже, первая может быть, в 3 раза дороже и вопрос, нужна ли такая категория надёжности? Конечно, все заинтересованы, чтобы у них было, постоянное и бесперебойное электроснабжение, без каких-то провалов. Поэтому необходимо прийти к выводу, насколько это важно и для понимания делается определённый расчёт. Заполняется анкета, где четко, сегментировано, указано, что надо и для чего. Но ещё, конечно же, сама сетевая организация та организация, которая продаёт вам электроэнергию, доставляет электроэнергию, берет на себя ответственность. Потому что, когда записываются все необходимые данные или заключается договор на потребление именно по 1 категории либо по 2, естественно, там требования к процессу обслуживания от организации и их обязанности возрастают.

Естественно, они обязаны, по регламентным работам, например по ремонту линии войти в 72 часа, или там 24 часа в год. Именно эти работы, либо процесс заключения договора на потребителей, относящихся к высоким категориям, заставляют, сетевую организацию более тщательно подходить к вопросу обслуживания, скажем так, делать всё возможное, чтобы с электроснабжением не было никаких проблем [16-20].

То же самое касается, конечно же, и качества электроэнергии. То есть все это несет как плюсы, так и минусы, потому что еще раз прописываем, что это стоит очень дорого, и только собственник может определить, насколько это важно, определиться с предполагаемой категорией потребителя. Когда проектировщики, либо сам организатор готовит техническую заявку, необходимо советоваться или обращаться в необходимые инстанции за помощью в получении технических условий либо тех присоединении. Конечно не стоит торопиться, необходимо чётко

понять, потому что это всё потери это всё финансовые затраты и большие, так как поставить генератор или подключиться к двум ТП – трансформаторным подстанциям или же поставить генератор, который работает через АВР - автоматический ввод резерва это целая сложная система, то есть должно быть несколько АВР один, допустим, выключился, включился автоматически 2, второй ввод питания, да и третий и так далее[21-24].

То есть первое, о чем надо помнить это вкладываемые финансы, поэтому необходимо определиться какой цели надо добиться.

Список литературы

1. Каширин, Д. Е. Исследование рабочего процесса шнековых миксеров для приготовления кормовых смесей / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова, М. А. Милютин // . – 2015. – № 2(26). – С. 52-56.
2. Исследование производительности шнекового смесителя / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 158-160.
3. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 135-140.
4. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, А. Д. Егоров, В. А. Корнеев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 153-157.
5. Слободскова, А. А. Смеситель концентрированных кормов / А. А. Слободскова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 15 апреля 2020 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. – С. 79.
6. Полякова, А. А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 159-161.
7. Полякова, А. А. Обоснование параметров смесителя концентрированных кормов: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Полякова Анастасия Анатольевна. – Рязань, 2018. – 200 с. – EDN XZFSDB.
8. Слободскова, А. А. Результаты исследования влияния времени на процесс смешивания концентрированных кормов без использования активатора / А. А. Слободскова // Научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки Республики Саха (Якутия) Павловой Александры Иннокентьевны, Якутск, 10 ноября 2020 года. – Якутск: Дани-Алмас, 2021. – С. 159-163.
9. Латышенко, Н. М. Особенности хранения семенного зерна в металлических силосах / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Знания молодых – будущее России: Материалы XVIII Международной студенческой научной конференции: Сборник научных трудов. В 5

частях, Киров, 08–29 апреля 2020 года. Том Часть 4, Том 1. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 203-204.

10. Автоматизация процесса хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенок, В. А. Макаров, Н. М. Латышенок [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 147-151.

11. Кипарисов, Н. Г. Проведение настроечных экспериментов на лабораторной установке вертикального миксера / Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 2(18). – С. 55-58.

12. Конструктивно-технологические параметры спирального смесителя / В. В. Утолин, Е. Е. Гришков, А. А. Полякова, А. Н. Топильский // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 28-29.

13. Определение удельной продуктивности растений от параметров установки переменного облучения / А. П. Пустовалов, А. А. Полякова, А. М. Алешов, М. В. Мануев // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 188-191.

14. Патент № 2578782 С1 Российская Федерация, МПК F26B 9/06. Установка для сушки перги: № 2015109205/06 : заявл. 16.03.2015; опубл. 27.03.2016 / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Д. Н. Бышов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

15. К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере / М. Б. Латышенок, В. А. Макаров, Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 2(43). – С. 62-67.

16. Использование электротехнологий для увеличения урожайности огурцов в тепличных условиях / Д. И. Сигунов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Сопровождения Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 142-145.

17. Полякова, А. А. Исследование производительности смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства, Воронеж, 25 декабря 2015 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Том Часть II. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277-280.

18. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоемкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

19. Результаты исследований температурно-влажностного режима хранения зерна в герметичном металлическом контейнере с регулируемой воздушной средой, установленного на открытой площадке под навесом / М. Б. Латышенок, Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции,

Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 163-167.

21. Электрофизические методы первичной обработки молока / М. С. Скобля, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // . – 2020. – № 2(11). – С. 175-179.

22. Применение акселерометров для определения точного режима движения кормораздатчика / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенок, Е. С. Семина, С. О. Фатьянов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 205-207.

23. К вопросу о лечении коров средствами широкополосной электромагнитной терапии / В. А. Балабошин, С. О. Белименко, И. А. Суслов, А. А. Слободскова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 82-85.

24. Полякова, А. А. Обзор современных технических средств для приготовления и раздачи кормов и пути их совершенствования / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне и 100-летию со дня рождения А.А. Ежевского, Иркутск, 15–16 апреля 2015 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2015. – С. 216-221.

Morozov Alexander Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

TO THE QUESTION OF THE CORRECT CHOICE OF THE CATEGORY OF RELIABILITY OF POWER SUPPLY

This article touches on an important topic – this is the right choice of the category of reliability of power supply for the object.

Keywords: category of power supply, sources of power supply, consumer

ПРОБЛЕМА ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Морозов Александр Сергеевич, к.т.н., доцент
(morozov.rgatu@mail.ru)

Нагаев Николай Борисович, к.т.н., доцент
(nikolas_burdisso@mail.ru)

Зинган Анастасия Михайловна, студент
(morozov.rgatu@mail.ru)

*Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия*

В данной статье речь пойдет о достоинствах тестирования высоковольтных кабельных линий методом сверхнизкой частоты (СНЧ).

Ключевые слова: диагностика, кабельные линии из сшитого полиэтилен.

Речь пойдет о такой насущной проблеме уже многих последних лет, которая связана с тем, что многие организации и заказчики стоят перед порогом, так сказать, диагностики и ещё не до конца понимают, что им предстоит. Не понимают, какие виды диагностики существуют, какие актуальны, насколько это сложно, какие есть нюансы. Но тем не менее по данным, в нашей стране диагностика оборудования всегда была, еще со времен Советского Союза, и она постепенно развивается уже и в наши дни в России. Если говорить о современных тенденциях, и сравнивать нас с остальным, например, с западными странами, то мы, естественно, отстаём, но ситуация, тем не менее выправляется, и всё больше и больше организации задумываются о том, чтобы переходить от испытания к различным методам диагностики оборудования, в том числе высоковольтных кабельных линий. Достаточно оборудования для этого уже существует на рынке России и разные отрасли, а точнее, наверное, уже все отрасли так или иначе используют его у себя [1-5].

Обратимся к тестированию оборудования, то есть про испытания оборудования методом сверхнизкой частоты, то речь пойдёт в первую очередь про кабельные линии. Потому как самое распространенное применение оборудования высоковольтного СНЧ оно, в первую очередь нужно для кабельных линий. Существуют такие типы кабельных линий, как из сшитого полиэтилена, соответственно кабельная линия с изоляцией сшитого полиэтилена. Количество этих кабельных линий с каждым годом растёт и несмотря на то, что подавляющее большинство в России кабельных линий, это пока ещё с бумажно - масляной изоляцией. Если брать мировую статистику, то во многих западных странах, например, количество кабелей сшитого полиэтилена составляет подавляющее большинство от общего объёма кабельного хозяйства. Но пока у нас в стране тенденция такая, что бумажно-масляного кабеля больше, но сшитого из полиэтилена становится еще больше и больше с каждым годом. Пришло данное новшество от западных коллег из западных стран. Но первоначальное использование таких кабелей было сопряжено со

сплошными минусами, а почему, да потому что, когда кабели с изоляцией сшитого полиэтилена появились, их начали испытывать во время эксплуатации и перед вводом в эксплуатацию, так же как испытывали кабели с бумажно – масляной изоляцией. Но стоит упомянуть, что с бумажно - масляными кабелями, с их тестированием всё довольно просто, открываем ПУЭ, объёмы и нормы испытаний, там чётко прописано, есть все таблички, что бумажно - масляные кабели испытывают постоянным напряжением. Все необходимые данные по времени испытания, по контролю токов утечки, если, проще говоря, то испытываем постоянным напряжением 6 крат - новый кабель, 5 крат, когда кабель введён в эксплуатацию и вплоть напряжение испытания снижается до трёх кратов, по мере того, насколько старый кабель.

Как только таким образом стали испытывать кабели из сшитого полиэтилена, стало понятно, что эти кабели довольно через непродолжительное время выходят из строя [6-11]. Соответственно, стало понятно, что испытывать кабели из сшитого полиэтилена постоянным напряжением, установками, которые выдают постоянное напряжение, которых было довольно много, абсолютно не подходит. Связано это с тем, что в отличие от бумажно - масляного кабеля, ввиду особенностей изоляции кабелей из сшитого полиэтилена, во время испытаний постоянным напряжением образуются так называемые объёмные заряды, еще их называют «водные деревья». Суть такова, что во время испытаний постоянным напряжением мы заряжаем изоляцию из сшитого полиэтилена и соответственно после испытания, уже под рабочим напряжением, во время работы кабельная линия заряженная, в определенных местах происходит развитие повреждения, и соответственно это приводит к скорому выходу из строя кабельной линии. Поэтому стало понятно, что испытывать постоянным напряжением кабелей из сшитого полиэтилена нельзя и для них нужно применять другое оборудование, а в частности, испытания надо проводить на переменном напряжении. Поэтому перешли к переменному напряжению сверхнизкой частоты или частоты 0,1 Гц. В чём смысл этого перехода, при объяснении следует помнить, что применять установки для испытаний на переменном напряжении промышленной частоты не совсем выгодно для полевых процессов, так как мощность таких установок должна быть настолько большой, что размеры, габариты и стоимость такого оборудования будут не подходить абсолютно. Но такие системы существуют, они применяются на заводах изготовителях кабельных линий. Есть резонансные системы, различные, но с точки зрения эксплуатации полевой это недопустимо, поэтому если мы будем применять напряжение не промышленной частоты, а частоту снизим до диапазона 0,1 – 0,01 Гц, то таким образом возможно уменьшить необходимую мощность приборов, которыми надо кабели испытывать [12-19].

Как раз таки это и дало название систем, которые называются на сегодняшний день установками сверхнизкой частоты, то есть это установка, которая может выдавать синус, независимый от нагрузки это очень важно, с частотой сверхнизкой,

отсюда и появился термин СНЧ испытания. Вот в общем, то и вся разница. Таким образом была решена проблема испытания кабелей из сшитого полиэтилена [20-24].

Список литературы

1. Каширин, Д. Е. Исследование рабочего процесса шнековых миксеров для приготовления кормовых смесей / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова, М. А. Милютин // . – 2015. – № 2(26). – С. 52-56.

2. Исследование производительности шнекового смесителя / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 158-160.

3. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 135-140.

4. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, А. Д. Егоров, В. А. Корнеев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 153-157.

5. Слободскова, А. А. Смеситель концентрированных кормов / А. А. Слободскова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 15 апреля 2020 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. – С. 79.

6. Полякова, А. А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 159-161.

7. Полякова, А. А. Обоснование параметров смесителя концентрированных кормов: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Полякова Анастасия Анатольевна. – Рязань, 2018. – 200 с. – EDN XZFSDB.

8. Слободскова, А. А. Результаты исследования влияния времени на процесс смешивания концентрированных кормов без использования активатора / А. А. Слободскова // Научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки Республики Саха (Якутия) Павловой Александры Иннокентьевны, Якутск, 10 ноября 2020 года. – Якутск: Дани-Алмас, 2021. – С. 159-163.

9. Латышенко, Н. М. Особенности хранения семенного зерна в металлических силосах / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Знания молодых – будущее России: Материалы XVIII Международной студенческой научной конференции: Сборник научных трудов. В 5 частях, Киров, 08–29 апреля 2020 года. Том Часть 4, Том 1. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 203-204.

10. Автоматизация процесса хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой / М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязан-

ский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 147-151.

11. Кипарисов, Н. Г. Проведение настроечных экспериментов на лабораторной установке вертикального миксера / Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 2(18). – С. 55-58.

12. Конструктивно-технологические параметры спирального смесителя / В. В. Утолин, Е. Е. Гришков, А. А. Полякова, А. Н. Топильский // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 28-29.

13. Определение удельной продуктивности растений от параметров установки переменного облучения / А. П. Пустовалов, А. А. Полякова, А. М. Алешов, М. В. Мануев // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 188-191.

14. Патент № 2578782 С1 Российская Федерация, МПК F26B 9/06. Установка для сушки перги: № 2015109205/06 : заявл. 16.03.2015: опубл. 27.03.2016 / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Д. Н. Бышов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

15. К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере / М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 2(43). – С. 62-67.

16. Использование электротехнологий для увеличения урожайности огурцов в тепличных условиях / Д. И. Сигунов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 142-145.

17. Полякова, А. А. Исследование производительности смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства, Воронеж, 25 декабря 2015 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Том Часть II. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277-280.

18. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоемкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

19. Результаты исследований температурно-влажностного режима хранения зерна в герметичном металлическом контейнере с регулируемой воздушной средой, установленного на открытой площадке под навесом / М. Б. Латышенко, Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 163-167.

21. Электрофизические методы первичной обработки молока / М. С. Скобля, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // . – 2020. – № 2(11). – С. 175-179.

22. Применение акселерометров для определения точного режима движения кормораздатчика / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенко, Е. С. Семина, С. О. Фатьянов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с междуна-

родным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 205-207.

23. К вопросу о лечении коров средствами широкополосной электромагнитной терапии / В. А. Балабошин, С. О. Белименко, И. А. Суслов, А. А. Слободскова // Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 82-85.

24. Полякова, А. А. Обзор современных технических средств для приготовления и раздачи кормов и пути их совершенствования / А. А. Полякова, М. А. Милютин, Д. Е. Каширин // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2015. – С. 216-221.

*Morozov Alexander Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

THE PROBLEM OF TESTING CROSS-LINKED POLYETHYLENE CABLES

In this article we will talk about the advantages of testing high-voltage cable lines using the ultra-low frequency (SNF) method.

Keywords: diagnostics, cable lines made of cross-linked polyethylene.

ОБЗОР НАВЕСНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ

Морозов Никита Владимирович, студент

Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В статье рассматривается основное навесное оборудование сельскохозяйственного назначения для тракторов. Описываются его виды, назначение и условия применения.

Ключевые слова: трактор, гидравлическая система, плуг, культиватор, сеялка, тягово-сцепное устройство,

Существующий парк сельскохозяйственной техники РФ состоит как из машин отечественного производства, так и импортных машин [1,2,3]. Несмотря на значительный возраст и износ большей части парка сельскохозяйственной техники, ее достаточно для решения основных задач АПК [4,5,6].

В настоящее время основным агрегатом в работе сельского хозяйства является трактор. Трактор - это самоходное одновременно тяговое и транспортное средство, которое предназначено для выполнения сельскохозяйственных работ. Современные трактора – это комфортные и высокоавтоматизированные универсальные машины [7,8]. Трактор является универсальным средством для выполнения различных работ, поэтому данная техника вынуждена работать в совокупности с дополнительным навесным оборудованием.

Для присоединения и приведения навесного оборудования в действие используют рабочее оборудование трактора.

В рабочее оборудование трактора входит: гидравлическая система; тягово-сцепное устройство; вал отбора мощности.

Гидравлическая система служит для состыковки и управления навесного оборудования с трактором, а также перевода их в рабочее и транспортировочное состояние. Она включает навесное устройство и гидравлический привод, служащей для управления и регулировки в работе.

Тягово-сцепное устройство необходимо для агрегатирования навесного оборудования с трактором.

Вал отбора мощности узел трактора, передающий вращение от двигателя на навесное оборудование и другие механизмы.

Механизм навески состоит из двух нижних тяг и одной верхней центральной тяги, с помощью которых трактор шарнирно связывается с навесным оборудованием. По способу присоединения бывают двухточечные и трёхточечные навесные устройства. Трёхточечные применяются для присоединения широкозахватного НО, обеспечивая его устойчивое положение в поперечном направлении. Двухточечное навесное устройство применяют для навешивания плугов или машин с большим заглублением, т.к. оно обеспечивает свободное движение агрегата без выглубления рабочих органов.



а)



б)

Рисунок 1 – Устройство рабочего органа: а - отвального плуга; б – безотвального плуга

Основные виды навесного оборудования для трактора: плуги; сеялки; культиваторы; окучники; косилки; бороны. Плуг – это орудие для вспашки плотной почвы, поднятия целины. Основной его задачей является глубокое рыхление почвы, дающее основу для проведения подготовки к посеву сельскохозяйственной культуры и дальнейшего процесса её возделывания. Плуги бывают: отвальные; безотвальные; специальные. Отвальные и безотвальные плуги являются устройством сельскохозяйственного назначения и используются для основной обработки почв.

Между собой устройства отличаются характером рыхления, отвальный плуг обеспечивает вспашку с оборотом пласта почвы. Безотвальный плуг обрабатывает пласт земли без его переворачивания.

По характеру соединения плуги делятся на навесные и прицепные. Навесные – присоединяются жестко с трехточечной навеской агрегируемой машины, вся масса которых в транспортном положении приходится на ходовую часть трактора. Все навесные орудия для вспашки имеют небольшую рабочую ширину захвата с составом в своей конструкции не более 8-ми рыхлительных корпусов.

Прицепные плуги оборудованы ходовой частью, воспринимающей полную массу на свои опорные колеса без усилия на сцепку трактора.

Сеялки – это орудие для высева семян сельскохозяйственных культур, помещая их в почву и закапывания на определённую глубину. Во время работы дополнительные механизмы сеялки заделывают в землю на заданную глубину и удобрения в виде гранул минерального состава. Работают обычно сеялки в одном агрегате с тракторами. Посевные устройства делятся на рядовые, когда семена высевают в бороздки, образуемые сошниками (орган, предназначенный для образования в почве бороздки) сеялки, и равномерно заделывают рыхлой почвой на заданную глубину. Это обеспечивает дружные всходы и развитие растений, одновременное созревание урожая. Квадратно-гнездовые, когда посев с размещением семян гнездами (2-3) по углам квадрата. Ширина междурядий от 30 до 140 см. При этом способе можно проводить механизированную обработку междурядий вдоль и поперек поля. Гнездовые сеялки используются для некоторых пропашных культур и заключается в том, что семена высеваются не сплошной строчкой, а гнездами на равных расстояниях друг от друга, по несколько семян в каждом. При этом способе экономнее расходуются семена, быстрее появляются всходы и облегчается уход за растениями механизированным способом. Есть сеялки с пунктирной посадкой. Это широкорядный посев, с размещением семян в рядках на определенном расстоянии друг от друга (пунктиром). При этом способе создаются благоприятные условия почвенного и воздушного питания растений. Для посева используются только калибровочные семена (отобранные по размеру).

Культиватор – сельскохозяйственная машина для обработки почвы. С помощью культиваторов осуществляется рыхление, борьба с сорняками, влагосбережение, окучивание. В отличие от плуга культиватор выполняет рыхление без оборота пласта. Культиваторы делят на паровые и пропашные. Паровые культиваторы служат для сплошной обработки почвы до посева, а пропашные – для обработки посевов.



Рисунок 2 - Виды сеялок: 1) квадратно-гнездовая; 2) с пунктирной посадкой; 3) рядовая.

Основные виды культиваторов – это фрезерные, дисковые и стрельчатые. Рабочим органом фрезерных культиваторов служат фрезы разнообразных конструкций, получающие вращающий момент от вала отбора мощности тягового устройства, глубина рыхления 30-35 см. Применяется для обработки почвы под возделывание любых видов сельскохозяйственных культур. Фрезы могут иметь вертикальную (в этом случае обработка идет без междоусного перемешивания почвы) и горизонтальную ориентацию.

Основой конструкции дискового культиватора является сферический диск, который располагается под углом 30–35°. Такое положение позволяет эффективно подрезать грунт и измельчать крупные комки. Погружаются на глубину 5–9 см. эффективнее справляются с крупными корнями и сорной травой или участки сильно заросшие многолетними сорняками с мощными корнями. Они подходят для предпосевного лущения грунтов, которые долгое время не обрабатывались. Стрельчатые культиваторы применяют для сплошной и междурядной обработки почвы на глубину до 14 см. Они хорошо подрезают сорняки и крошат почву, частично вынося более влажные слои на поверхность.



Рисунок 3 – виды культиваторов: 1) дисковый; 2) лемешный; 3) фрезерный

Список литературы

1. Иваницкий И.С., Коняев Н.В. Особенности состава тракторного парка в РФ // В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 3-х томах. Отв. редактор М.С. Разумов. Курск, 2022. С. 348-351.
2. Познахирёв Е.Н., Коняев Н.В., Бабков А.П. Особенности парка комбайнов в РФ // В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 3-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 3-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. Курск, 2022. С. 394-397.
3. Чувачев М.В., Коняев Н.В. К анализу мобильных кормораздатчиков // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции : в 4 т.. Курск, 2022. С. 465-469.
4. Чалов В.В., Коняев Н.В. Состояние современного парка сельскохозяйственной техники // В сборнике: Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок : в 4 т.. Курск, 2022. С. 513-516.
5. Коняев Н.В., Иваницкий И.С. Особенности современного парка тракторов // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 45-47.
6. Коняева Н.И., Коняев Н.В. Основные причины выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники // Современные материалы, техника и технологии. 2022. №6(45). С. 131-138.
7. Коняев Н.В., Каракулин П.Э. Микроклимат кабины тракторов // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2020. С. 187-190.

8. Иваницкий И.С., Степашов Р.В., Коняев Н.В. К разработке пассивной защиты кабины тракторов // В сборнике: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2020. Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции, в 5-х томах. Курск, 2020. С. 382-385.
9. Обоснование конструкции светильника для компактных люминесцентных ламп/ Коняев Н.В., Ивашура А.С.// В сборнике: Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. материалы международной научно-практической конференции. 2008. С. 17-19.
10. Обоснование использования альтернативного электроснабжения на примере малых гидроэлектростанций/ Коняев Н.В., Назаренко Ю.В., Степашов Р.В.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 339-344.
11. Обоснование применения энергосберегающих технологий для систем освещения в коровниках/ Коняев Н.В., Фирсов В.С., Блинков Б.С.// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 171-175.
12. Перспективы энергосбережения в микроклимате животноводческих помещений/ Коняев Н.В., Еремин Д.А., Вайцеховский Д.Е.// Региональный вестник. 2018. № 2 (11). С. 17-20.
13. Светодиодная облучательная установка/ Назаренко Ю.В., Коняев Н.В., Блинков Б.С., Степашов Р.В.// Региональный вестник. 2015. № 1. С. 46-47.

Nikita Vladimirovich Morozov, student

Konyaev Nikolay Vasilyevich, Cand.Tech.Sci., associate professor

Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russia

OVERVIEW OF MOUNTED AGRICULTURAL TRACTOR EQUIPMENT

Abstract. *The article discusses the main agricultural attachments for tractors. Its types, purpose and conditions of use are described.*

Keywords: *tractor, hydraulic system, plow, cultivator, seeder, traction device.*

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Мясоедова Марина Анатольевна, к.т.н., доцент

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Ароян Арутюн Володиевич, студент

(e-mail: arytuna193@mail.ru)

*Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова*

В данной статье рассмотрены вопросы обоснования основного принципа повышения энергоэффективности трансформаторных подстанций за счет внедрения в эксплуатацию в электросетевом комплексе России энергоэффективных силовых трансформаторов, а также определение нормативной базы, всех основных этапов, мероприятий и инструментов.

Ключевые слова: энергоэффективность, трансформаторная подстанция, силовые трансформаторы, электросетевой комплекс, экономический эффект, потерянная электроэнергия, электрическая энергия.

При рассмотрении стратегии повышения энергоэффективности любого процесса следует помнить, что энергетическая эффективность, как одна из основных категорий любой экономической системы, имеет мультипликативным эффектом, то есть чем выше энергоэффективность в исходных технологических цепочках, тем эффективнее вся цепь в совокупности. Наиболее важными являются характеристики энергоэффективности в топливно-энергетическом комплексе, в частности, в электросетевом комплексе. Ведь в конечном счете, потерянная электроэнергия — это потерянная продукция, а следовательно, неоказанные услуги и т. д. Поэтому одно из звеньев электросетевого комплекса, трансформаторная подстанция вместе с установленными силовыми трансформаторами, должно стать предметом анализа при выработке и внедрении стратегии повышения энергоэффективности при транспортировке и распределении электрической энергии.

С каждым годом в электроэнергетической отрасли остро встает вопрос о модернизации подстанций и сетей, т. к. электрооборудование, которое было установлено 20-30 лет назад практически полностью выработало свой ресурс. Работоспособность такого оборудования сохраняется лишь за счет того, что оно было изготовлено с многократным запасом прочности.

Практически все подстанции, построенные в прошлом веке, не имели централизованной системы управления, требовали постоянного присутствия обслуживающего персонала, имели достаточно большие габариты, длительное время простоя оборудования при обслуживании, а также, что является наиболее существенным недостатком, имели достаточно большие потери электроэнергии.

На сегодняшний день сетевые компании заменяют изношенное электрооборудование на новое, либо на месте старых подстанций возводят современные.

При реконструкции подстанций отдают предпочтение энергоэффективному силовому электрооборудованию, для снижения затрат электроэнергии на собственные нужды.

Вовремя решения поставленных задач повышения энергоэффективности трансформаторных подстанций можно выделить прямую и обратные задачи.

Прямая задача зависит от расчета оптимальной загрузки трансформатора при известных потерях $\chi\chi$ и $\kappa\kappa$. Данная задача всегда будет решается оперативным персоналом электросетей при распределении нагрузки между трансформаторными подстанциями электросети. Поиском экстремума выражения зависимости для стоимости трансформации электроэнергии можно получить значение коэффициента загрузки.

Обратная задачей заключается в разумной эксплуатации трансформаторной подстанции является задача расчета потерь $\chi\chi$ и $\kappa\kappa$, обеспечивающих энергоэффективность трансформации электроэнергии при нагрузке. Обратная задача повышения энергоэффективности трансформатора должна решаться, когда при проектировании электроснабжения объекта загрузка трансформаторов либо заранее известна, либо будет изменяться. Удельные затраты на трансформацию электроэнергии для трансформаторов разных мощностей показана на рисунке 1 при изменении загрузки трансформатора.

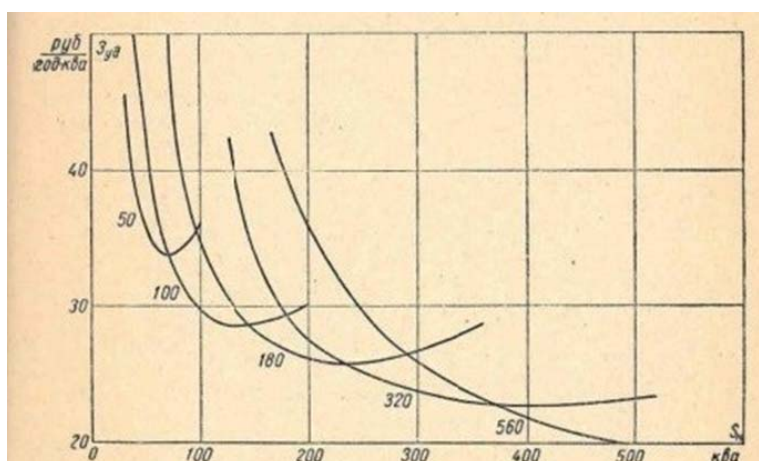


Рисунок 1 - Удельные затраты на трансформацию электроэнергии

Это пример решения прямой задачи повышения энергоэффективности трансформаторной подстанции: определение рациональной загрузки трансформатора при заданных характеристиках потерь $\chi\chi$ и $\kappa\kappa$.

Силовой трансформатор является одним из главных видов электрооборудования на подстанциях. Передача электрической энергии на длинную дистанцию от точки

ее производства до точки потребления требуется в современных сетях не менее чем пяти-шестикратной трансформации в понижающих трансформаторах и повышающих. Совокупное количество распределительных трансформаторов в России составляет около 3 млн. штук, а суммарные потери электроэнергии оцениваются в 70 - 75 млрд. кВт·ч. Исходя из этого, проблема снижения потерь в самих трансформаторах очень актуальна для повышения энергоэффективности систем электроснабжения.

Потери в силовых трансформаторах можно разделить на:

потери холостого хода, обусловленные, в основном, магнитными процессами в магнитопроводе (условно постоянные, не зависящие от тока нагрузки); потери короткого замыкания, обусловленные нагревом обмоток (нагрузочные, зависящие от тока нагрузки).

Революционным изменением конструкции трансформатора и материалов, можно добиться снижением потерь электроэнергии в силовых трансформаторах в значительной мере.

В настоящее время производители силовых трансформаторов предлагают достаточно широкий выбор энергоэффективных трансформаторов.

К энергоэффективным относятся трансформаторы с аморфным сердечником. Нанокристаллический (аморфный) сплав имеет превосходные электрические и прочностные характеристики.

Сравнение потерь XX трансформаторов с сердечником из аморфной стали (АС) и из электротехнической стали (ЭС)

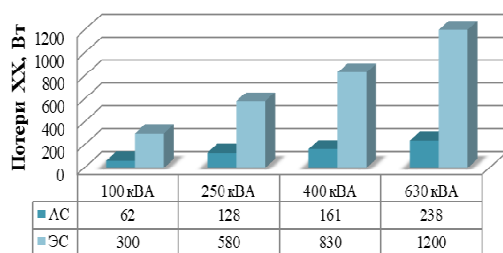


Рисунок 2 - Потери холостого хода в аморфных и традиционных трансформаторах

Сравнение потерь КЗ трансформаторов с сердечником из аморфной стали (АС) и из электротехнической стали (ЭС)

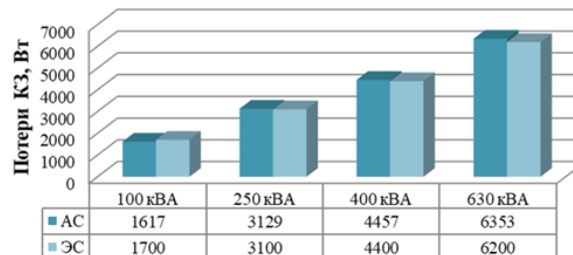


Рисунок 3 - Потери короткого замыкания в аморфных и традиционных трансформаторах

Согласно приведенным гистограммам, применение трансформаторов с магнитопроводом из аморфного сплава сокращает потери холостого хода в 4-5 раз.

Огромным потенциалом повышения энергоэффективности трансформаторных подстанций обусловлена актуальность скорейшей разработки и реализации стратегии внедрения энергосберегающих трансформаторов в электросетевой комплекс России.

Основные положения стратегии, сформулированные в данной статье, могут быть положены в основу госпрограммы или нацпроекта по повышению энергоэффективности отечественных трансформаторных подстанций.

Список литературы

1. Мамонова Л.Г., Мясоедова М.А. Актуальные проблемы и перспективы энергосетевого комплекса России // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра: сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2022. - С. 124-126.

2. Мамонова Л.Г., Мясоедова М.А. Перспективы развития современной энергетики // В сборнике: Молодежь и XXI век – 2022: материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор М.С. Разумов. - Курск, 2022. - С. 236-238.

3. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Способы повышения энергоэффективности и энергосбережения в предприятиях АПК // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск, 2021. - С. 288-293.

4. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Проблемы энергоэффективности на современном этапе // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск, 2021. - С. 5-10.

5. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Энергетика сегодня. Новые реалии для России // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра: сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2022. - С. 30-32.

Myasoedova Marina Anatolievna, *Cand.Tech.Sci., associate professor*

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Kursk state agricultural academy named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia

Aroian Arutiun Volodievich, *student*

(e-mail: aytuna193@mail.ru)

Kursk state agricultural academy named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia

ON THE ISSUE OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY ELECTRICAL EQUIPMENT

Abstract. *This article discusses the issues of substantiating the basic principle of improving the energy efficiency of transformer substations through the introduction of energy-efficient power transformers into operation in the electric grid complex of Russia, as well as determining the regulatory framework, all the main stages, activities and tools.*

Keywords: *energy efficiency, transformer substation, power transformers, power grid complex, economic effect, lost electricity, electric energy.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Мясоедова Марина Анатольевна, к.т.н., доцент

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Мамонова Людмила Геннадьевна, к.э.н., доцент

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

В данной статье предложена структура системы поддержки принятия решений, использующая гибридные нечеткие математические модели, позволяющая гибко управлять технической диагностикой.

Ключевые слова: математическая модель, дефекты, причины, информационно-аналитическая модель, техническая диагностика.

Рассмотрим математическую модель технической диагностики силовых трансформаторов, построенную на нечетких отношениях между возможными причинами отказов и повреждениями.

Производимая оперативная техническая диагностика выявляет признаки неисправности после осмотра электрооборудования. Признаков может быть большое количество, приведем лишь некоторые из них, которые наиболее часто встречаются на практике.

Дефекты, обнаруживаемые при повреждении обмоток у силовых трансформаторов, как следствие некоторых предпосылок-симптомов (таблица 1).

Y_1 - выгорание витковой изоляции и витков обмотки трансформатора;

Y_2 - деформации в обмотках; ¶

Y_3 - увлажнение и загрязнение изоляции обмоток; ¶

Y_4 - износ изоляции обмоток; ¶

Y_5 - пробой в обмотках; ¶

Y_6 - обрыв в обмотках; ¶

Y_7 - срабатывание газовой защиты. ¶

Причины появления того или иного дефекта могут быть следующие:

X - длительное неотключение сквозного тока КЗ на стороне низшего напряжения трансформатора;

X_1 - длительное неотключение сквозного тока КЗ на стороне низшего напряжения трансформатора;

X_2 - недостаточная электродинамическая стойкость обмоток к токам КЗ;

X_3 - нарушение герметичности трансформатора;

X_4 - снижение механической прочности изоляции;

X_5 - перенапряжения;

X_6 - механические повреждения;

X_7 - низкий уровень масла.

Решение матричных уравнений позволяет получить некоторое нечеткое множество, где каждая из возможных причин получает свое значение степени принад-

лежности нечеткого решения. Далее принимается решение о работоспособности силового электрооборудования.

В основу выбора структуры системы поддержки принятия решений (СППР) положены информационно-аналитическая модель принятия решений и гибридные нечеткие модели.

Таблица 1- Принадлежности причин и повреждений обмотки трансформатора

Следствия	Причины							
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
	Y ₁	0,7	0,5	0,5	0,9	0,6	0,5	0,5
	Y ₂	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5
	Y ₃	0,5	0,3	0,6	0,4	0,2	0,3	0,3
	Y ₄	0,4	0,8	0,4	0,7	0,6	0,3	0,4
	Y ₅	0,5	0,6	0,4	0,8	0,8	0,2	0,3
	Y ₆	0,6	0,9	0,4	0,3	0,4	0,8	0,4
	Y ₇	0,2	0,1	0,8	0,1	0,1	0,3	1,0

В рассматриваемом варианте предусматривается наличие оборудования для контроля энергетических характеристик с соответствующим программным обеспечением.

Взаимодействие персонала с СППР осуществляется через интерфейс пользователя. Описание входных и выходных данных и функциональные возможности основных пакетов прикладных программ СППР приведены в таблице 2.

Таблица 2- Описание пакета прикладных программ

№п/п	Имя	Функциональное назначение, решаемые задачи	Входные данные	Выходные данные	Примечания
1	2	3	4	5	6
1	Пакет обучающих программ	Изучение структуры многомерных данных пакетом прикладных программ разведочно-го анализа. Синтез математических моделей прогнозирования, ранней диагностики, оценки функционального состоя-	Таблица экспериментальных данных (ТЭД), экспертные заключения и выводы	Математические модели принятия решений по всему спектру решаемых в работе задач	Пакет программ кафедры БМИ ЮЗГУ

		ния и функционального резерва, оценки надежности работы			
2	Пакет оценки факторов риска	Формирование исходных данных для вычисления информативных показателей	Данные, вводимые с внешнего аппаратного обеспечения, через интерфейс пользователя	Исходные данные для блока вычисления информативных признаков	Авторская разработка
3	Блок вычисления информативных признаков	Вычисление параметров информативных признаков	Выходные данные ПОФР	Числовые значения информативных признаков	Авторская разработка
4	Модуль прогнозирования	Расчет уверенности в прогнозе появления неисправности ω_ℓ	Прогностические признаки класса ω_ℓ	Уверенность в прогнозе по классу ω_ℓ	Авторская разработка
5	Модуль ранней диагностики	Расчет уверенности в наличии ранней стадии неисправности ω_ℓ	Диагностические признаки класса ω_ℓ	Уверенность в наличии ранней стадии заболевания ω_ℓ	Авторская разработка
6	Модуль оценки ФС и ФР	Оценка уровней функционального состояния и функционального резерва	Признаки для оценки ФС и ФР	Величина уровня ФС и ФР	Авторская разработка
7	Модуль оценки работоспособности	Оценка уровня работоспособности электрооборудования	Состояние здоровья, уровни ФС и ФР	Уровень работоспособности (риск совершения ошибок)	Авторская разработка

В качестве иллюстраций на рис. 1, приведены различные экранные формы, используемые при взаимодействии персонала с СППР.

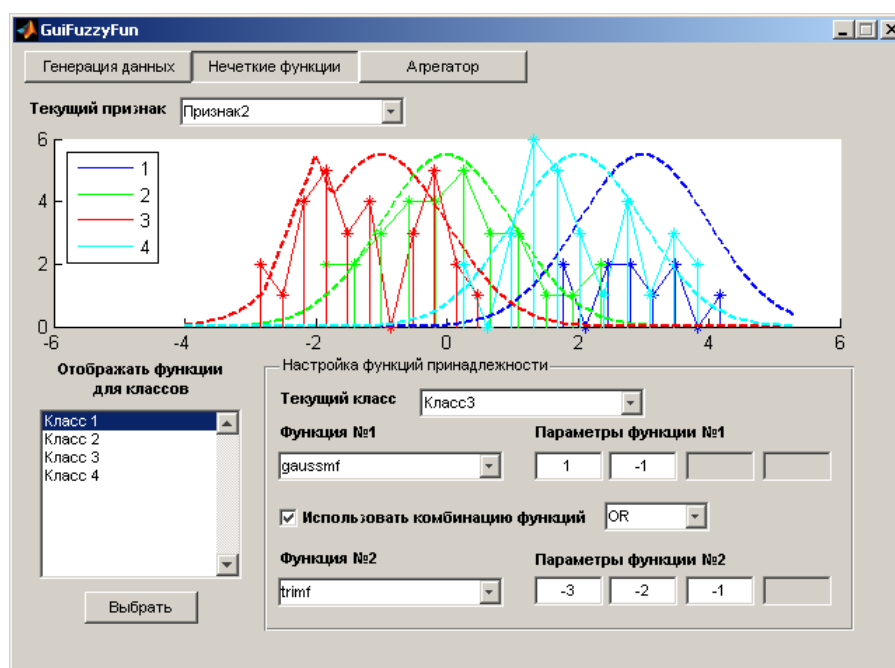


Рисунок 1 - Экранная форма окна «Синтез функций принадлежности»

Разработанная структура системы поддержки принятия решений, использующая гибридные нечеткие математические модели, позволяет гибко управлять технической диагностикой, что обеспечивает повышение качества функционирования электрооборудования.

Список литературы

1. Мамонова Л.Г., Мясоедова М.А. Перспективы развития современной энергетики // Сб.: Молодежь и XXI век -2022: материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор М.С. Разумов. - Курск, 2022. С. 236-238.
2. Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. Приоритетные направления в области энергетики // Сб.: Наука молодых - будущее России, сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. - Курск, 2021. С.269-272.
3. Мамонова Л.Г., Мясоедова М.А. Современное состояние перехода на инновационный путь развития энергетики // Сб.: Молодежь и XXI век -2021: материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах. Отв. редактор М.С. Разумов. - Курск, 2021. С. 166-168.
4. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Проблемы энергоэффективности на современном этапе // Сб.: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. - Курск, 2021. С. 5- 10.
5. Мамонова Л.Г. Роль информационных технологий в инновационной деятельности предприятий // Сб.: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. - Курск, 2021. С. 191- 194.
6. Мамонова Л.Г., Мясоедова М.А. Качество электрической энергии в системах электроснабжения и способы его моделирования // Региональный вестник. - Курск, 2018. №1 (10). С.8-9.

Myasoedova Marina Anatolyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Mamonova Lyudmila Gennadiyevna, Candidate of Economics, Associate Professor (e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNICAL DIAGNOSIS ELECTRICAL EQUIPMENT

Abstract. *This article proposes the structure of a decision support system that uses hybrid fuzzy mathematical models, which makes it possible to flexibly manage technical diagnostics.*

Keywords: *mathematical model, defects, causes, information-analytical model, technical diagnostics.*

Научное издание

2-я Международная
научно-техническая конференция

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

сборник научных статей

24 марта 2023 года

ISBN 978-5-907710-59-7



Подписано в печать 31.03.2023 г.
Формат 60x84 1/16, Бумага офисная
Уч.-изд. л. 23,3 Усл. печ. л. 21,1 Тираж 100 экз. Заказ № 1809

Отпечатано в типографии
Закрытое акционерное общество "Университетская книга"
305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12
ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.
Телефон +7-910-730-82-83