

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА – филиал ФГБОУ ВО
«Иркутский государственный университет путей сообщения»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

INTERESSENGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN AUS RUSSLAND IN HESSEN gGmbH

JUGEND- UND STUDENTENRING DER DEUTSCHEN AUS RUSSLAND E.V. (JSDR E. V.)

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА

**Труды XXV Международной студенческой
научно-практической конференции
(г. Красноярск, 22. 04 – 24. 04. 2021 г.)**

ТОМ 1

Секция «Транспортные системы»

**Секция «Перспективные направления использования
и переработки возобновляемых природных ресурсов»**

Красноярск
КрИЖТ ИрГУПС
2021

УДК 001 : 37

М 76

Молодежная наука : труды XXV Международной студенческой научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 22.04. – 24.04. 2021 г.) : Т. 1 : Секция «Транспортные системы»; секция «Перспективные направления использования и переработки возобновляемых природных ресурсов» / редкол. : В.С. Ратушняк (отв. ред.) [и др.] ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2021. – 286 с.

Настоящая публикация является сборником трудов международной научно-практической конференции, прошедшей в г. Красноярск 22-24 апреля 2021 года. Организаторами конференции выступили Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения, Белорусский государственный технологический университет, Interessengemeinschaft der Deutschen aus Russland in Hessen gGmbH, Jugend- und Studentenring der Deutschen aus Russland e.V, при поддержке ООО ИЦ «Искра»

В 1-й том сборника вошло 65 докладов секций «Транспортные системы» и «Перспективные направления использования и переработки возобновляемых природных ресурсов».

При использовании настоящего материала ссылки на сборник обязательны. Название программных продуктов, изделий, фирм и др., встречающиеся в тексте, являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих производителей.

Редакционная коллегия:

В.С. Ратушняк (отв. ред.), канд. техн. наук.; О.В. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; Ж.М. Мороз, канд. физ.- мат. наук, доцент; В.О. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; Е.М. Лыткина, канд. техн. наук; Р.Н. Галиахметов, канд. философ. наук; Н.Г. Чистова, д-р техн. наук, Д.В. Зиновьев, канд. пед. наук, О.Ю. Дягель, канд. эконом. наук, Н.В. Фадеева, канд. техн. наук.

Е-mail: kright@krsk.irgups.ru

Тел. (391) 248-16-44, 243-73-06

ISBN 978-5-903293-66-7 (общ.)
978-5-903293-67-4 (Т. 1)

© Красноярский институт
железнодорожного транспорта, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»	10
РОБОТИЗИРОВАННОЕ СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ «3D SKY»	10
А.К. Блинков	10
Научный руководитель: А.Р. Христинич	10
МОБИЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ.....	14
М.В. Боброва.....	14
Научный руководитель: Е.А. Малыгин	14
АНАЛИЗ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕРИИ ТМЖ	18
Д.А. Брюханов, Д.С. Иванов	18
Научный руководитель: С.М. Плотников.....	18
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЕТВЕЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМЖ	22
Д.А. Брюханов, Д.С. Иванов	22
Научный руководитель: С.М. Плотников.....	22
ВТОРИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С НАКОПИТЕЛЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	24
Д.П. Вальянов, Д.С. Усков, А.А. Науменко	24
Научный руководитель: О.В. Колмаков	24
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКА В НЕЙТРАЛЬНОМ ПРОВОДЕ В СЕТЯХ С ГЛУХОЗАЗЕМЛЁННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ	30
В.А. Груненко	30
Научный руководитель: А.Е. Гаранин	30
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА САУТ.....	34
А.А. Домрачёв, Д.И. Барабанов, Д.П. Миллер, И.Д. Герман	34
Научный руководитель: А.Е. Гаранин	34
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОМ ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ	38
Я.В. Ермолова	38
Научный руководитель: Е.А. Малыгин	38
ПРОБЛЕМА ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ПОСТОВ С МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЕЙ.....	42
Д. К. Иванов	42
Научный руководитель: Л.И. Жуйко	42

ОБЗОР НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МЕТОДА ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ.....	46
Д.С. Иванов	46
Научный руководитель: А.Р. Христинич.....	46
Применение split- счетчиков в АСКУЭ розничного рынка электроэнергии	
ОАО «РЖД»	50
А.В. Колотов	50
Научный руководитель: А.Г. Туйгунова	50
ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА РОССИИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ	
ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ	54
Н.С. Комендантов.....	54
Научный руководитель: Т.К. Острикова	54
ОРГАНИЗАЦИЯ АУДИО-ВИДЕО-КОНФЕРЕНЦСВЯЗИ НА БАЗЕ	
ПЛАТФОРМЫ CISCO JABBER В СТРУКТУРЕ ОАО «РЖД»	58
Д.С. Ларченко, С.А. Миклин.....	58
Научный руководитель: Ю.В. Могильников.....	58
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЖД ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА	
ПРЕЦЕДЕНТНОМ ПОДХОДЕ	62
М. П. Лыкова.....	62
Научный руководитель: А. А. Уланов	62
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ	
ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПОКООРДИНАТНОГО СПУСКА	66
Д.С Майорова	66
Научный руководитель: Т.С Зайцева	66
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ВРАЩАЮЩИХСЯ КООРДИНАТ (МЕТОД	
РОЗЕНБРОКА)	73
Маматов Т. Б.....	73
Научный руководитель: Зайцева Т. С.....	73
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ	
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ.....	78
А.И. Мартынова.....	78
Научный руководитель: О.Н. Блодич	78
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ	
ЛИНЕЙНЫХ СРЕД ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	82
Д.П. Миллер	82
Научный руководитель: А.Е. Гаранин	82
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ И	
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В ПРОХОДНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.	86
А.Р. Мирсаяпов.....	86
Научный руководитель: М.В. Охотников.....	86

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ	89
Д.А. Назаров	89
Научный руководитель: А.Г. Туйгунова	89
РАЗВИТИЕ СИГНАЛИЗАЦИИ И СИГНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	93
В.А. Панов.....	93
Научный руководитель: Ю.В. Могильников	93
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ SMARTGRID НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	98
Д.Н. Пермякова ¹ , А.М. Гладких ² , Е.С. Берус ³	98
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	102
Д.Н. Пермякова ¹ , А.М. Гладких ² , Е.С. Берус ³	102
ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЕ НА КОНТАКТНЫХ ПРОВОДАХ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМ.....	107
М.О. Погодаев.....	107
Научный руководитель: А.Г. Туйгунова	107
ПРИМЕНЕНИЕ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА ТЯЖИН – КАШТАН	111
М.О. Погодаев.....	111
Научный руководитель: А.Г. Туйгунова	111
РЕГУЛИРОВАНИЕ ЛИЗИНГА ЛОКОМОТИВОВ.....	115
Д.Д. Попов.....	115
Научный руководитель: Е.И.Банкерова.....	115
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СЕКЦИОНИРОВАНИЮ ПРОДОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА АЧИНСК – ЛЕСОСИБИРСК	119
Д. И. Пшеничникова	119
Научный руководитель: А. А. Дружинина	119
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УПРАВЛЯЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ.....	123
М.А. Резвицкий.....	123
Научный руководитель: В.В. Иванов.....	123
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗВИЛИСТОГО ДВИЖЕНИЯ	126
А.Л. Рогозинская	126
Научный руководитель: И.Ю. Ермоленко	127
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ МОЩНОСТЕЙ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАБОТАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕРИИ ТМ	133

К.Д. Рубцов, П.О. Чинков.....	133
Научный руководитель: С.М. Плотников.....	133
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ ПОДСТАНЦИИ ЗЫКОВО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНС	137
К.Д. Рубцов	137
Научный руководитель: А.Р. Христинич.....	137
ПРИМЕНЕНИЕ СИМУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ В УЧЕБНО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	142
К.В. Руденко, А.И. Боргояков	142
Научный руководитель: О.В. Колмаков	142
ПРИМЕНЕНИЕ СТЕНДОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕНДОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	145
К.В. Руденко, А.К. Блинков	145
Научный руководитель: В.О. Колмаков	145
ВЛИЯНИЕ УСТАНОВОК КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	148
Н.А. Рыжов.....	148
Научный руководитель: Л.В. Жуйко.....	148
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА».....	152
В.С. Рымский, Д.Д. Тыклев	152
Научный руководитель: А.А. Фомкина ¹ , Т.С. Курпас ²	152
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННО ПРОСТРАНСТВА	156
К.Д. Серов	156
Научный руководитель: В.М. Самуйлов	156
ГРУЗОВАЯ СТАНЦИЯ. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ANYLOGIC	161
А. В. Станковец	161
Научный руководитель: И. С. Волежанина	161
РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ 2ЭС5К В РЕЖИМЕ ТЯГИ В РАСЧЕТЕ НА ОДНУ ТЕЛЕЖКУ	166
Д.А. Тихонов.....	166
Научный руководитель: Волчек Т.В.	166
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ.....	170

Н.И. Федотова, М.А. Куликов.....	170
Научный руководитель: В.О. Колмаков	170
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ НА ТРАНСПОРТЕ	175
А.С. Щелкунова.....	175
Научный руководитель: Е.Н. Шишова	175
 СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ» 180	
ПРИМЕНЕНИЕ РАСХОДОМЕРОВ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	180
Н.В. Бенько	180
Научный руководитель: А.С. Фролов	180
ИМИТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАСХОДОМЕРОВ ВТОРИЧНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	184
Н.В. Бенько	184
Научный руководитель: М.С. Лурье	184
АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДОМЕРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ	189
Н.В. Бенько	189
Научный руководитель: О.М. Лурье	189
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАЗМЕРНОКАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ ВИДА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ	193
А. И. Биленко	193
Научный руководитель: Н. Г. Чистова.....	193
ОСОБЕННОСТИ ПОВТОРНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	198
Д.Г. Болгов, В.И. Шуркина, Попова М.М.	198
Научный руководитель: Р.А. Марченко	198
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ В ЦБП.....	202
Д.Ю. Васильева, Д.Г. Болгов, В.И. Шуркина.....	202
Научный руководитель: Р.А. Марченко	202
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРМИКУЛИТА В ПЛИТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ	205
О.Е Воробьева, М.С. Савастеева, М.С. Лыжина.....	205
Научный руководитель: Н. Г. Чистова.....	205

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНОГО ПРОДУКТА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ТОНКОГО КИПЯЩЕГО СЛОЯ НА СТЕНКЕ ВАКУУМ ВЫПАРНОГО АППАРАТА.....	210
А.В. Герман	210
Научный руководитель: Н.А. Войнов	210
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	217
Лехмус Е.П. Митрофанова М.С.....	217
Научный руководитель: В.Ф. Долгова.....	217
ВЛИЯНИЕ СЕМЯН БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ОКСИСТАБИЛЬНОСТЬ ЛЬНЯНОГО МАСЛА.....	221
Н.Н. Лозикова	221
Научный руководитель: М.В. Андрюхова.....	221
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В ПРОХОДНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ	224
А.Р. Мирсаяпов.....	224
Научный руководитель: М.В. Охотников.....	224
ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ОТ ВРЕМЕНИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗМОЛЬНОЙ ГАРНИТУРЫ	228
Д.Р. Моисеенко	228
Научный руководитель: Н.Г. Чистова	228
ПРИГЛАШЕНИЕ В АД ИЛИ ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСК	236
Н.А. Мухамедьярова	236
Научный руководитель: В.В. Иванов.....	236
N.A. Mukhamedyarova	236
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ РАБОТНИКОВ, СВЯЗАННЫЙ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ	239
А.С. Неговора	239
Научный руководитель: Н.Г. Чистова.....	239
ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	242
В.А. Погорелов	242
Научный руководитель: Н.А. Герман	242
МАКУЛАТУРА, КАК ИСТОЧНИК НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	246
И.И. Прикатов, М.А. Лучкин	246
Научный руководитель: Ю.А. Амбросович	246
ОКИСЛЕНИЕ α -ПИНЕНА ЖИВИЧНОГО СКИПИДАРА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА, КАТАЛИЗИРУЕМОЕ СОЛЯМИ КОБАЛЬТА.....	249

А.А. Сосновская	249
Научный руководитель: В.Л. Флейшер	249
ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОДУКТА ИЗ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПИНАМБУРА	253
В. С. Федоров, О. О. Мамаева.....	253
Научный руководитель: Т. В. Рязанова	253
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ	257
Д.Д. Хващевская.....	257
Научный руководитель: Н.Г. Чистова	257
БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПЕРЕВОЗОК ОПАСНЫХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	261
И.С. Цибулько.....	261
Научный руководитель: Н. Г. Чистова.....	261
АНАЛИЗ ВОДООБОРОТА В ЦЕХЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДВП МОКРЫМ СПОСОБОМ	265
В.С. Чупина, И.Р. Лапин.....	265
Научный руководитель: Н.Г. Чистова.....	265
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНОГО ВОЛОКНА, УЛОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ.....	269
В.С. Чупина, И.Р. Лапин.....	269
Научный руководитель: В.Н. Матыгулина.....	269
К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛАВЛИВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ.....	273
В.С. Чупина, И.Р. Лапин.....	273
Научный руководитель: В.Н. Матыгулина.....	273
ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	276
Яковлева Ю.А., Бакланова А.С.....	276
Научный руководитель: Чистова Н.Г.....	276
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВОПРОСЕ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	279
А.В. Яркова	279
Научный руководитель: Н.В. Кондратьева	279

СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 656.22:37

ГРНТИ 28.17.33

РОБОТИЗИРОВАННОЕ СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ «3D SKY»

А.К. Блинков

Студент, кафедра системы обеспечения движения поездов, КРИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: А.Р. Христинич

Доцент, кафедра системы обеспечения движения поездов, КРИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье рассмотрена одна из модификаций и дополнений квадрокоптера для создания 3D моделей в реальном времени с помощью камеры и программы Agisoft PhotoScan.

Ключевые слова: Agisoft PhotoScan, 3D модели, квадрокоптер, режим реального времени, онлайн трансляция.

ROBOTIC CREATION OF 3D MODELS IN REAL TIME "3D SKY"

A. K. Blinkov

*Student, Department of Train Traffic Management Systems,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: A. R. Hristinich

*Associate Professor, Department of Train Traffic Management Systems,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Annotation. This article describes one of the modifications and additions to the quadcopter for creating 3D models in real time using the camera and the Agisoft PhotoScan program.

Keywords. Agisoft PhotoScan, 3D models, quadrocopter, real-time mode, online broadcast.

На сегодняшний день моделирование объектов имеет большое развитие и распространение по всему миру, так же создание 3D моделей имеет широкое применение не только в создании видеоигр или мультиков, но и конечно в разных инженерных сферах. Обычно создание 3d модели это трудоемкий

процесс требующий внимательности, знания ПО и четкого понимания физического процесса создаваемой модели.

Мы предлагаем упростить задачу моделирования модифицировав квадрокоптер и связать его с программным обеспечением Agisoft PhotoScan.

Agisoft PhotoScan - ведущее приложение для обработки цифровых изображений и создания трехмерных моделей.

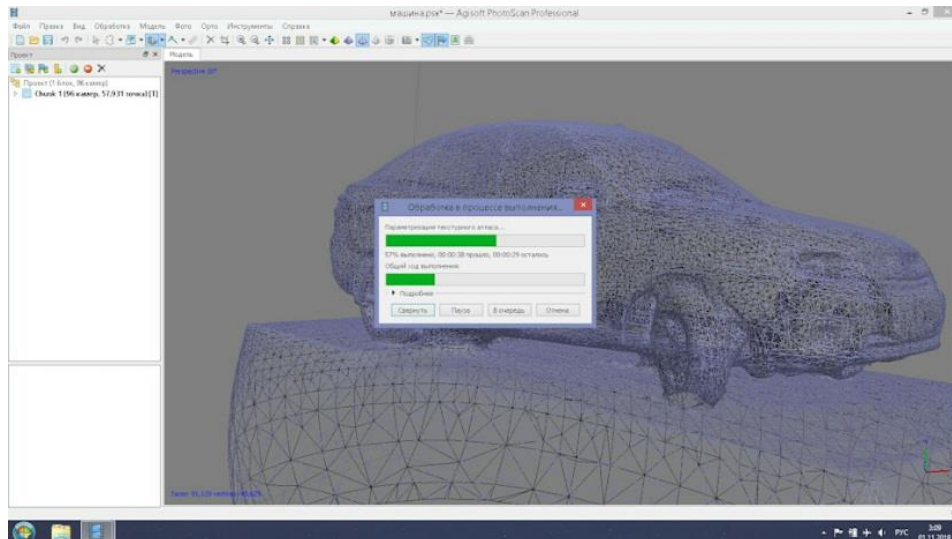


Рисунок 1 – Окно работы Agisoft PhotoScan

Идея заключается в онлайн трансляции и её записи с квадрокоптера на компьютер. Видео приходящее на компьютер сохраняется в оригинале и сразу переходит в программу Agisoft PhotoScan, далее в ПО отснятый материал конвертируется в множество фотографий (мы можем самостоятельно выбирать частоту съемки / количество кадров). Далее множество фотографий обрабатывается программой и создается модель.

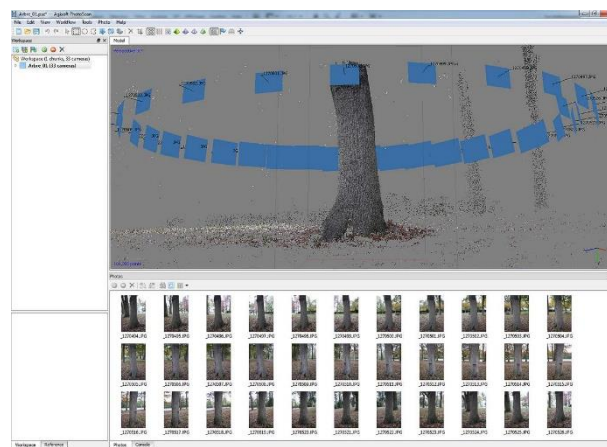


Рисунок 2 – Окно работы с кадрами

Проблема проекта заключается в приобретении видеокамеры для высококачественной съемки, а также всенаправленных антенн для хорошего приема и передачи сигнала.

В августе 2020 года была проведена экспериментальная возможность проекта на квадрокоптере S500 с использованием камеры Runcam Split Mini.



Рисунок 3 – Камера Runcam Split Mini

Основные характеристики камеры:

- Запись FOV 130 ° / FOV 165 °
- Разрешение видео: 1080 @ 60 кадров в секунду / 1080 @ 30 кадров в секунду / 720 @ 60 кадров в секунду
- Видеофайлы: MOV
- NTSC (720 * 480) / PAL (720 * 576) переключаемый
- Интерфейс: Micro USB / UART
- Max Micro SD 64G (рекомендуется класс 10 / UHS-I / UHS-II)
- Расстояние между монтажными отверстиями: 20 * 20 мм
- Размеры: печатная плата 27 * 29 мм / модуль объектива 19 * 19 мм
- Источник питания: DC 5-17V / DC 5V (USB)
- Потребляемый ток: 650ма @ 5В / 270ма @ 12В
- Вес: 15 г

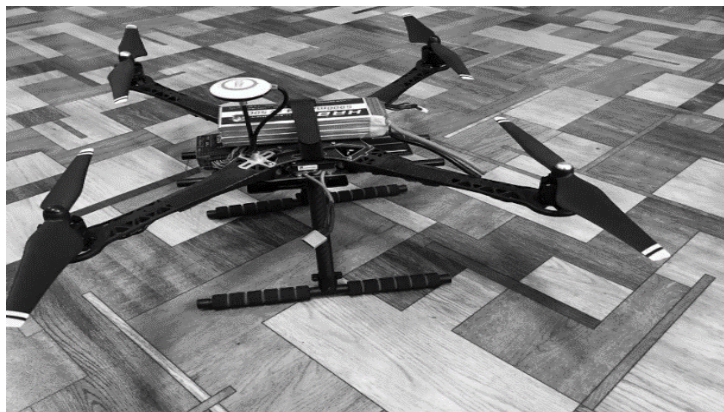


Рисунок 4 – Квадрокоптер S500

Параметры квадрокоптера S500

- Тип мультикоптера - квадрокоптер (4 винта)
- Максимальное время полета - 30 мин.
- Максимальная скорость полета - 7 м/с
- Поддержка карт памяти - есть
- Бесколлекторный двигатель - есть
- Управление - радиоканал
- Навигационная система - GPS
- Дальность управления по радиоканалу - 2500 м
- Автопилот - есть
- Емкость аккумулятора - 5000 мА·ч
- Напряжение аккумулятора - 14.8 В
- Вес квадрокоптера - 1445 г

Программное обеспечение при проведении опыта было лицензированное, но с ограничением и некоторые функциональные возможности не были доступны. Эксперимент был удачный в том, что работал сам алгоритм, описанный выше, но из-за плохих параметров камеры и не устойчивой передачи сигнала, камера вышла из строя, построив только часть объекта в низком качестве.

Так же в феврале 2020 года данный проект был отправлен в краевой фонд науки для спонсирования и дальнейшего развития.

Сейчас планируются испытания создать 3D модель шкафа в домашних условиях с использованием малогабаритного квадрокоптера [MJX X101A с HD FPV камерой - X101A-4018](#).



Рисунок 5 – Квадрокоптер MJX X101A с HD FPV камерой - X101A-4018

Модель проста в использовании, имеет возможность для крепления нового оборудования, также может напрямую вести трансляцию с камеры на телефон, а при установленном на компьютере оборудовании и на компьютер.

В заключении можно сказать, что применение квадрокоптеров в 3D моделировании является актуальным и новым, так как модернизируется способ моделирования что ведет за собой и упрощение моделирования.

Список использованных источников

1. Землянов, Г. С. 3D-моделирование / Г. С. Землянов, В. В. Ермолаева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 186-189. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/18642/> (дата обращения: 1.04.2021).
2. Лучшие квадрокоптеры 2017 года.[Электронный ресурс]. URL:<https://buynbest.ru/best-drones-2017/> (дата обращения: 1.04.2021).

УДК 654

ГРНТИ 73.29.86

**МОБИЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ
В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ**

М.В. Боброва

Студент 20.03.01, УрГУПС, г. Екатеринбург

Научный руководитель: Е.А. Малыгин

канд. техн. наук., профессор, проректор по учебной работе УрГУПС, г. Екатеринбург

Аннотация: В работе рассматривается применение мобильных сервисов на железной дороге в России, развитие и инновации мобильных сервисов. Выявлены проблемы внедрения новых технологий на железнодорожном транспорте. Предложены пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: Мобильные сервисы, сервисные инновации, онлайн-датчики, РДЖ, мультимодальность, интернет вещей.

**MOBILE SERVICES IN THE ACTIVITIES OF THE TRANSPORT
COMPLEX IN RUSSIA**

M.V. Bobrova

Student 20.03.01, UrGUPS, Ekaterinburg

Supervisor: E.A. Malygin

Cand. techn. Professor, Vice-Rector for Academic Affairs, UrGUPS, Yekaterinburg

Abstract: The paper considers the use of mobile services on the railway in Russia, the development and innovation of mobile services. The problems of introducing new technologies in railway transport are revealed. Ways to solve this problem are proposed.

Keywords: Mobile services, service innovations, online sensors, RJ, multimodality, Internet of things.

В последнее время, введение цифровых технологий в железнодорожные перевозки стало широко распространенным явлением. Между тем, проблема

развития мобильных сервисов в деятельности транспортного комплекса до сих пор актуальна. Мы можем наблюдать значительные изменения в наборе услуг и сервисов по сравнению с 20 веком, тем не менее, таких понятий, как «транспортная безопасность» и «внешние угрозы» даже не существовало - это признаки исключительно нашего времени.

Для чего нам необходимо развитие сервисов на железнодорожном транспорте?

Сервисные инновации – это решения, призванные сэкономить время на всем пути следования пассажира и помочь провести его с максимальным комфортом. Одним из наиболее распространенных нововведений, внедряемых в этом направлении, является создание и тестирование онлайн-сервисов отслеживания поездов, новый функционал в мобильных приложениях и инструментах информирования о загруженности станций, а также увеличение количества способов оплаты проезда.

Что мы имеем на сегодняшний день, и какие перспективы развития мобильных сервисов?

Современный сервис сегодня абсолютно в любой отрасли сферы услуг без Wi-Fi уже не является хорошим сервисом. Бесплатный интернет на вокзале – это услуга, которую пассажиры начинают искать сразу же, как только входят в здание. Спрос рождает предложение - уже 107 вокзалов оснащены самым передовым набором технических услуг: есть Wi-Fi, зарядные станции, навигация в мобильном приложении.

Также была запущена централизованная информационная система для пассажиров. Заработала система электронной очереди – благодаря ей стало намного удобнее покупать билеты.

Создание и развитие доступной среды для маломобильных пассажиров-еще один глобальный тренд. По самым скромным подсчетам, четверть населения нашей страны недостаточно мобильна. Только в Москве насчитывается около миллиона человек с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, слуха и зрения.

Благодаря совместной работе Общественных объединений инвалидов были разработаны оригинальные и эффективные проектные решения по созданию безбарьерной доступной среды: пандусы, лифты, эскалаторы, навигационные и информационные знаки. Для людей с ослабленным зрением появились тактильные указатели и знаки, пиктограммы и мнемосхемы, которые станут для них "глазами" и сделают движение безопасным.

Развитие "единого окна" для клиентов стало еще одним трендом в развитии современных технологий на железнодорожном транспорте.

Транспортные услуги становятся доступными в режиме, когда клиент может получить полный набор услуг в одном месте. Алексей Бормин,

операционный менеджер FM Logistics, объясняет, что услуги "одного окна" уже работают: "клиенты имеют доступ к транспортным услугам через личные кабинеты на сайтах многих транспортных компаний, где можно сделать заявку на перевозку и отследить все этапы ее реализации и получить подтверждение доставки [1]."

Для пассажиров был запущен новый сайт, который делает процесс покупки билетов более удобным и позволяет повысить осведомленность клиентов. И это важная часть развития цифровой платформы РЖД, основным элементом которой является мультимодальность: больше дополнительных услуг как на борту поезда, так и за пределами нашей инфраструктуры.

Да, возможно Россия и отстает от ведущих стран в плане цифровизации транспортной отрасли, но она показывает очень хорошую скорость в изменении подхода. Компания "Российские железные дороги" намерена внедрить программу "Цифровая железная дорога". Она включает в себя использование промышленных технологий интернета вещей, больших данных и многое другое.

Интернет вещей в железнодорожной логистике – это датчики внутри и снаружи вагонов. Эта область стремительно развивается, но ей не хватает стандартов - все датчики и системы считывания неоднородны, отличаются в разных странах и городах, трудно построить единую систему.

Онлайн-датчик для слежения более функционален, но гораздо дороже, и с ним есть несколько проблем:

- в России очень большая протяженность железных дорог и не вся территория покрыта коммуникациями - невозможно постоянно держать вагон в режиме онлайн.

- Вагоны в процессе перевозок часто пересекают границу, а оборудование, которое выпускает в воздух эфир не может быть завезено на территорию ряда государств — это связано с лицензиями, разрешениями и другими проблемами.

В идеале должен быть установлен датчик, который остается на вагоне на протяжении всего маршрута. Теперь получается, что если датчик был установлен в Китае, то его придется снять на границе с Россией, поставить новый российский датчик, снять его на границе с Европой и снова поставить новый - это дорого, да и путь вагона неудобно отслеживать.

Второй нюанс - это отсутствие стандартов. Каждый владелец прикрепляет к вагонам свои бирки, для их чтения нужен универсальный считыватель, которого просто не существует.

Интеллектуальная инфраструктура с датчиками на рельсах позволяет распознавать и позиционировать любой вагон независимо от его конструкции.

На сегодняшний день лишь немногие железнодорожные пути в мире оснащены такими сенсорными системами. Математические модели,

позволяющие рассчитать движение каждого вагона, также используются не на всех трассах, оборудованных датчиками.

ОАО "РЖД-Логистика" разработало ОАО "РЖД-Навигатор" - комплексный продукт для автоматизации транспортного аутсорсинга. Он основан на интеллектуальном видеоанализе-распознавании вагонов и их номеров, т.е. это система регистрации движения вагонов по рельсам с помощью датчиков и построения математических моделей.

Какая польза логистике от интернета вещей?

Во-первых, это возможность перехода на электронный учет. Когда груз перевозится различным транспортом, например, сначала морским, а потом поездом, нужно оформлять много документов. Там есть все, чтобы правильно автоматизировать и организовать, вся история транспорта будет в режиме онлайн, а значит - никакой кучи бумаг.

Во-вторых, минимальное участие человека в логистических процессах. Датчики, сенсоры и аналитические системы могут полностью фиксировать движение вагонов.

И в-третьих, отслеживание грузов в режиме реального времени.

Интернет вещей используется в железнодорожной отрасли по всему миру. Итальянская компания Trenitalia экономит 100 миллионов евро в год, используя прогнозную аналитику и IoT для управления ремонтными работами. Россия планирует последовательно внедрять такие методы [2].

Основной проблемой внедрения мобильных услуг в транспортную систему является отсутствие необходимой документации и соглашений с другими странами. Например, в морском транспорте существует коносамент - уникальный единый документ, позволяющий отслеживать маршрут доставки. Но нет единого документа, который бы объединял морской, воздушный, железнодорожный и автомобильный транспорт.

Поэтому мультимодальность и непрерывное, бесшовное отслеживание нагрузки пока не работают. Для того чтобы появился такой универсальный документ, необходимо согласование между государственными органами: Налоговыми, Таможенными, Минтрансом, портами и другими.

Все эти проблемы могут быть решены, и вскоре мы увидим, что логистический сектор полностью автоматизирован.

Таким образом, можно сделать вывод, что тема развития мобильных сервисов на железнодорожном транспорте приобретает все большее значение. В век современных технологий новые сервисы позволяют полностью перейти к электронному учету, снизить влияние человеческого фактора, отслеживать ж/д грузы в реальном времени и многое другое, что значительно упрощает нашу жизнь. На сегодняшний день выполняются главные задачи в деятельности транспортного комплекса:

- максимальная степень использования цифровых технологий;
- безопасность;
- сокращение временных затрат на каждом из этапов «пути пассажира»;
- максимальное информирование пассажиров;
- формирование «доступной среды» для маломобильных пассажиров;

Благодаря таким технологиям, как датчики на путях и вагонах, интеллектуальная видеоаналитика, использование интернета вещей, услуги «одно окно», повысится уровень безопасности, сократятся уровни затрат на этапах пути пассажира и будет происходить информирование пассажиров в полном комплексном объеме. Главной проблемой внедрения новых технологий на железнодорожном транспорте являются особенности российских железных дорог, проблемы с онлайн-технологиями, недостаточная безопасность данных от IoT-устройств и отсутствие универсальных документов для перевозок.

Список использованных источников

1. Статья «Транспортно-логические услуги». URL: <https://kuban.plus.rbc.ru/news/5c097fcd7a8aa96b8581770d> (Дата обращения 10.04.2021)
2. Российская газета RG.RU «Как умнеет транспорт» URL: <https://rg.ru/2018/06/06/cifrovye-tehnologii-uluchshat-rabotu-zheleznodorozhnogo-transporta.html> (Дата обращения 10.04.2021)

УДК 621. 314.21

ГРНТИ 45.33.29

АНАЛИЗ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕРИИ ТМЖ

Д.А. Брюханов, Д.С. Иванов

*студенты специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: С.М. Плотников

д-р. техн. наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. При расчете трансформаторов считают, что сопротивления обмоток высокого и низкого напряжения одинаковы. В статье рассмотрена справедливость этого допущения для трансформаторов серии ТМЖ. Установлено, что отношение сопротивлений отличны от единицы.

Ключевые слова: трансформатор, сечение провода, скин-эффект.

ANALYSIS OF WINDING RESISTANCE OF TRANSFORMERS OF TMZH SERIES

D.A. Bryukhanov, D.S. Ivanov

"Train traffic support systems",

Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,

Krasnoyarsk

Scientific supervisor: S. M. Plotnikov

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Train Traffic Support Systems",

Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,

Krasnoyarsk

Annotation. When calculating transformers, it is considered that the resistances of the high and low voltage windings are the same. The article discusses the validity of this assumption for transformers of the TMZh series. Found that the ratio of resistances are different from unity.

Keywords: transformer, wire cross-section, skin effect.

Силовые масляные трансформаторы серии ТМЖ мощностью от 25 до 4000 кВА применяются на электрифицированных железных дорогах. Считается, что сопротивления обмотки высокого напряжения (ВН) и низкого напряжения (НН) отличаются в k^2 раз (k – коэффициент трансформации). Это утверждение справедливо только для реактивных составляющих сопротивлений обмоток,

Отношение активных составляющих сопротивлений обмоток ВН и НН:

$$R_1 / R_2 = \rho_1 L_1 S_2 / (\rho_2 L_2 S_1) = \rho_1 \cdot l_1 w_1 \cdot S_2 / (\rho_2 \cdot l_2 w_2 \cdot S_1), \quad (1)$$

где ρ_1, ρ_2 – удельное сопротивление проводника обмотки;

L_1, L_2 – длина обмоток ВН и НН, $L_1 = w_1 l_1, L_2 = w_2 l_2$;

l_1, l_2 – средняя длина витка обмотки ВН и НН, $l = \pi D_{CP} / 2 = \pi(D_B + D_H) / 4$;

D_B, D_H – внешний и внутренний диаметры обмоток ВН и НН;

w_1, w_2 – число витков обмоток ВН и НН;

S_1, S_2 – сечение обмоток ВН и НН.

Активные составляющие обмоток ВН и НН:

$$R_1 = (P_K U_{1H}^2) / S_H^2, R_2 = (P_K U_{2H}^2) / S_H^2, \quad (2)$$

где U_{1H}, U_{2H} – номинальные напряжения обмоток ВН и НН соответственно;

P_K – мощность КЗ;

S_H – номинальная мощность трансформатора.

Исходя из (2), следует, что R_1 отличается от R_2 в k^2 раз. Введём коэффициент m для связи активных сопротивлений обмоток:

$$m = R_1 / R_2' \text{ или } m = R_1 / (k^2 R_2) \quad (3)$$

От величины m зависят магнитные потери в магнитопроводе [1]. Обмотки трансформатора выполняют из одного и того же материала ($\rho_1 = \rho_2$). Учитывая $k = w_1 / w_2$, из формул (5) и (6), получаем:

$$m = l_1 \cdot S_2 / (k \cdot l_2 \cdot S_1) . \quad (4)$$

Отношение $l_1 / l_2 > 1$ и находится в пределах от 1,3 до 1,7 (табл. 2), т. к. обмотка ВН укладывается поверх обмотки НН. На практике данное отношение не компенсируется отношением $S_2 / S_1 k$, поэтому $m \neq 1$.

Активное сопротивление короткого замыкания

$$R_K = m \cdot R_1 / (m+1) + R_2' / (m+1) . \quad (5)$$

Обмотка НН расположена ближе к греющемуся магнитопроводу и отделена от охлаждающей поверхности бака обмоткой ВН. Кроме того, обмотка НН имеет большее сечение, чем обмотка ВН, поэтому она сильнее нагревается вихревыми токами. В результате скин-эффекта эффективное сечение проводника уменьшается, следовательно, увеличивается его сопротивление. При частоте 50 Гц толщина скин-слоя для меди $\delta_m = 9,34$ мм, для алюминия $\delta_a = 11,57$ [2], что соизмеримо с сечениями обмоток. Поправку на скин-эффект выразим коэффициентом

$$k_s = \left(1 + e^{-d_2/(2\delta)}\right) / \left(1 + e^{-d_1/(2\delta)}\right) , \quad (6)$$

где d_1, d_2 – диаметр круглого проводника или наибольший размер проводника прямоугольного сечения обмоток ВН и НН.

С учетом поправки на скин-эффект получим: $m_s = k_s m$.

Таблица 1 – Параметры трансформаторов [3]

Тип трансформатора	Размер провода	S_2 / S_1	$D_{CP1}, \text{ мм}$ $D_{CP2}, \text{ мм}$	l_1 / l_2	m	k_s	m_s
ТМЖ-25-27,5/0,4	0,56	60,82	175	1,68	1,567	0,901	1,412
	3,15x4,75		104				
ТМЖ-100-27,5/0,4	0,95	83,3	244,5	1,56	1,719	0,785	1,349
	5x11,8		156,5				
ТМЖ-250-27,5/0,4	2,24	15,86	315	1,61	2,250	0,830	1,868
	2(5x12,5)		196				
ТМЖ-400-27,5/0,4	3,0	8,84	336,5	1,58	1,459	0,830	1,211
	2(5x12,5)		213,5				

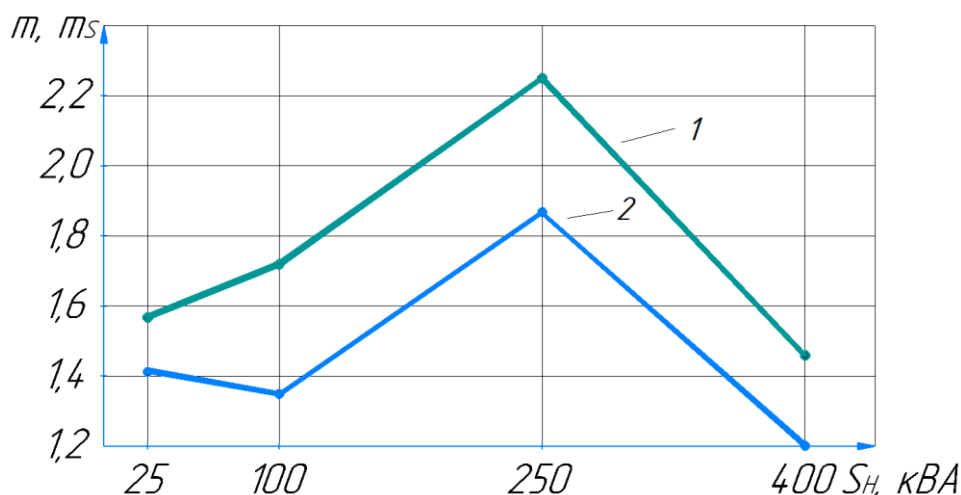


Рисунок 1 – Зависимость отношения сопротивлений обмотки ВН и приведенной обмотки НН от мощности трансформаторов ТМЖ: 1 – без учета скин-эффекта; 2 – с учетом скин-эффекта

Заключение

Сопротивление обмотки ВН трансформаторов ТМЖ превышает сопротивление обмотки НН в среднем в 1,75 раз. Данное различие определяется отношениями длин и сечений обмоток.

С учетом скин-эффекта отношение связывающее активное сопротивления обмотки ВН и приведенное сопротивление обмотки НН, в среднем составляет 1,46.

Полученное различие сопротивлений обмоток ВН и НН следует учитывать при тепловом расчете трансформаторов и расчете токов короткого замыкания.

Список использованных источников

1. Плотников С.М. Определение потерь на вихревые токи и на гистерезис в магнитопроводах электрических машин // Измерительная техника. 2020. № 11. – С.54-58. DOI:10.32446/0368-1025it.2020-11-54-58
2. Плотников С.М. Анализ сопротивлений схемы замещения трансформаторов серии ТМ // Изв. вузов, Электромеханика. 2021. Т. 64 № 1. С.43-47. DOI:10.17213/0136-3360-2021-1-43-47
3. Технические данные обмоток трансформатора.
<http://www.ezch.ru/obmotki-transformatora.html>

УДК 621.314.21

ГРНТИ 45.33.29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЕТВЕЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМЖ

Д.А. Брюханов, Д.С. Иванов

*студенты специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: С.М. Плотников

д-р техн. наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Рассмотрены способы определения числа параллельных ветвей обмотки низкого напряжения трансформаторов серии ТМЖ. Результаты расчета по методу, основанному на учете плотности тока в обмотке, хорошо согласуются с результатами метода, основанного на нахождении массы обмотки.

Ключевые слова: трансформатор, плотность тока, вес обмотки, число витков

DETERMINATION OF THE NUMBER OF PARALLEL WINDING BRANCHES OF TMZH TRANSFORMERS

D.A. Bryukhanov, D.S. Ivanov

*Students of the specialty 05.23.05 Train traffic support systems,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: S. M. Plotnikov,

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Annotation. Methods for determining the number of parallel branches of the low voltage winding of TMZh transformers are considered. The results of the calculation by the method based on taking into account the current density in the winding are in good agreement with the results of the method based on finding the mass of the winding.

Keywords: transformer, current density, winding weight, number of turns

По мере увеличения номинальной мощности силовых трансформаторов ТМЖ растет плотность тока в обмотках, поэтому обмотку низкого напряжения (НН), ток в которой в 68,7 раз превышает ток в обмотке высокого напряжения (ВН), выполняют из нескольких параллельных ветвей. Число этих ветвей не указано в справочной литературе, поэтому возникает необходимость разработки инженерной методики определения данного числа, которое необходимо, в

частности, для определения соотношения сопротивлений обмоток ВН и НН [1] и для нахождения потерь в магнитопроводах трансформаторов [2].

В расчетах силовых трансформаторов используются величины сечений обмоток, которые даются в каталогах. Однако обмотка низкого напряжения (НН) может иметь несколько параллельных ветвей N (от 2 до 12), которых тем больше, чем больше мощность трансформатора. Обмотка разбивается на параллельные ветви в связи с тем, что более тонкий провод легче наматывать, в нем меньше проявляется электрический скин-эффект. Число ветвей N не представлено в справочной литературе, поэтому возникает задача его расчета.

Для расчета числа N можно использовать значение плотности тока $J_{\text{зад}}$, которая для медных обмоток составляет $1,8 \dots 3,5 \text{ А/мм}^2$, для алюминиевых – $1,1 \dots 2,5 \text{ А/мм}^2$ [3].

Пример расчета числа N для трансформатора ТМЖ-400 мощностью $S_{\text{н}} = 400 \text{ кВА}$, высокое напряжение $27,5 \text{ кВ}$, низкое – $0,4 \text{ кВ}$, обмотка НН которого выполнена из алюминиевого провода АПБ 5·12,5 (сечение $\Pi_2 = 62,5 \text{ мм}$), диаметр внутренний $D_{\text{в}} = 270 \text{ мм}$, диаметр наружный $D_{\text{н}} = 403 \text{ мм}$, масса $G = 18 \text{ кг}$, число витков $w_2 = 31$ [4].

Номинальный ток обмотки НН рассчитываем через номинальную мощность $S_{\text{н}}$ и номинальное вторичное напряжение $U_{2\text{н}}$:

$$I_{2\text{н}} = S_{\text{н}} / \sqrt{3} U_{\text{н}} = 400 \cdot 10^3 / \sqrt{3} \cdot 400 = 577,4 \text{ А.}$$

Ток фазы обмотки НН рассчитываем исходя из схем соединений обмоток в «треугольник» по следующей формуле:

$$I_{2\text{ф}} = I_{2\text{н}} / \sqrt{3} = 577,4 / \sqrt{3} = 333,36 \text{ А.}$$

Плотность тока в обмотке:

$$J_2 = I_{2\text{ф}} / \Pi_2 = 333,36 / 62,5 = 5,33 \text{ А/мм}^2.$$

Число параллельных ветвей N для плотности тока $J_{\text{зад}} = 2,3 \text{ А/мм}^2$:

$$N = J_2 / J_{\text{зад}} = 5,33 / 2,3 = 2,32.$$

Таким образом, число параллельных ветвей следует считать равным 2.

Фактическая плотность тока в обмотке НН:

$$J_2 = I_{2\text{ф}} / N \cdot \Pi_2 = 333,36 / 2 \cdot 62,5 = 2,67 \text{ А/мм}^2.$$

Второй способ определения числа N основан на том, что в каталогах приводится вес обмотки $G_{\text{зад}}$.

Средний диаметр обмотки:

$$D_{\text{ср}} = (D_{\text{н}} + D_{\text{в}}) / 2 = (403 + 270) / 2 = 336,5 \text{ мм.}$$

Длина обмотки:

$$L_2 = \pi D_{\text{ср}} \cdot w_2 = 3,14 \cdot 336,5 \cdot 10^{-3} \cdot 31 = 32,77 \text{ м} = 3277 \text{ см.}$$

Объем обмотки:

$$V_2 = L_2 \cdot \Pi_2 = 3277 \cdot 62,5 \cdot 10^{-2} = 2048 \text{ см}^3.$$

Приняв удельный вес алюминия $\rho_{\text{а}} = 2,69 \text{ г/см}^3$, рассчитаем вес обмотки:

$$G_2 = \rho_a \cdot V_2 = 2,69 \cdot 2048 = 5509 \text{ г} = 5,509 \text{ кг.}$$

Для учета веса изоляции, которая входит в значение G и может составлять до 20% от веса обмотки, введем поправочный коэффициент $k_{\text{и}} = 0,8$. Число параллельных ветвей N определяем по формуле:

$$N = k_{\text{и}} \cdot G / G_2 = 0,8 \cdot 18 / 5,509 = 2,61.$$

Получим число параллельных ветвей обмотки НН, равное 2.

Таким образом, оба способа дают одинаковый результат и, следовательно, могут быть использованы для расчета числа параллельных ветвей обмоток низкого напряжения силовых трансформаторов ТМЖ.

Список использованных источников

- 1 Плотников С.М. Анализ сопротивлений схемы замещения трансформаторов серии ТМ // Изв. вузов, Электромеханика. 2021. Т. 64 № 1. С.43-47. DOI:10.17213/0136-3360-2021-1-43-47
- 2 Плотников С.М. Определение магнитных потерь в трансформаторе ваттметрическим методом // Изв. вузов, Электромеханика. 2020. Т. 63 № 5. С.27-31. DOI:10.17213/0136-3360-2020-5-27-31.
- 3 Встовский А.Л., Встовский С.А., Силин Л.Ф. Проектирование трансформаторов: учеб. пособие по курсовому проектированию. Красноярск: КГТУ, 2000. – 12 с.
- 4 Технические данные обмоток трансформатора.
<http://www.ezch.ru/obmotki-transformatora.html>

УДК 621.316

ГРНТИ 44.29.29

ВТОРИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С НАКОПИТЕЛЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Д.П. Вальянов, Д.С. Усков, А.А. Науменко

студенты специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: О.В. Колмаков

канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье приведены основные показатели качества электроэнергии и способы повышения её качества. Были описаны негативные воздействия высших гармоник, что ведёт к увеличению потерь на трансформаторах, линиях электропередач, а также к ускоренному старению изоляции электрооборудования и ложного срабатывания устройств релейной

защиты. Рассмотрены статические и динамические накопители электрической энергии, принцип действия, область их применения, основные достоинства и недостатки. Приведена схема питания, основанная на действии двух диодов и двух накопителей. Указаны преимущества данной схемы.

Ключевые слова: накопители, гармоники, электроэнергия, энергосбережение.

ELECTRIC ENERGY STORAGE DEVICES

D.P. Valyanov D.S. Uskov, A.A. Naumenko

Students of the Train traffic support systems specialty

*Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: O.V. Kolmakov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

*Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Abstract. This article presents the main indicators of the electricity quality and the ways to improve its quality. The negative effects of higher harmonics were described, which leads to the increase in losses on transformers, power lines, as well as to accelerated aging of the electrical equipment insulation and false triggering of the relay protection devices. The static and dynamic electric energy storage devices, the principle of operation, the scope of their application, the main advantages and disadvantages are considered. The power supply circuit based on the action of two diodes and two storage devices is shown. The advantages of this scheme are indicated.

Keywords. Storage devices, harmonics, electricity, energy saving.

Качество электроэнергии

Качество электрической энергии - степень соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям. К параметрам электрической энергии относят напряжение, частоту, форму кривой электрического тока.

Качество электрической энергии имеет переменный характер в течение суток, который может зависеть от изменения нагрузки энергосистемы, возникновения аварийных режимов, загрязнения сети гармониками, быстрых изменений напряжения, неравномерности нагрузки и т.д.

Основные показатели качества электроэнергии

- 1 Отклонение напряжения
- 2 Колебания напряжения
- 3 Отклонение частоты
- 4 Доза фликера

- 5 Коэффициент временного перенапряжения
- 6 Провал напряжения
- 7 Импульсное напряжение
- 8 Несимметрия напряжений в трёхфазной системе
- 9 Несинусоидальность формы кривой напряжения

Способы повышения качества электроэнергии

- Использование конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности;
- Использование синхронных машин для регулирования величины реактивной мощности;
- Использование вентильных преобразователей для преобразования напряжения и частоты электрического тока с помощью электронных и ионных вентилях;
- Использование фильтров гармоник (активных, пассивных и комбинированных) для борьбы с высшими гармониками.

Гармоники

Широкое применение устройств с нелинейными вольтамперными характеристиками (ВАХ) приводит к увеличению уровня высших гармоник токов и напряжений в электрических сетях и, следовательно, является одной из причин ухудшения качества электроэнергии. Такими нагрузками являются импульсные источники питания, приводы электродвигателей с регулируемой скоростью вращения и т.д.

Токи и напряжения несинусоидальной формы можно представить в виде суммы гармоник. Частоты, которых кратны основной частоте питающей сети.

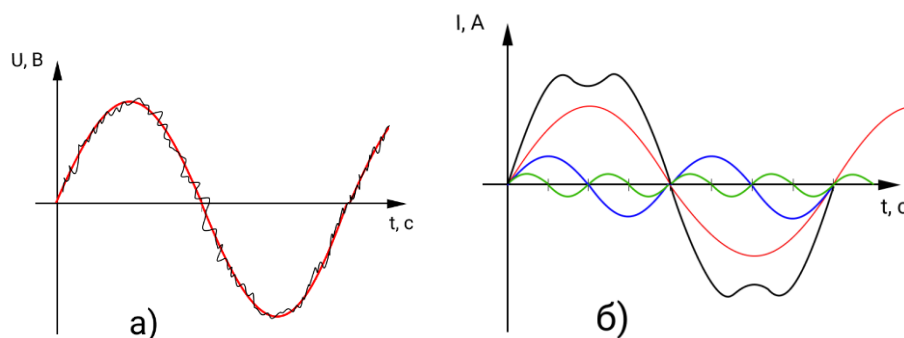


Рисунок 1- Графики искажений
а) Напряжения; б) Тока

Результатом воздействия высших гармоник на систему электроснабжения является увеличение потерь на трансформаторах, линиях электропередач (ЛЭП), во вращающихся машинах, а также ускоренное старение изоляции электрооборудования и ложные срабатывания устройств релейной защиты и автоматики.

Формы негативного влияния высших гармоник на системы электроснабжения:

- Увеличение токов и напряжений высших гармоник вследствие параллельного и последовательного резонансов;
- Снижение эффективности процессов генерации, передачи, использования электроэнергии;
- Старение изоляции электрооборудования и сокращение срока его службы;
- Ложное срабатывание оборудования.

Накопители электроэнергии

Статические (Ёмкостные) накопители

В ёмкостных накопителях (ЕН) энергия накапливается и хранится в виде энергии электрического поля, создаваемого в изоляционной среде между обкладками конденсатора. Основным недостатком таких накопителей является то, что плотность накопленной в них энергии на несколько порядков меньше, чем в индуктивных. Низкое рабочее напряжение и малое время хранения энергии тоже относится к недостаткам

В ёмкостных накопителях возможно получение разрядного тока значительно больше, чем зарядный. Это делает возможным увеличение мощности при питании нагрузки с малым сопротивлением. Для питания данной нагрузки используются конденсаторные батареи, состоящие из большого числа последовательно и параллельно соединённых конденсаторов. Так же достоинствами является то, что за счет статического электрического поля создаваемого в изоляционной среде между обкладками конденсатора уменьшаются потери и, следовательно, увеличивается длительность хранения накопленной энергии. [4]

Применение ёмкостных накопителей ограничено их недостатками:

- Высокая стоимость
- Необходимость изменения полярности при переходе из режима «заряд» в режим «разряд»
- Устройства управления ЕН на основе тиристорных преобразователей создают большое количество высших гармоник, которые искажают синусоидальный переменный ток

Область применения конденсаторов в электроэнергетике ограничивается кратковременным накоплением электрической энергии, выпрямлением, коррекцией и фильтрацией тока в схемах силовой электротехники

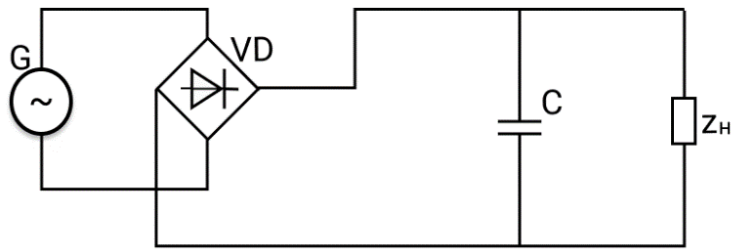


Рисунок 2 – Схема выпрямителя на основе диодного моста и сглаживающего конденсатора

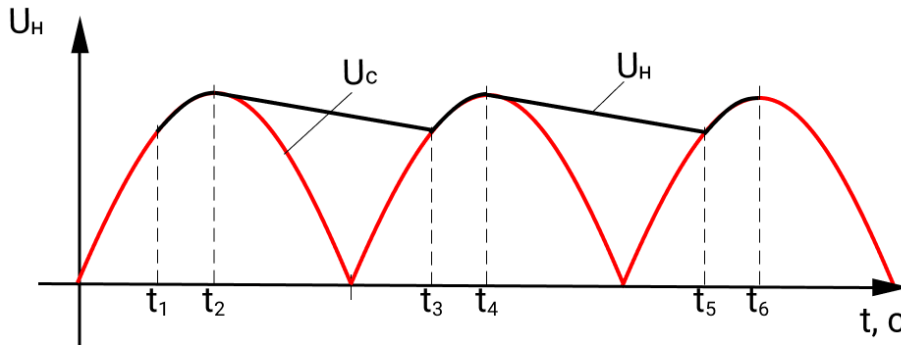


Рисунок 3 – График сглаженного напряжения

В момент времени t_1, t_2 нагрузка питается импульсным напряжением

Динамические (индуктивные) накопители

Индуктивные накопители представляют собой катушки с током. Энергия магнитного поля, созданного в катушке и в пространстве вокруг неё, может быть преобразована в электрическую и передана в нагрузку. Для этого необходимо нагрузку присоединить параллельно катушке, а катушку отсоединить от источника питания. В нагрузке будет развиваться мощность, превышающая мощность источника во столько раз, во сколько сопротивление нагрузки больше суммы сопротивления катушки и внутреннего сопротивления источника питания. [4]

В индуктивном накопителе нельзя хранить долго энергию, т.к. она расходуется на нагрев катушки из-за конечного сопротивления обмотки.

Чем большую мощность требуется получить от индуктивного накопителя, тем выше будет напряжение. Предельные мощности достигают 10^{10} Вт при напряжениях до миллиона вольт.

Отличительной чертой индуктивных накопителей является высокая плотностью накапливаемой энергии (до 10^6 - 10^7 Дж/м³), возможность накопления больших энергий. Главным же недостатком является ограниченная скорость вывода накопленной энергии из-за проблем обеспечения электрической прочности изоляции катушки и коммутатора тока. [4]

Преимущества индуктивных накопителей

- Запасаемая и используемая энергия имеет один вид – электромагнитный
- Высокие значения КПД (97-98 %) из-за отсутствия необходимости преобразования энергии
- Быстродействие устройства

В настоящее время питание потребителей происходит по схеме с диодным мостом и со сглаживающим конденсатором. Главным недостатком такого выпрямителя является импульсное напряжение. Для устранения пульсаций напряжения применяют сглаживающий конденсатор.

За время полуволны напряжения происходит заряд конденсатора от источника, т.е. диодного выпрямителя, а его разряд на нагрузку во время отсутствия, либо малого по амплитуде напряжения, на выходе выпрямителя. [5]

В качестве альтернативного источника вторичного питания предлагается вариант с использованием двух накопителей. Т.е. положительная полуволна будет накапливаться на первом накопителе, а отрицательная на втором и в момент, когда происходит разрядка одного накопителя второй будет заряжаться. Накопители энергии в течение полупериода накапливают энергию. В требуемый момент времени накопитель подключается к нагрузке и отдает ей запасенную энергию. Предлагаемая схема позволит снизить влияние высших гармоник на питающую сеть.

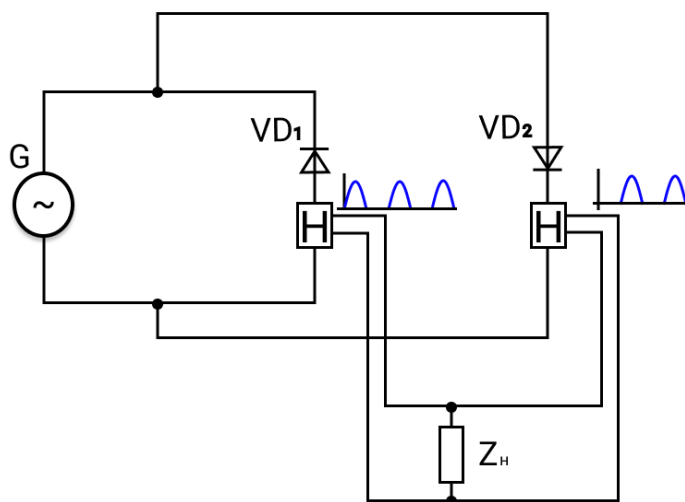


Рисунок 4 – Схема питания нагрузки через накопители

Заключение

Предлагаемый алгоритм работы вторичного источника питания позволит изолировать нелинейную нагрузку от внешней сети в момент энергопотребления. Это позволит защитить чувствительное оборудование от высших гармоник, которые присутствуют в общей сети питания, а также снизит влияние нелинейной нагрузки на питающую сеть.

Список использованных источников

1. Заметки электрика//основные показатели качества электроэнергии [сайт][URL:https://yandex.ru/turbo/asutpp.ru/s/kachestvo-jelektroenergii.html](https://yandex.ru/turbo/asutpp.ru/s/kachestvo-jelektroenergii.html) (Дата обращения 12.03.2021)

2. Школа электрика//воздействие высших гармоник [сайт]URL: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/260-vlijanie-vysshikh-garmonik.html> (Дата обращения 13.03.2021)

3. Электрические сети//влияние высших гармоник [сайт] URL: <https://leg.co.ua/knigi/raznoe/vysshie-garmoniki-v-nizkovoltnyh-elektricheskikh-setyah-4.html>

4. Авруцкий В.А.[и др.]. Накопители энергии и их применение: учебное пособие по курсу Испытательные и электрофизические установки, техника эксперимента. Москва, МЭИ, 1982г.- 78 с.

5. В. Н. Авруцкий [и др.]. Москва : УМЦ ЖДТ, 1982. 77 с.

Сглаживающие фильтры питания [сайт] URL: https://overclockers.ru/blog/OQtagooi/amp/17694/Likbez_KO_Lekciya_4_Sglazhiva_juschie_filtry_pitaniya (Дата обращения 15.03.2021)

УДК 621.316

ГРНТИ 44.29.37

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКА В НЕЙТРАЛЬНОМ ПРОВОДЕ В СЕТЯХ С ГЛУХОЗАЗЕМЛЁННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

В.А. Груненко

студент специальности системы обеспечения движения поездов, электроснабжение железных дорог, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: А.Е. Гаранин

канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье исследуются причины появления тока в нейтральном проводе в сетях с глухозаземлённой нейтралью и его влияния на кабели, а также способ борьбы с причинами появления тока.

Ключевые слова: нейтральный провод, нелинейная нагрузка, сила тока, лампа накаливания.

DETERMINATION OF CURRENT IN A NEUTRAL WIRE IN NETWORKS WITH A DEAD-EARTHED NEUTRAL

V.A. Grunenko

student of the specialty train traffic support systems, railway power supply, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.E. Garanin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk

Annotation. This article examines the causes of the appearance of current in a neutral wire in networks with a deaf-grounded net and its effect on cables, as well as a way to combat the causes of the appearance of current.

Keywords: neutral wire, nonlinear load, amperage, incandescent lamp.

Согласно ПУЭ, п. 1.7.57 Электроустановки до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок должны, как правило, получать питание от источника с глухозаземленной нейтралью с применением системы TN.

При такой системе электроснабжения трехфазная сеть представляет собой электрическую цепь с двумя узлами – нейтральными точками, соединенными нулевым проводом, выполняющего функцию уравнительного (нейтрального).

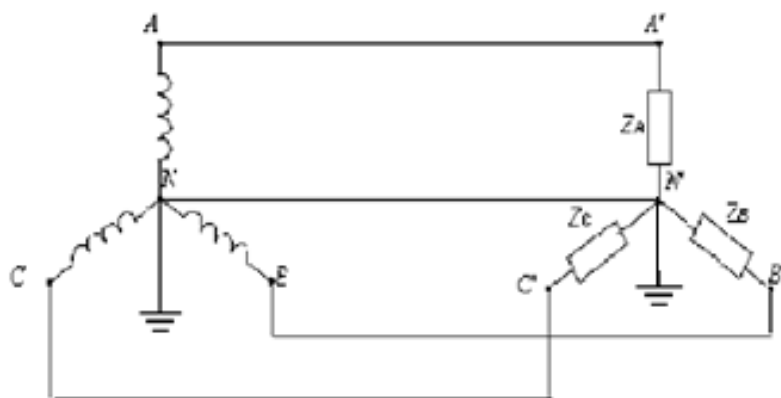


Рисунок 1 – Схема трёхфазной сети

Из основ электротехники известно, что при симметричном распределении нагрузок по фазам (равенстве мощности), в нейтральном (нулевом) проводе тока нет.

Проведём опыт в каждую фазу подключим лампу накаливания мощностью 60 Вт. Ток в фазах одинаковый и составил 0,23 А, а в нейтральном проводе ток равен нулю.

Таблица 1 – Значение токов при включении ламп накаливания

Фаза	Ток, А
A	0.269
B	0.269
C	0.269
N	0

Теперь в каждой фазе заменим лампу накаливания на лампу LED, также мощность 7 Вт.

Таблица 2 – Значение токов при включении ламп LED

Фаза	Ток, А
A	0.074
B	0.074
C	0.074
N	0.122

В этом случае мы видим, что ток в нейтральном проводе превышает в 2,5 раза значение тока потребления в каждой фазе.

В следующем опыте мы подключим в фазу A лампочку накаливания, в фазу B компактную люминесцентную лампу, а в фазу C лампу LED. У каждой лампы накаливания мощность составляет 60 Вт, мощность компактной люминесцентной 12 Вт, мощность лампы LED 7 Вт. При подаче питания токи составили: в фазе A 0,269 Ампер, в фазе B 0,096 Ампер, в фазе C 0,074. А в нейтральном проводе ток составил.

Таблица 3 – Значение токов при включении в каждую фазу разных ламп

Фаза	Ток, А
A	0.269
B	0.096
C	0.074
N	0.1

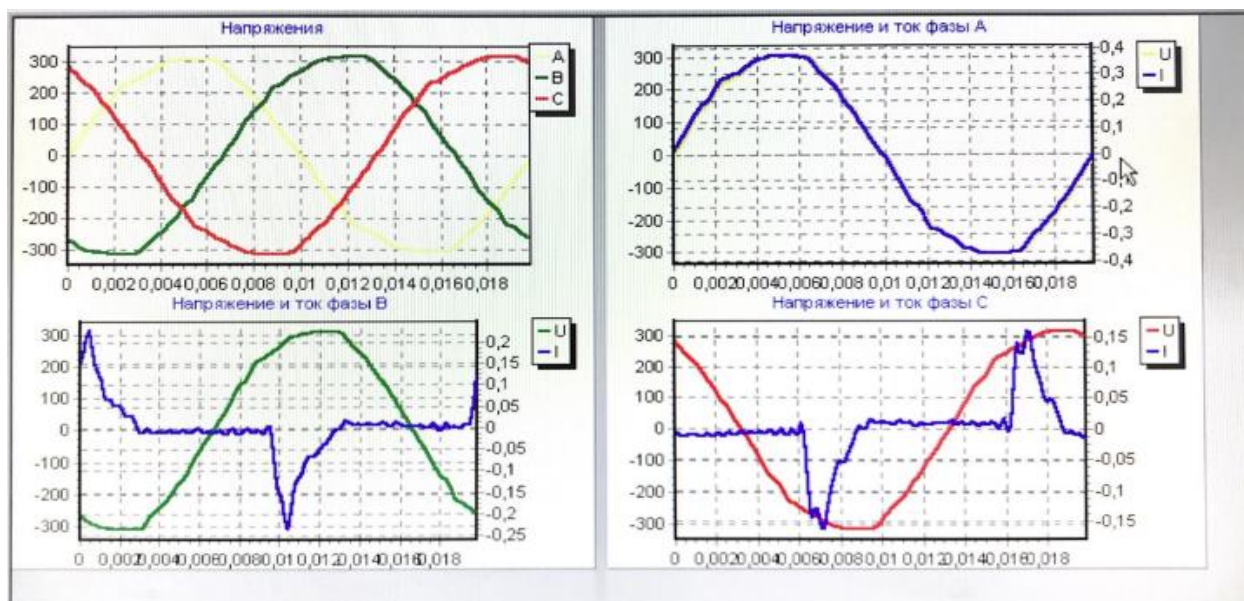


Рисунок 2 – Графики напряжения и потребляемых токов при включении осветительных нагрузок в трехфазную сеть: A – лампа накаливания; B – компактная люминесцентная лампа; C – лампа LED.

Можно сделать вывод, что при симметричном режиме, в нейтральном проводе тока нет, верно лишь для линейных нагрузок, а лампы LED это нелинейные потребители. К числу нелинейных нагрузок можно отнести компьютерную технику и многое другое, где используются импульсные источники питания, из-за которых появляются токи высших нечётных гармоник, с преобладанием гармоник, кратных 3. Появление тока в нейтральном проводе может привести к его перегреву и отгоранию.

При использовании современных нагрузок у в нейтральном проводе протекает ток больше чем в любой из фаз. ГОСТ 31996-2012 регламентирует, что четырёхжильные кабели с жилам номинальным сечением 25 мм и более могут иметь одну жилу меньшего сечения (нулевую или заземления) в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Значения номинальных сечений жил кабеля

Наименование жилы	Номинальное сечение жилы, мм										
Основная	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Нулевая или заземления	16	16	25	35	50	70	70	95	120	150	185

Из таблицы видно, что ГОСТ не рассчитан на современные нагрузки, потому что при питании современных нагрузок ток в нейтрально проводе может превышать токи в фазах более чем в два раза.

Так как везде используется широко компьютерная техника была создана программа по развитию энергоэффективности в компьютерных блоках 80 PLUS. По ней сертифицируются блоки питания с энергоэффективностью не менее 80 % при нагрузке в 20 %, 50 % и 100 %

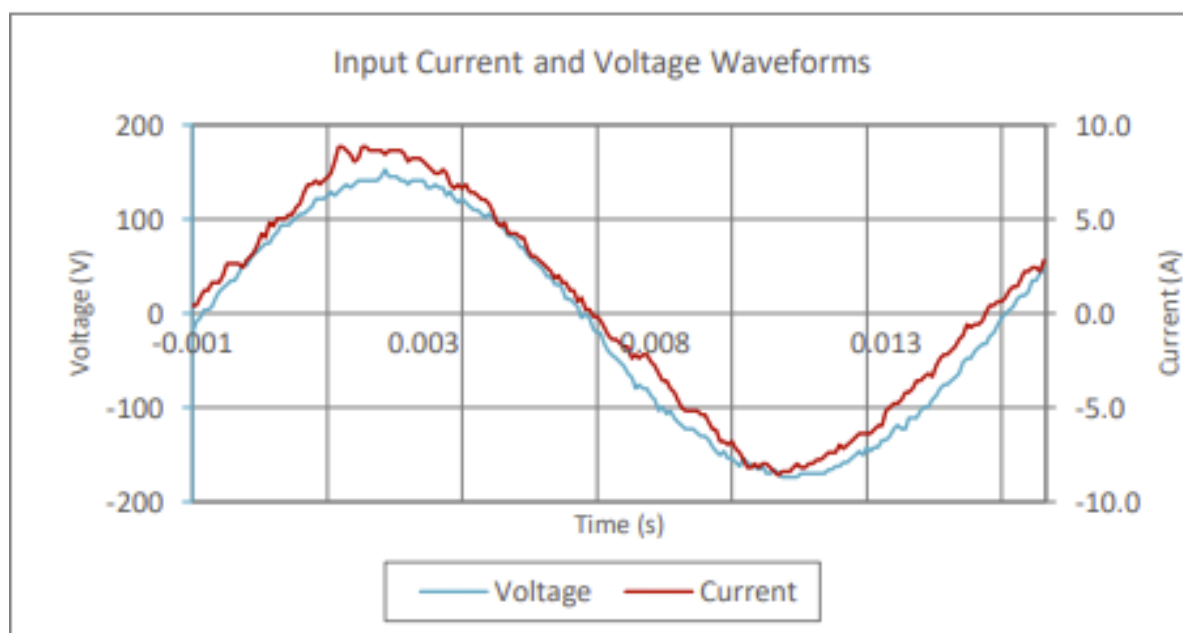


Рисунок 3 – Эффективность блока питания 80 PLUS при 50% нагрузке.

Список использованных источников

1 Гаранин А. Е. Электромагнитная совместимость и средства защит: учебно-методическое пособие для ВУЗов ж.-д. трансп. / А. Е. Гаранин. - М.: КрИЖТ ИрГУПС, 2019. -98 с.

2 ГОСТ 31996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кв. Общие технические условия. Ведд. с 01.01.2014. Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва стандартиформ, 2013. – 51с.

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.81

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА САУТ

А.А. Домрачёв, Д.И. Барабанов, Д.П. Миллер, И.Д. Герман

студенты специальности «автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: А.Е. Гаранин

канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Система автоматического управления торможением поездов повышает безопасность движения, увеличивает пропускную способность железнодорожных участков. САУТ-ЦМ использует показания локомотивных светофоров автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН) или показания комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ, принятые от путевых устройств АЛСН, а также информацию, принятую от путевых устройств САУТ.

В данной статье обобщены результаты проектирования и пуско-наладочных работ программно-аппаратного учебного комплекса системы автоматического управления торможением поездов, включающего в себя путевые и локомотивные устройства САУТ.

Ключевые слова: САУТ, релейный статив, светофор, шлейф.

DESIGN AND INSTALLATION OF THE SOFTWARE AND HARDWARE TRAINING COMPLEX SAUT

A.A. Domrachev, D.I. Barabanov, D.P. Miller, I.D. German

students of the specialty "automation and telemechanics in railway transport", Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.E. Garanin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. *The automatic train braking control system improves traffic safety and increases the capacity of railway sections. SAUT-CM uses indications of locomotive traffic lights of automatic locomotive signaling of continuous type (ALSN) or indications of a complex locomotive safety device CLUB received from ALSN track devices, as well as information received from SAUT track devices.*

This article summarizes the results of the design and commissioning of the software and hardware training complex of the automatic train braking control system, which includes track and locomotive SAUT devices.

Keywords: *SOUTH, relay static, traffic light, loop.*

Для демонстрации полнофункциональных возможностей системы автоматического управления торможением поездов САУТ-ЦМ на кафедре СОД КрИЖТ ИрГУПС ведутся работы по созданию программно-аппаратного учебного комплекса САУТ. Данной комплекс включает в себя как путевое оборудование САУТ, так и его локомотивную часть, а также тормозную систему поезда.

В качестве объекта обучения используется имитация проследования нечетного поезда по входной точке САУТ-ЦМ станции при различных вариантах поездных маршрутов.

В качестве промежуточного пункта выбран аналог реально действующей станции, схематический план которой приведен на рисунке 2.

Первоочередной задачей являлась установка релейного штатива с размещением постовых элементов автоматики, включающие в себя схемы управления светофорами и схемы управления напольными устройствами САУТ, и их взаимоувязка. Были смонтированы входной светофор «Н», выходные светофоры «Н1» и «Н3» (рисунок 1), управляемые со штатива при помощи тумблеров, взаимозависимость показаний светофоров показаны в таблице 1.

Установлен путевой ящик, в котором расположен генератор САУТ (ГПУ-САУТ). Генератор, в зависимости от выбранного маршрута, передает кодовую посылку, посредством подключения выходной цепи с помощью кабелей, перемычек к правому по ходу движения поезда рельсу. Далее приемная антенна САУТ считывает кодовую посылку и передает информацию на блок электроники и коммутации. Затем локомотивная аппаратура САУТ сравнивает полученные данные с запрограммированными и в зависимости от полученных результатов в случае необходимости оказывает влияние на тормозную систему поезда.



Рисунок 1 – Светофоры, и их показания при приеме поезда на главный путь с остановкой

Таблица 1 – Взаимозависимость показаний светофоров «Н», «Н1» и «Н3»

Маршруты	Показания светофоров		
	Н	Н1	Н3
Прием на 1 путь с остановкой	⊘	●	
Безостановочный пропуск по 1 пути	○	○	
		⊘	
Прием на 3 путь с остановкой	⊘ ⊘		●
Безостановочный пропуск по 3 пути	⊘ ⊘		○
			⊘

Следующим шагом будет установка локомотивной аппаратуры. Для имитации локомотивной части САУТ, на специально оборудованный стенд будут установлены: пульт машиниста, пульт управления, блок электроники и коммутации, блок связи и другие блоки и элементы САУТ, входящие в ее состав, такие как датчик угла поворота (ДПС) и приемная антенна САУТ. Датчик угла поворота будет вращаться при помощи электродвигателя, имитируя вращение

колесной пары поезда. Количество оборотов данного электродвигателя будет регулироваться при помощи частотного преобразователя. Это необходимо для имитации движения поезда при разных скоростях, и как работает САУТ-ЦМ при возникающих ситуациях. Приемная антенна САУТ будет расположена над рельсом для приема кодовых посылок, переданных путевым генератором в шлейф точки САУТ.

Далее необходима увязка с системой КЛУБ, а также планируется установка тормозной системы и ее увязка с локомотивной частью, для наглядного примера срабатывания тормозов по команде САУТ.

557					675	693	725	771	789	886		
8					7	3	5	1	15	13		
	533	498	495	480		575	575	610	616		850	869
	H4	H2	H3	H1		Ч2	Ч4	Ч1	Ч3		М1	М3
											Н	НД
											1089	1089

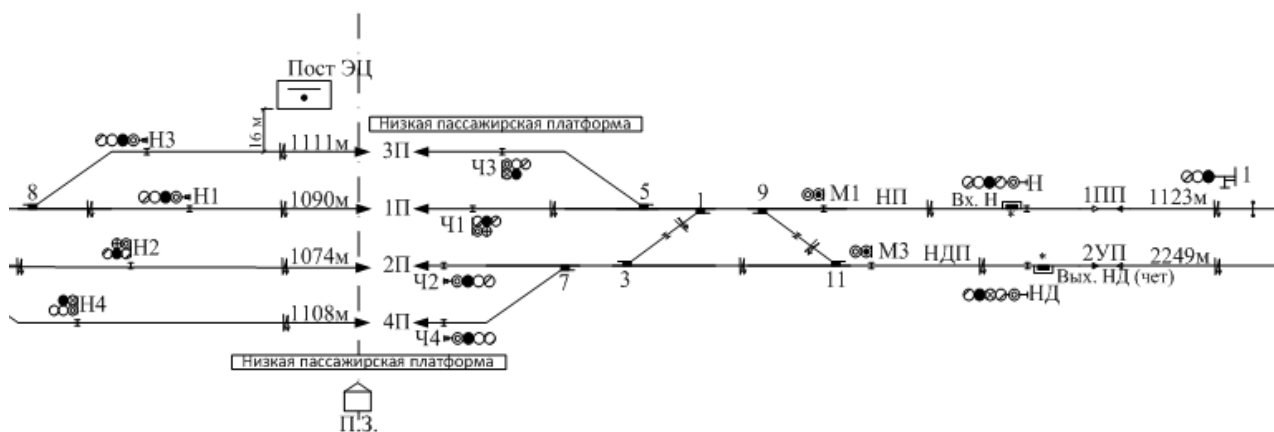


Рисунок 2 – Схематический план станции

Список использованных источников

1. Локомотивная аппаратура системы автоматического управления торможением поездов САУТ-ЦМ/485 : Руководство по эксплуатации : 97Ц.06.00.00-01 РЭ Альбом 1. Использование САУТ-ЦМ/485 по назначению : 97Ц.06.00.00-01 РЭ1 Альбом 1 часть 2. Согласовано : Актом приёмочных испытаний аппаратуры САУТ-ЦМ, утвержденным заместителем министра путей сообщения Российской Федерации Ю.М.Герасимовым 30.12.1997 : утверждено директором НПО САУТ В.И. Головин, 2005. – 23 с. – Текст : непосредственный.
2. Методические указания по проектированию путевых устройств модернизированной системы автоматического управления торможением поездов с централизованным размещением аппаратуры САУТ-ЦМ : И-261-99 : утверждены МПС РФ, Департаментом сигнализации централизации блокировки

28.03.00 – Урал : ГУП ГИПРОТРАНССИГНАЛСВЯЗЬ, 1999. – 144 с. – Текст : непосредственный.

3. Эксплуатация САУТ-ЦМ/485 : краткое пособие для машиниста : ООО «НПО САУТ», 2010. – 32 с. – Текст : непосредственный.

УДК 654.9

ГРНТИ 73.29.61

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОМ ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ

Я.В. Ермолова

*студент направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»,
УрГУПС, Екатеринбург*

Научный руководитель: Е.А. Малыгин

профессор, канд. техн. наук, УрГУПС, г. Екатеринбург

Аннотация. В работе рассмотрен опыт внедрения ИТС зарубежными государствами и успешное применение данной системы в столице России. Выявлены проблемы организационного и технического характера. Представлено успешное применение интеллектуальной транспортной системы на железной дороге. Предложены рекомендации по решению проблем, связанных с созданием единого навигационно-информационного пространства.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, внедрение, модернизация, перспектива, безопасность, единая система.

INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: PROSPECTS FOR DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN TRANSPORT COMPLEX

Y.V. Ermolova

*student of the direction of training 20.03.01 "Technosphere safety",
UrGUPS, Ekaterinburg*

Supervisor: E.A. Malygin

Professor, toand.tekhn. Nauk, UrGUPS, g. Ekaterinburg

Annotation. The paper considers the experience of its its implementation by foreign countries and the successful application of this system in the capital of Russia. Problems of an organizational and technical nature are identified. The successful application of an intelligent transport system on the railway is presented. Recommendations on solving problems related to the creation of a single navigation and information space are proposed.

Keywords: *intelligent transport system, implementation, modernization, perspective, security, unified system.*

Сегодня транспорт во всем мире представляет собой развитую систему, посредством которой осуществляется не только перемещение грузов, но и пассажиров в различных направлениях. В виду увеличения количества транспортных средств возрастает нагрузка на существующую транспортную систему, при которой снижается пропускная способность дорог, возрастает количество ДТП, следовательно, снижается уровень безопасности грузо- и пассажироперевозок. Если обратиться к опыту крупных городов мира, то можно прийти к выводу, что проблему загруженности дорог нельзя решить одним лишь строительством новых магистралей. Поэтому проблему пропускной способности необходимо решать с помощью современных технологий.

Наиболее перспективным решением данной проблемы является внедрение в транспортный комплекс Интеллектуальных транспортных систем. ИТС представляют собой интеллектуальную систему, которая используя различные инновационные разработки обеспечивает участникам движения безопасность и осведомленность дорожной ситуации по сравнению с традиционными системами [1].

Одной из первых стран заинтересовавшейся внедрением ИТС стала Япония. Развитие системы автомобильной информации и связи (VICS) с 1995 года позволяет получать через GPS данные о загруженности дорог и возможных объездных путях. Благодаря оснащению светофоров и автобусов системой видеонаблюдения, вся информация поступает в единый центр управления дорожного движения [2].

Первый опыт внедрения ИТС был запущен в столице России – Москве. В апреле 2011 года в Москве был представлен эскизно-технический проект, на основании которого началось создание управляющего аппаратно-программного комплекса, центров сбора, обработки и хранения данных, поступающих с устройств фотовидеофиксации и реструктуризация городской улично-дорожной сети. Существенным плюсом стало оснащение транспортных средств системой слежения ГЛОНАСС, которая и стала ключевой ступенью к модернизации действующей системы [1].

В полном объеме ИТС Москвы заработала к концу 2016 года. К указанному периоду в систему входило: 40 000 светофоров, 3 500 датчиков движения транспорта, 2700 камер, осуществляющих фото и видеофиксацию, обзор участков с затрудненным движением, около 500 метеостанций, электронных билбордов, расположенных у дорог и т.д [1].

В качестве реализации возможностей ИТС, началась реализация проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», который разработан на 5

лет (с 2019 по 2024 гг.). Внедрение проекта приносит положительные результаты, несмотря на постоянное увеличение количества зарегистрированных транспортных средств на 16% [4].

Применение ИТС на примере Москвы показал возможности решения вопросов снижения загруженности дорог и безопасности пассажиров. Так, например, за прошедшее время, на территории столицы удалось добиться снижения смертности при ДТП почти в 2 раза, объема легкового транспорта, применяемого населением в будни на 21%, что позволило сократить время, затрачиваемое автомобилистом на преодоление пути от окраины города к его центру.

Если говорить о перспективах развития ИТС в России возникает ряд организационных и технических проблем. Наличие отдельных комплексов, не связанных в единые целые системы не позволяет говорить о наличии полноценной ИТС которая бы объединяла в единую информационную платформу остальные подсистемы. Также проблемой работы ИТС является необходимость получения, обработки и хранения большого объема данных с разных подсистем во единую систему. Так, например, за месяц с одного транспортного средства может быть получено от 10 Мб до 1 Гб информации, что уж говорить о парке в 1000 машин, объем поступающей информации от которых может составлять терабайты. Стоит заметить, что обработка данных должна вестись с учетом многих факторов. Именно это и усложняет не только проектирование, но и процессы внедрения, управления ИТС с целью формирования единой системы.

Изучая проблемы внедрения ИТС на территории всей страны, стоит указать еще и отсутствие соответствующей законодательной базы. Конкретного решения данной проблемы пока нет, но уже есть проект концепции Федерального закона «Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации», который можно встретить на просторах сети Интернет с целью ознакомления и обсуждения. Рассматриваемый проект подразумевает под ИТС своего рода схему взаимодействия всех транспортных систем с целью создания единой системой государственного назначения, способной не только снизить загруженность дорожного полотна, но и повысить безопасность пассажиров - и грузоперевозок. [3].

Передовые позиции успешного применения определённых элементов и их систем, подходящих под описание к ИТС в этом отношении, занимает железная дорога. Использование многочисленных АСУ и ГЛОНАСС позволяют минимизировать человеческий фактор в организации бесперебойной работы системы. Например, применение спутниковой навигации при интервальном регулировании движения поездов – технология, которая позволяет снижать нагрузку на ж/д пути, вероятность возникновения аварийных ситуаций,

сокращать временной интервал между составами, тем самым повышая пропускную способность полос [3].

Рассматривая применение ИТС на российских железных дорогах нельзя не указать применение интеллектуального транспорта, специальной диспетчерской системы, отвечающей за эффективное управление движением поездов. Так, например, Россия стала первой страной, решившейся на применение локомотивов, оснащенных искусственным интеллектом для перевозки пассажиров, поставляемых Cognitive Pilot. Предоставленные модели могут анализировать ситуацию на пути (грамотно реагировать на сигналы светофора, определять впереди идущий состав и рассчитывать скорость движения состава относительно впереди идущего и т.д.). Стоит заметить, что европейские компании еще не применяют такие технологии, но проявляют повышенный интерес к ним, ведь их применения позволит не только повысить безопасность, но и сократить затраты организаций [3].

Рассматривая применение ИТС, хочется заметить, что однозначного ответа на этот вопрос на данный момент нет. С одной стороны, огромная польза – снижение загруженности дорог, повышение объема грузо- и пассажироперевозок, высокая безопасность и т.д. С другой стороны, интеллектуальный разум – это технология, имеющая ограниченный набор кодовых, который не в полной мере позволяет быстро находить грамотный выход из сложившейся ситуации. В качестве подтверждения этого стоит привести провальный тест автомобиля Tesla Model S (с автоуправлением) в 2016 г со смертельным исходом (интеллектуальная система не смогла распознать препятствие и грамотно среагировать на него).

Таким образом, применение ИТС должно соотноситься с тщательной разработкой программного обеспечения с целью максимального снижения вероятности возникновения поломки, взлома и утраты данных. При этом, должна быть создана единая система ИТС, собирающая данные с подсистем и регулирующая их деятельность с учетом многих факторов, и, в случае возникновения неисправностей, готовая взять на себя ряд функций, осуществляемых данной подсистемой. При этом, важно, чтобы регулирования ИТС осуществлялось на государственном уровне. Только в этом случае, мы можем говорить о едином навигационно-информационном пространстве, к которому с каждым днем будет подключаться всё больше регионов, а результат от внедрения такой системы может стать положительным не только для государства, но и населения страны в целом.

Список используемой литературы

1. Интеллектуальная транспортная инфраструктура (ИТС) Россия. URL: <https://www.tadviser.ru/> (Дата обращения 07.04.2021).

2. Костомарова В.В. Зарубежный опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС) / В.В. Костомарова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 4-1. – С. 110-113.

3. Лыкова М.П. Цифровая экономика и пути ее развития. Влияние цифровой экономики на ж/д транспорт / М.П. Лыкова // Цифровая наука. – 2020. – № 5. – С. 42-52.

4. Приоритетный проект «Безопасные и качественные дороги». URL: <https://mintrans.gov.ru/activities/141/145> (Дата обращения 09.04.2021).

УДК 621.331

ГРНТИ 73.29.71

ПРОБЛЕМА ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ПОСТОВ С МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЕЙ

Д. К. Иванов

студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: Л.И. Жуйко

кандидат технических наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье представлены сведения о влиянии высших гармоник на качество электроснабжения постов с микропроцессорной централизацией (МПЦ). Проанализирована гармоническая составляющая напряжения на посту электрической централизации (ЭЦ) станции Кротово. Отражены проблемы связанные с появлением гармоник в электрических сетях. Разобраны два возможных способа решения данной проблемы.

Ключевые слова: гармоники, пост МПЦ, электрический фильтр.

THE PROBLEM OF HIGHER HARMONICS IN THE POWER SUPPLY OF POSTS WITH MICROPROCESSOR CENTRALIZATION

D. K. Ivanov

student of the specialty 23.05.05 Train traffic support systems,

*Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: L. I. Zhuiko

Candidate of Technical Sciences,

*Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Annotation. This article presents information about the influence of higher harmonics on the quality of power supply of posts with microprocessor centralization.

The harmonic component of the voltage at the EC station of the Kritovo station is analyzed. The problems associated with the appearance of harmonics in electrical networks are reflected. Several ways to solve this problem are analyzed.

Keywords: harmonics, post-MPC, electric filter.

Высшие гармоники – это токи или напряжения, частота которых больше частоты основной или несущей гармоники равной 50 Гц. Гармоники в электрических сетях вызывают нагрев фазных проводов, обмоток трансформаторов, электродвигателей, также приводят к ложному срабатыванию автоматических выключателей, реле контроля напряжения. Вызывают асимметрию напряжения в трёхфазных электрических сетях. Также не стоит забывать о преждевременном износе изоляции. Виной появления гармоник служит растущая в наше время нелинейная нагрузка. В системе тягового электроснабжения основным источником высших гармоник является электроподвижной состав.

Посты ЭЦ относятся к потребителям электроэнергии I категории и должны обеспечиваться питанием от двух независимых взаимно резервируемых источников. Перерыв их энергоснабжения может быть допущен лишь на время автоматического ввода резервного питания. Это время должно быть минимальным, не более 1,3 с.

На данный момент электроснабжение постов ЭЦ осуществляется по классической схеме от тяговой обмотки 27,5 кВ. Основным источником является высоковольтная линия 10 кВ, резервом выступает линия ДПР. Так как питание неразрывно связано с тяговой обмоткой трансформатора, то все искажения напряжения в контактной сети пагубно влияют на качество электроэнергии постов ЭЦ.

Чтобы не допустить выхода оборудования из строя на входе поста МПЦ устанавливаются реле напряжения типов РКН или РНПП, которые осуществляют:

- контроль допустимого уровня действующего значения фазного или линейного напряжения;
- контроль правильного чередования фаз и отсутствия их слипания;
- контроль полнофазности и симметричности сетевого напряжения с регулируемой уставкой по перекосу фаз;
- контроль состояния силовых контактов магнитного пускателя до и после включения нагрузки;
- отключение нагрузки 380В/50 Гц путем размыкания цепи питания катушки магнитного пускателя (коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока) при возникновении условий для срабатывания с заданным временем срабатывания;

- контроль качества сетевого напряжения после отключения нагрузки и автоматического включения ее после восстановления параметров напряжения с заданным временем автоматического повторного включения.

Данные поста ЭЦ Криво взяты из Дорожной электротехнической лаборатории свидетельствуют о превышении значений коэффициентов гармонических составляющих напряжения по 9,15,19,21 гармоникам. Данные сведены в таблицу 1.

Значение коэффициента гармонической составляющей 9 гармоники превышает нормативное в 1,3 раза, 15 гармоники в 4 раза, 19 гармоники в 1,4 раза, 21 гармоники в 8 раз.

Таблица 1 – Значения коэффициентов гармонических составляющих напряжения по фазам

Номер гармоники	Фаза А, %	Фаза В, %	Фаза С, %	Нормативное значение, %
9	1,1	2	1,7	1,5
15	0,5	1,2	0,8	0,3
19	1,4	2,1	1,6	1,5
21	0,9	1,6	1,5	0,2

Данные превышения приводят к срабатыванию входного контрольного реле поста ЭЦ, и в результате питание осуществляется от аккумуляторной батареи. В качестве решения данной проблемы предлагаются следующие способы борьбы с высшими гармониками [1].

Первый способ. Для исключения влияния тяговой нагрузки на линию автоблокировки осуществить перевод питания на третью нетяговую обмотку силовых трансформаторов. Если установить третий понижающий трансформатор ТСН-3, подключаемый к нетяговой обмотке 10кВ или 35кВ и сфазированный с существующими трансформаторами ТСН-1; ТСН-2, то схема питания ВЛ СЦБ и фазировка не нарушается. При этом прибавляется независимый резерв электропитания собственных нужд подстанции. Данный способ уже используется на станциях в Мариинске, Тяжине и Каштане. Схема после модернизации представлена на рисунке 1.

Второй способ. Установка на входе поста ЭЦ пассивного фильтра высших гармоник. Пассивный фильтр гармоник является одним из главных видов фильтрокомпенсирующих устройств, обеспечивающей ослабление высших гармоник генерируемых нелинейной нагрузкой. Главными достоинствами пассивных фильтров считаются простота и экономичность. Они не требуют постоянного обслуживания, а также могут обеспечивать одновременно подавление гармоник и коррекцию коэффициента мощности [2].

Фильтр может устанавливаться как параллельно, так и последовательно нагрузки, количество звеньев равно количеству подавляемых гармоник данной электрической цепи. Последовательная установка приемлема при небольшой нагрузке, иначе фильтр будет громоздким как в размере, так и в цене. При параллельном включении фильтров на входе поста МПЦ каждое звено настраивается на частоту определенной гармоники (резонансный режим) и обладая низким сопротивлением на данной частоте, замыкает ток гармоники на себя [3].

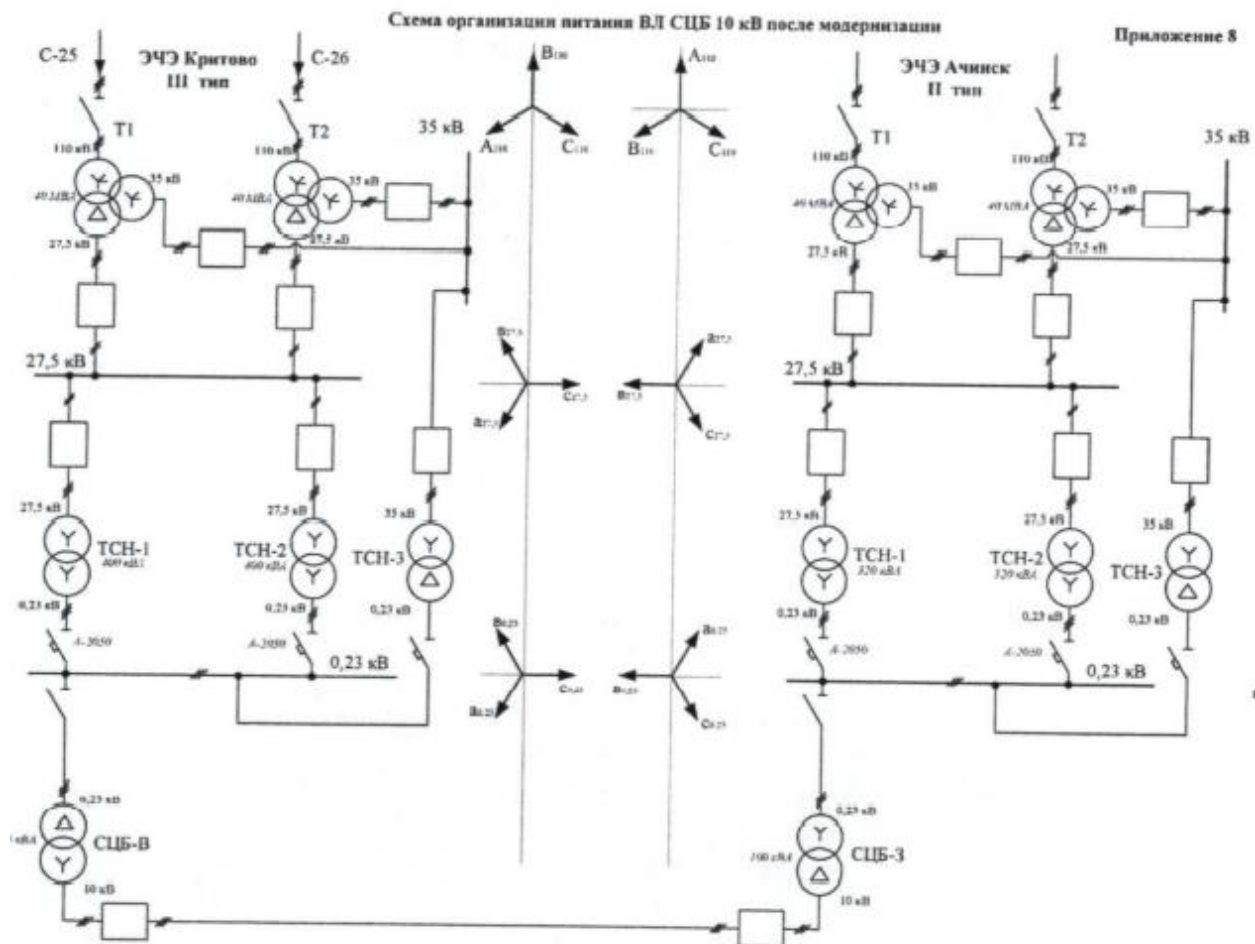


Рисунок 1 – Схема организации питания ВЛ СЦБ 10 кВ после модернизации

Список использованных источников

1. ГОСТ 32144 – 2013. Нормы качества электрической энергии в системах общего назначения. – М.: ООО "ЛИНВИТ" и ТК "Электромагнитная совместимость технических средств" 2014 г. – 39 с.
2. Жежеленко, И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И. В. Жежеленко. – М.: Энергоатомиздат, 2000 г. – 331 с.
3. Шидловский, А. К. Высшие гармоники в низковольтных электрических сетях / А. К. Шидловский, А. Ф. Жаркин. – Киев: Наукова Думка, 2005 г. – 211 с.

УДК 004.415.2

ГРНТИ 50.05.15

ОБЗОР НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МЕТОДА ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Д.С. Иванов

*студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: А.Р. Христинич

канд. техн. наук, доцент КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация: метод газоразрядной визуализации является молодым и перспективным направлением развития науки. Он позволяет проводить диагностику различных объектов биологического и неорганического происхождения, необходимые для анализа подсистем человека и прогнозирования естественных процессов.

Ключевые слова: Метод Газоразрядной Визуализации, программно-аппаратный комплекс, эффект Кирлиан, ГРВ-графия.

META-ANALYSIS OF THE GAS-DISCHARGE VISUALIZATION METHOD

D.S. Ivanov

*student of the specialty 23.05.05 Train traffic support systems,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: A.R. Hristinich,

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Annotation. The method of gas-discharge visualization is a young and promising direction in the development of science. It allows you to diagnose various objects of biological and inorganic origin, necessary for the analysis of human subsystems and the prediction of natural processes.

Keywords: Gas-discharge visualization method, software and hardware complex, Kirlian effect, GDV-graphy.

Введение

Метод ГРВ - это компьютерная регистрация и анализ газоразрядного свечения, вызванных любыми природными объектами, помещенных в электромагнитное поле высокой напряженности с усилением в газовом разряде. Данный метод ГРВ, основан на эффекте Кирлиан и разработан профессором, доктором технических наук К. Г. Коротковым. Эта методика получила обширное распространение практически во всех сферах жизнедеятельности человека и во

многих областях её возможности оказались уникальными.

Чтобы понять масштабы, которые охватывает метод ГРВ, необходимо провести мета-анализ данного направления науки. Анализ проводился среди различного рода статей, написанных на разные тематики. В таблице 1 рассмотрены ключевые области исследований и подведён вывод по 83 статьям взятых из общедоступных источников.

Таблица 1 – Результаты исследования

Область действия человека	Исследуемый объект	Кол-во статей по области действия человека
Биология [1]	Семена Phalaroides arundinacea	9
	Лиственные породы: Черёмуха – берёза, ива – осина, ольха	14
	Яровая пшеница сортов Эстер и Тризо, озимая пшеница сортов Инна, Московская 56, ячмень сортов: Ленинградский, Суздалец, Батка, овес сорта Привет	14
	Зёрна мягкой яровой пшеницы сорта Дарья	14
	Зерно яровой мягкой пшеницы	8
	Кора и древесина стебля однолетнего побега	14
	Фотоэлектронная эмиссия	14
Биометрия [2]	Человеческие части тела	2
Измерительные приборы [3]	Проводящие жидкости (электролиты)	4
	Исследования и анализ газоразрядного свечения	4
	Метод ГРВ	4
Медицина [4]	Организм/ общее состояние человека	18
	ЭМП сотовых телефонов	9
Сейсмология	Землетрясения	1
Социальная сфера [5]	Биосистемы	5
Физика [6]	Движение электронов	4
	Проводник произвольного сечения, палец человека	3
	Объекты природной среды	12
	Прохождение электронов в водных растворах жидких кристаллов низкой концентрации	12
	Человеческий организм	12
	Устройства ГРФ БАТ	1
	Человеческий волос	3
Экология [7]	Окружающая среда	5
Электроника	Полимеры для блока управления манипуляторами	2

Результаты анализа

Рассматривая область биологии, можно проследить некоторую тенденцию, касающуюся охвата статей, а именно большая часть из них исследует проблему селекций различных видов и подвидов растений, используя приборы,

основанные на методе ГРВ. С их помощью можно отделить в период вегетации здоровые образцы от образцов с различными патологиями, вызванные инфекционными организмами и условиями окружающей среды [1, с. 39]. Данный метод является незаменимым и даёт больший процент точности в сравнении с другими. Другая часть публикаций связана с фотоэлектронной эмиссией. Они описывают возможные физиологические и биофизические механизмы, вовлеченные в процесс формирования, стимулирования фотоэлектронной эмиссии органических веществ. Исследования в этом направлении, с точки зрения ГРВ, требует дальнейшего изучения.

Отдельным подпунктом можно вынести область биометрии. Она решает задачи идентификации личности с помощью метода ГРВ. Данный подход раскрывает его уникальные возможности, и позволяет целесообразно применять метод по назначению, и требует дальнейшего рассмотрения, поскольку на эту тематику написано мало материала.

Область, изучающая измерительных приборы, позволяет проводить исследование с помощью ГРВ-графии особенности характеристик проводящих жидкостей (электролитов), а также исследовать суть самого метода, проводя черту над использованием программно-аппаратными комплексами ГРВ, которые нашли практическое применение во многих сферах жизнедеятельности человека.

Область медицины является довольно обширной, охватывающая весь человеческий организм. ГРВ-графия позволяет объективно оценить состояние здоровья в целом, и выделить определенные органы и системы, вовлеченные в патологический процесс [2, с. 3]. Изучение данной области является более приоритетной среди других отраслей.

Раздел сейсмологии при помощи программно-аппаратного комплекса ГРВ позволяет делать естественный прогнозы сейсмической активности в сейсмоопасных районах. Эта область является не полностью раскрытой и требует дальнейшего изучения.

Область социальной сферы делает сравнительную оценку комфортности среды человека и позволяет стандартизировать, при помощи методики ГРВ-визуализации в пакете с другими методиками, этически обусловленные нормы для решения мирового вопроса, способствуя повышению комфортности среды, снижению уровня стресса и улучшению качества жизни населения.

В разделе физики, при помощи программно-аппаратного комплекса ГРВ, появляется возможность: моделировать прохождение электронов, индуцированных электрическим полем в водных растворах различной концентрации и свойств; моделировать распределение плотности тока в сложном неоднородном проводнике; оценивать воздействия на человека

электромагнитного излучения сверхвысокой частоты; моделировать параметры электрического поля; изучать структурные свойства воды.

Область экологии позволяет, при помощи ГРВ метода, производить качественную оценку состояния окружающей среды, анализировать осадочные и горные породы, а также железные руды на предмет их наличия.

Заключение

Как видно, в ходе исследования метод ГРВ используется в различных проявлениях науки. Он охватывает основные области действия человека, таких как биология, медицина, психология, физика, химия и малые области: биометрия, сельское хозяйство, селекционирование, сейсмология и другие. Положительная тенденция обусловлена универсальностью, практичностью использования, не требующего квалифицированного персонала, доступностью метода, удобством, ясностью получаемого материала.

Подводя итоги, можно отметить, что метод ГРВ в рамках современной жизнедеятельности имеет перспективу дальнейшего исследования в различных направлениях. В частности, программно-аппаратный комплекс ГРВ имеет возможные пути развития в железнодорожной промышленности, которая включает в себя: электронику; системы автоматического управления; автоматику, телемеханику и связь; оборудование и аппаратуру электроустановок; дискретные устройства; материаловедение.

Список использованных источников

1. Мусаев Ф.Б., Потрахов Н.Н., Архипов М.В. Рентгенография семян овощных культур // - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. - 207 с
2. Яковлева Е.Г. Диагностические возможности метода ГРВ-биоэлектрографии // – 2013. – С. 1-8
3. Москалец, П.В. Медицина труда, сокращение травматизма по причине стресса работников в строительном кластере. / П.В. Москалец, Д.Р. Жанабергенова, И.В. Ерёмина / Образование и наука в современном мире. Инновации. № 2, 2016 Пенза: ПГУАС, 2016 – с. 73-873.
4. Шипко М.Н., Сибирев А.Л., Тихонов А.И., Игошин И.П. Особенности полевой электронной эмиссии упорядоченных водных растворов. / Шипко М.Н., Сибирев А.Л., Тихонов А.И., Игошин И.П. // Высоковольтные электроэнергетика, электротехника и электрофизика. Иваново 2017 – С. 73-76.

УДК 656.22.37

ГРНТИ 73.29.71

ПРИМЕНЕНИЕ SPLIT- СЧЕТЧИКОВ В АСКУЭ РОЗНИЧНОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОАО «РЖД»

А.В. Колотов

студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: А.Г. Туйгунова

доцент, канд. техн. наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Потери электрической энергии неизбежны, они складываются из технических потерь и коммерческих потерь. Основной задачей сетевой организации (ОАО «РЖД» имеет статус сетевой организации) является минимизация коммерческих потерь, связанных в первую очередь с хищением электрической энергии в частном секторе. В данной статье приведена реализация учета электрической энергии с использованием split-счетчиков CE-208, CE-308, CE-901 RUP-02.

Ключевые слова: электроэнергия, прибор учета, split-счетчик, коммерческий учет, реализация, потери.

APPLICATION OF SPLIT-METERS IN THE ASKUE OF THE RETAIL ELECTRICITY MARKET OF JSC "RUSSIAN RAILWAYS"

A.V. Kolotov

student of specialty 23.05.05 Train traffic support systems, Krasnoyarsk Railway Transport

Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.G. Tuigunova

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute,

branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. Losses of electrical energy are inevitable, they consist of technical losses and commercial losses. The main task of the network organization (JSC "Russian Railways" has the status of a network organization) is to minimize commercial losses associated primarily with the theft of electric energy in the private sector. This article presents the implementation of electric energy metering using split meters CE-208, CE-308, CE-901 RUP-02.

Keywords: electricity, metering device, split-meter, commercial accounting, sales, losses.

Бесконтрольный расход любого вида энергии, в условиях бережливого производства недопустим. Для правильного учета электрической энергии необходимо соблюдение точности, одновременности, надежности снятия показаний со всех приборов учета, входящих в балансную группу. Разработка датчиков импульса и электронных приборов учета предшествовала появлению

первого поколения автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Первые системы были разработаны в 1974 г. в Белоруссии назывались информационно-измерительные системы учета и контроля электроэнергии.

На данный момент в ОАО «РЖД» функционируют три вида АСКУЭ: АСКУЭ оптового рынка; АСКУЭ железнодорожных узлов; АСКУЭ розничного рынка. Различие их в применяемом виде оборудования. Автоматизированная система коммерческого учёта электрической энергии представляет из себя трехуровневую систему:

- первый уровень включает интеллектуальные приборы учета, которые непрерывно измеряют параметры сети, хранят данные и передают их на следующий уровень по радиосвязи или посредством PLC связи;
- второй уровень включает устройства сбора и передачи данных, которые опрашивают приборы учета согласно заданного графика опроса и передают данные по GSM связи на следующий уровень;
- третий уровень включает в себя главное устройство сбора данных. С рабочего места оборудованного ПК с программным обеспечением производится опрос приборов учета (текущие показания – уровень напряжения сети, токовые нагрузки, часы максимума и другие).

Способность автоматизированной системы снимать показания с приборов учета в одно время, позволяет составлять детальный баланс приема и отпуска электрической энергии по балансным группам. В балансную группу входят подстанции, фидера, потребители. При составлении баланса по фидерам, АСКУЭ дает возможность выделить питающий фидер с максимальными потерями, а при составлении баланса по подстанции, выделить подстанцию с максимальными потерями.

Эффективность внедрения АСКУЭ рассмотрим на примере трансформаторной подстанции ТП-1 ст. Филимоново принадлежащей Иланской дистанции электроснабжения ЭЧ-5.

Характеристика трансформаторной подстанции: ТП-1 400 кВА 10/0,4 кВ питается от ЗРУ-10 кВ ТПС-14 «Филимоново». Характеристика потребителей подключенных от трансформаторной подстанции: физические лица, частный сектор (92 абонента); индивидуальные предприниматели (2 абонента); бюджетные организации (1 абонент); собственное потребление ОАО РЖД (6 точек учета). На вводах 0,4 кВ трансформаторной подстанции производится учет электрической энергии и сравнивается с расходом электрической энергии по вышеперечисленным абонентам, составляется баланс. До внедрения АСКУЭ расчетные приборы учета были установлены в жилых домах и в магазинах. При таких условиях существуют следующие недостатки: у абонента есть возможность влиять на показания индивидуального прибора учета путем воздействия магнита

на счетный механизм, подключения электрической нагрузки до счетчика; для снятия показаний с прибора учета контролеру необходимо физически приблизиться к счетчику, что не всегда осуществимо.

В таблице 1 приведены данные баланса по зимнему месяцу с низкими температурами окружающей среды.

Таблица 1 – Баланс приема и отпуска электрической энергии за январь 2019

Г.

Отпуск по вводам 0,4 кВ, кВт ч	Реализация по всем точкам учета, кВт ч	Потери эл. энергии, кВт ч	Потери эл. энергии, %
82080	57088	24992	30,45

Как видно из таблицы 1 потери составили 30,45% при нормированных потерях 15%. Очевидно, что в зимний период потребитель (население) использует отопительные приборы, поскольку в летний период потери электроэнергии значительно меньше.

АСКУЭ на трансформаторной подстанции было смонтировано в октябре 2019 года. Характеристика оборудования АСКУЭ:

– приборы учета split (расщепленные) 1фазные СЕ 208 и 3фазные СЕ 308.

Конструктивно счетчик разделен на две составляющие: измерительный блок и индикаторное устройство СЕ 901 RUP-02;

– концентратор приема и передачи данных.

Структурная схема АСКУЭ приведена на рисунке 2.

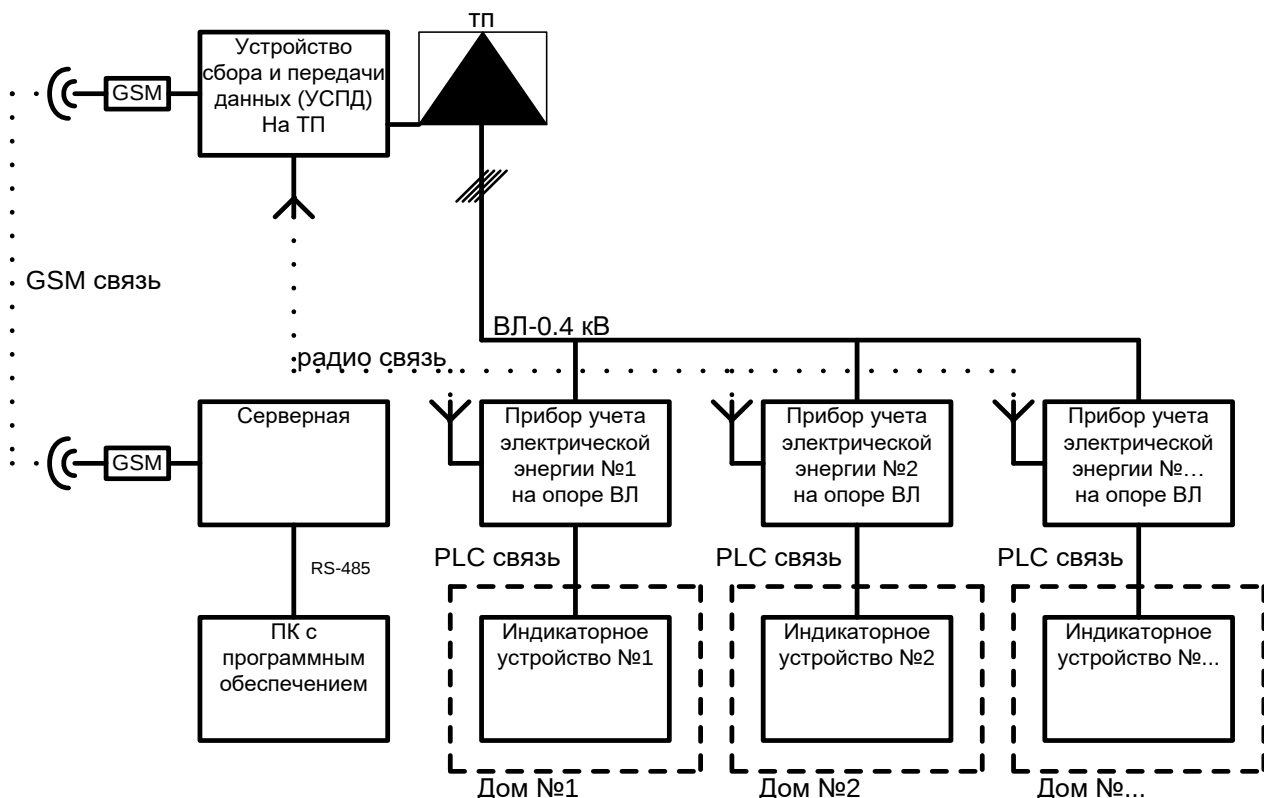


Рисунок 2 – Структурная схема АСКУЭ

Баланс электрической энергии после внедрения АСКУЭ за январь 2020 года приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Баланс электрической энергии за январь 2020 г.

Отпуск по вводам 0,4 кВ, кВт ч	Реализация по всем точкам учета, кВт ч	Потери эл. энергии, кВт ч	Потери эл. энергии, %
57360	54598	2762	4,8

Как видно из таблицы 2 потери составили 4,8 % при нормативных 15 %. Отпуск по вводам подстанции после внедрения АСКУЭ уменьшился на 24720 кВт·ч, т.е. объем покупки электрической энергии для ОАО РЖД снизился на этот объем. Потери электрической энергии снизились на 22230 кВт ч, что говорит о том, что хищение энергоресурсов полностью прекратилось.

Положительной стороной внедрения АСКУЭ помимо снижения потерь электрической энергии, стало снижение трудозатрат. Для снятия показаний по ст. Филимоново, контролер затрачивал два дня рабочего времени, теперь это выполняет автоматизированная система. На примере трансформаторной подстанции ТП-1, видно, что экономический эффект от внедрения АСКУЭ составляет более 20 тыс. кВт·ч/мес. Только одна подстанция снижает покупку электроэнергии для ОАО «РЖД» около 200 тыс. кВт·ч/год.

В условиях экономической эффективности важным является вопрос снижения потерь электроэнергии, обусловленных хищением электроэнергии, что вызывает повышение технических потерь в связи с перегрузкой линий электропередач, а это является причиной коротких замыканий и, как следствие, возгораний. Поэтому актуальным является внедрение АСКУЭ на тех подстанциях, которые питают частный сектор. Как показывает практика, установка приборов учета АСКУЭ на фасады частных домов не приносит желаемого результата в связи с тем, что потребители вмешиваются в работу счетчиков, подключаются к вводу до прибора учета. Внедрение split-счетчиков является наиболее выгодным вложением для снижения потерь электроэнергии.

Список использованных источников

1. Ожегов, А. Н. Системы АСКУЭ : учебное пособие для вузов / А. Н. Ожегов. – Киров : ВятГУ, 2006. – 102 с.
2. Новое исполнение Split-счетчиков // АО «Энергомера» : официальный сайт. – URL: <http://energomera.ru> (дата обращения 08.04.2021).

УДК 656.2 (470)

ГРНТИ 73.29.75

ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА РОССИИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Н.С. Комендантов

студент специальности 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам), Оренбургский техникум железнодорожного транспорта – структурное подразделение Оренбургского института путей сообщения – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения»

Научный руководитель: Т.К. Острикова

преподаватель высшей категории, Оренбургский техникум железнодорожного транспорта – структурное подразделение Оренбургского института путей сообщения – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения»

Аннотация. В данной статье исследованы транспортные пути России и перспективы их выхода на мировой рынок транспортных услуг. Проведен анализ наиболее перспективных направлений развития различных видов транспорта.

Ключевые слова: транспортировка в международном сообщении, железнодорожный транспорт, морской транспорт, автомобильный транспорт, рынок транспортных услуг.

THE TRANSPORT SYSTEM OF RUSSIA IN THE WORLD MARKET OF TRANSPORT SERVICES

N.S. Komendantovka is

a student of the specialty 23.02.01 Organization of transportation and management of transport (by type), Orenburg Technical School of Railway Transport - a structural subdivision of the Orenburg Institute of Railways - a branch of the Federal state budgetary educational institution of Higher Education "Samara State University of Railways"

Scientific supervisor: T.K. Ostriкова

teacher of the highest category, Orenburg Technical School of Railway Transport - a structural subdivision of the Orenburg Institute of Railways - a branch of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Samara State University of Railways"

Annotation. This article examines the transport routes of Russia and the prospects for their entry into the world market of transport services. The analysis of the most promising directions of development of various types of transport is carried out.

Keywords: transportation in international traffic, rail transport, sea transport, road transport, transport services market.

Российская Федерация – одно из самых больших государств в мире. Её площадь составляет 17 млн.км². Это говорит о том, что в данной стране роль транспорта является неотъемлемой важной частью экономики государства. В настоящее время в России транспорт -одна из самых сложных структур экономики, так как на большие расстояния и при сложных климатических условиях в разных уголках государства предпочтительнее осуществлять железнодорожным или трубопроводным транспортом.

Структура транспортной системы России подразделяется:

- по характеру использования - на транспорт общего и не общего пользования;
- по характеру взаимосвязи: внутренний, осуществляющий перевозки внутри страны и внешний, осуществляющий международные перевозки;
- круглогодичные и сезонные виды услуг

Трубопроводный транспорт. Наиболее перспективное влияние на всю мировую политику оказывает трубопроводный транспорт. Специфика данного вида транспорта заключается в перекачке огромных объемов грузов на большие, и даже гигантские расстояния при любых погодных климатических условиях в автоматическом режиме. Трубопроводный транспорт нашей страны обеспечивает топливом и углеводородными ресурсами население и промышленность, а так же, целый ряд стран Европы и Азии.

Автомобильный транспорт. Конечно же, самое большое количество перевозок осуществляется автомобильным транспортом, но это все же на короткие расстояния до 1000 километров, или же перевозки в пределах населенного пункта, от магазина к потребителю. Его важной частью является доставка грузов или пассажиров «от двери к двери», но существует ряд факторов, которые негативно сказываются на его использовании- это: высокая стоимость перевозок, зависимость от климатических условий и высокая степень аварийности. Перевозка грузов в международном сообщении крайне неудобна данным видом транспорта, так как протяженность дорог очень большая, экономически невыгодно транспортировка, а также большое значение в автомобильном транспорте играет человеческий фактор.

Железнодорожный транспорт. Роль железнодорожного транспорта решающим образом сказывается на объеме перевозок как внутри страны, так и за её пределами. Погодные климатические условия и большие расстояния не влияют на своевременность доставки грузов и пассажиров. Основную часть составляют, конечно же, грузовые перевозки, для осуществления которых разрабатываются множество разновидностей специального подвижного состава, как грузовых вагонов, так и рефрижераторных крупнотоннажных контейнеров. На сегодняшний день, железные дороги в России являются самым экономичным и быстрым способом доставки на большие расстояния и не имеют прямой

конкуренции на данном виде транспорта. Что касается международных связей, то огромная часть грузов перевозится смешанным железнодорожно-водным сообщением - это говорит о необходимости создания единого транспортного комплекса, позволяющего решать все возникающие проблемы в процессе перевозок. Эту роль берут на себя логистические компании, представляющие весь «пакет услуг» по перевозке грузов, или, в зависимости от пожеланий грузовладельца, какую-либо часть транспортных услуг. Еще одно из «узких мест» - отсутствие или недостаток рефрижераторного подвижного состава и правительственных субсидий на перевозку грузов с восточных регионов нашей необъятной страны в центральные ее районы. Один из примеров, где железнодорожный транспорт мог бы использоваться в более полном объеме - это перевозка рыбной продукции. Из-за дальности перевозки и отсутствия в необходимом количестве подвижного состава свежая рыба, выловленная в морях этого региона, за бесценок продаётся предпринимателям Японии и Китая.

Считаю, что для решения данной проблемы необходимо решить вопрос транспортировки рыбной продукции в Центральную Россию, наладив для этого выпуск соответствующего рода подвижного состава. И именно этот вид продукции стал бы востребованным не только у нас в России, но и за ее пределами. А на сегодняшний день, имея такие запасы рыбы, импортируем ее, причем не самого лучшего качества и за немалые деньги.

В связи с развитием добывающей промышленности в восточных районах нашего государства, необходимо и развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта, причем, опережающими темпами. Исходя из этого, создан проект развития железнодорожного сообщения БАМа и Транссиба, проект создания удобных транспортных коридоров к портам Азовского и Черного морей, формирование современной высокоскоростной сети железных дорог в рамках развития центрального транспортного узла.

Существенное преимущество перевозок грузов железнодорожным транспортом - транзит из стран Юго-Восточной Азии в страны Европы ускоренными контейнерными поездами. Перевозка грузов осуществляется строго по жестким ниткам графика, при обеспечении высокой степени безопасности перевозок. Упор делается на срок доставки грузов, так как это один из факторов, позволяющих РЖД оставаться конкурентоспособным видом транспорта на международном рынке транспортных услуг. Для реализации всех стоящих перед ОАО «РЖД» задач необходимо иметь штат специалистов, которые будут способны обеспечивать их выполнение.

ОАО «РЖД» стремится обеспечивать высокую степень подготовки своих будущих и действующих специалистов. Реализуется программа по оснащению всех учебных заведений специальными тренажерами, на которых будущие специалисты отрабатывают порядок действий по приему, пропуску и

отправлению поездов в режиме нормальной работы устройств СЦБ и при возникновении различного рода неисправностей.

Для отработки навыков по расформированию и формированию поездов применяются тренажёры сортировочного парка «Сортировочная Горка».

Для решения задач по обеспечению безопасности движения поездов молодой специалист должен пройти ряд специальных психологических тестов, которые выявят его профессиональную пригодность в критических нестандартных ситуациях. Данные психологические тесты и экзамены, связанные с правилами технической эксплуатации и обеспечению безопасности движения, проходят и нынешние специалисты ОАО «РЖД».

Морской транспорт. Россия обладает 42 тысячами морских границ, это позволяет нам осуществлять как внутренние и внешние перевозки. Морской транспорт более маневренное в перемещении грузов международном сообщении. Нашей стране большое количество портов, связывающих наши границы с границами других государств. Морской транспорт выполняет в основном перевозки в международном сообщении, а для перевозок внутри нашей страны, существует речной транспорт. Главными речными артериями являются: Волга, Кама, Северная Двина, Енисей, Лена, Обь, Амур. Все эти реки оснащены портами и имеют выходы в моря и океаны. Морской транспорт, как и все виды транспорта, имеет ряд преимуществ и недостатков. В одном он схож с железнодорожным, - обеспечение контейнерных перевозок есть в обоих видах транспорта и выполняются они по строгому плану транспортировки грузов. Учитывая географическое положение Российской Федерации, морской транспорт более востребован в международных перевозках, но в экстремальных ситуациях может служить дополнительным маршрутом перевозки грузов.

В марте текущего года в Суэцком канале было заблокировано движение по причине перекрытия движения по самому загруженному торговому пути мира. Контейнеровоз внушительных размеров, имеющий на борту 18 тысяч контейнеров, полностью перекрыл движение по причине отклонения от заданного курса, возможно из-за поднявшегося ветра. Данное происшествие сказалось на мировой экономике, так как в «пробку» попало около 400 судов. Лишь, спустя неделю, движение по Суэцкому каналу возобновилось. Во избежание и предупреждение подобных случаев в движении по самому большому торговому пути мира, необходимо учесть ряд факторов и разработать план решения данной проблемы: воспользоваться Северным Морским Путём. При этом обеспечится максимальная безопасность от попадания на мель крупнотоннажных контейнеровозов, пропускная способность Суэцкого канала в разы будет разгружена. Российская Федерация при этом получит свою долю от перевозки грузов по этому маршруту.

В данной статье мною рассмотрены основные направления различных видов транспорта Российской Федерации. Проанализировав все преимущества и недостатки перевозок грузов как во внутрироссийском, так и в международном сообщении, я пришел к выводу, что при выполнении всех задач, поставленных руководством государства, транспортная система России сможет занять достойное место на международном рынке транспортных услуг.

Список использованных источников

1. Журнал «Железнодорожный транспорт» 7- 2020; [с.4-7].
2. «Транспортная система России» <https://заводы.рф/publication/transportnaya-sistema-rossii>
3. «Контейнерные перевозки в международном и внутригосударственном сообщении» https://ru.wikipedia.org/wiki/Контейнерные_перевозки

УДК 656.251

ГРНТИ 73.29.86

ОРГАНИЗАЦИЯ АУДИО-ВИДЕО-КОНФЕРЕНЦСВЯЗИ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ CISCO JABBER В СТРУКТУРЕ ОАО «РЖД»

Д.С. Ларченко, С.А. Миклин

студенты специальности «Системы обеспечения движения поездов»,

УрГУПС, Екатеринбург

Научный руководитель: Ю.В. Могильников

Старший преподаватель, УрГУПС, Екатеринбург

Аннотация. В статье проанализирована платформа для аудио-видео-конференцсвязи Cisco Jabber, выявлены все её достоинства и недостатки, проведено сравнение с известными аналогами. Также рассмотрены перспективы развития в будущем.

Ключевые слова: протокол связи, видеоконференция, аудиосвязь, платформа для общения, Cisco Jabber.

ORGANIZATION OF AUDIO-VIDEO CONFERENCING BASED ON THE CISCO JABBER PLATFORM IN THE STRUCTURE OF JSC "RUSSIAN RAILWAYS"

D.S. Larchenko, S.A. Miklin

students of the specialty "Train traffic support systems", UrGUPS, Yekaterinburg

Scientific supervisor: Yu.V. Mogilnikov

Senior Lecturer, UrGUPS, Yekaterinburg

Annotation. *The article analyzes the Cisco Jabber audio-video conferencing platform, identifies all its advantages and disadvantages, and compares it with well-known analogues. The prospects of development in the future are also considered.*

Keywords: *communication protocol, video conference, audio communication, communication platform, Cisco Jabber.*

Cisco – это один из крупнейших производителей телекоммуникационного оборудования и ПО. В 2008 году Cisco приобрела компанию Jabber и началось производство большого количества разнообразных устройств, такие как: маршрутизаторы, коммутаторы, платформы оптической коммутации, устройства сетевой безопасности и др.

Cisco Jabber – это корпоративный мессенджер, который поддерживает видео и аудио звонки, сервисы отправки коротких сообщений, групповые и персональные адресные книги с отображением «присутствия» абонента.

Данный мессенджер удобен для корпораций, поскольку очень прост в использовании и позволяет без каких-либо проблем установить связь с нужным человеком. Система покажет, доступен ли данный человек для контакта или нет. Главный плюс заключается в том, что используемое удаленным сотрудником устройство связи не имеет значения, так как данный продукт мультиплатформенный. Он отлично взаимодействует с большинством программ, предназначенных для связи через интернет, благодаря протоколу передачи данных XMPP [1].

На данный момент самым востребованным вариантом использования Cisco Jabber остается корпоративное применение. Так же с помощью Jabber можно осуществлять контроль за различным оборудованием. Компания Cisco обеспечивает качественную связь внутри рабочих групп с высокой степенью безопасности, позволяет организовывать удаленные совещания и вовремя доводить информацию до всех сотрудников. Далее мы рассмотрим аудио-видео-конференцсвязи на базе платформы Cisco Jabber [2].

Аудиоконференцсвязь (АКС) – это разновидность конференции, селекторное совещание между тремя и более участниками с помощью каналов связи.

Видеоконференцсвязь (ВКС) — это разновидность конференции интерактивного взаимодействия двух и более удаленных абонентов, при которой между ними возможен обмен, как аудио, так и видеоинформацией в реальном масштабе времени с учётом передачи управляющих данных.

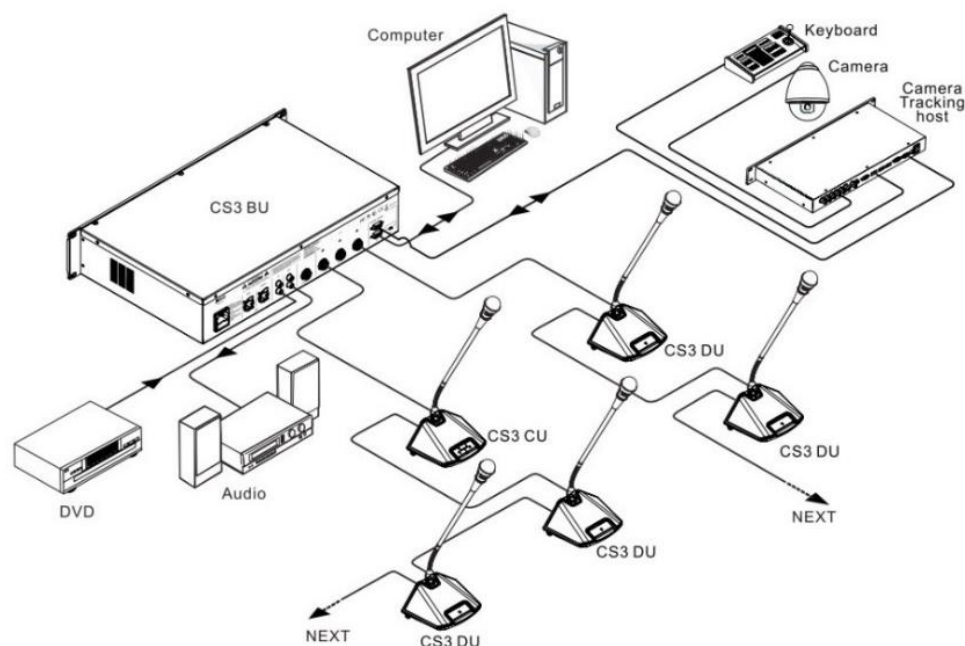


Рисунок 1 – Аудио-видео-конференцсвязи

После внедрения данной платформы в структуру ОАО «РЖД» были получены определенные преимущества, но также были свои недостатки, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки

Преимущества	Недостатки
Высококачественная видеосвязь	Бессмысленный расход трафика. Информация передаваемая по сети с помощью XMPP – протокола, предоставляет данные о присутствии пользователя
Простая и удобная платформа для конференц-связи	Из-за механизма передачи файлов, оказывается очень большая нагрузка на серверы Jabber
Множество возможностей для пользователей (подключения несколькими способами)	
Протокол XMPP открыт для разработчиков программного обеспечения	
Каждый сервер защищен шифром, передача данных становится безопасней	
При помощи сетевого транспорта платформа расширяется	

Далее мы проведем сравнение с аналогичной платформой WebEx.

Преимущество Jabber перед WebEx

Приложение Jabber предоставляет статус доступных пользователей.

С помощью Jabber можно отвечать на звонки со своего рабочего места.

С помощью этой платформы можно незамедлительно отправить сообщение.

Так же доступен групповой чат.

Рабочий стол может быть задействован совместно с другим пользователем.

С помощью скриншота мы можем отправить свой экран любому пользователю Jabber.

Преимущество WebEx перед Jabber

Функция совещаний группы в WebEx превосходит возможности Jabber, данное приложение имеет преимущества в виде высококачественного звука, видео высокой четкости и возможности обмена файлами.

С помощью платформы WebEx конференцсвязи упрощаются, поскольку до и после совещания мы можем управлять документами, записями.

Приложение позволяет создавать встречи «лицом к лицу» в любое удобное время. Благодаря этому повышается эффективность принятия решений.

Во время совещания активный пользователь будет отображаться в центре мобильного телефона, либо настольного компьютера.

Главное отличие Cisco Jabber от WebEx заключается в том, что WebEx имеет хорошие функции для видеоконференцсвязи, а Jabber подходит более для аудиоконференцсвязи.

Jabber — это свободная альтернатива WhatsApp и другим мессенджерам, но Cisco Jabber более удобен для структуры ОАО «РЖД».

Список использованных источников

1. Андрончик А.Н., Коллеров А.С., Синадский Н.И., Щербаков М.Ю. Сетевая защита на базе технологий фирмы Cisco Systems. Издательство Уральского университета, 2014. 182 с.
2. Ермаков А.Е. Основы конфигурирования корпоративных сетей Cisco. Издательство. ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2013. 249 с.
3. Разница между Cisco Jabber и WebEx : Официальный сайт URL: <https://ru.strephonsays.com/cisco-jabber-and-vs-webex-2794> (дата обращения 16.04.2021)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В Ж.-Д. ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ПРЕЦЕДЕНТНОМ ПОДХОДЕ

М. П. Лыкова

студент направления «Прикладная информатика», СГУПС, г. Новосибирск,

Научный руководитель: А. А. Уланов

доцент, канд техн наук, СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. В данной работе описан прецедентный подход и действие экспертных систем. Целью работы было изучить прецедентный подход и экспертные системы. Также было необходимо оценить возможность их совместного использования в деятельности ОАО РЖД. В статье использован метод сбора и анализа информации, предложены свои выводы. Также перечислены примеры использования экспертных систем в экономике на примере деятельности ОАО РЖД. Экспертные системы на основе прецедентного подхода могут стать прекрасным дополнением к существующим.

Ключевые слова: экспертные системы, прецедентный подход, экономика, РЖД, технологии.

THE USE OF EXPERT SYSTEMS IN THE RAILWAY, BASED ON A CASE-BASED APPROACH

M. P. Lykova

student of the direction "Applied Informatics", SSUPS, Novosibirsk,

Scientific supervisor: A. A. Ulanov

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, SSUPS, Novosibirsk

Annotation. This paper describes the precedent approach and the operation of expert systems. The aim of the work was to study the case-based approach and expert systems. It was also necessary to assess the possibility of their joint use in the activities of Russian Railways. The article uses the method of collecting and analyzing information, offers its conclusions. Examples of the use of expert systems in the economy are also listed on the example of the activities of JSC Russian Railways. Expert systems based on a case-based approach can be an excellent addition to existing ones.

Keywords: expert systems, precedent approach, economics, Russian Railways, technologies.

Экспертные системы (ЭС) — это компьютерные системы, которые предназначены для частичной замены специалиста-эксперта в разрешении

проблемной ситуации. По сути – это программа, которая может накапливать знания экспертов и использовать их в дальнейшем для обеспечения высокоэффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области. В основе ЭС лежит база знаний (БЗ) о предметной области, которая способна накапливаться в процессе построения и эксплуатации ЭС.

Основным достоинством таких систем является умение накапливать знания и хранить их долгое время. К решению каждой задачи такие системы подходят объективно, это улучшает качество проводимого анализа. Экспертные системы могут решать задачи, требующие обработки большого количества знаний методом перебора, и при этом свести вероятность ошибки к минимуму. [1]

Одно из перспективных направлений развития в области искусственного интеллекта является процесс получения правдоподобных суждений на основе уже имеющейся накопленной информации. Повторное использование информации (опыта решения схожих задач) позволяет уменьшить время, затрачиваемое на решение новой проблемы, улучшить качество принимаемого решения. Существует ряд подходов к принятию решений на основе правдоподобных рассуждений, включая принятие решения на основе индукции, абдукции, аргументации, аналогии, прецедентов. Реализация этих подходов позволяет разрабатывать разнообразные интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

Одним из известных подходов к решению новых задач является выработка решения на основе прецедентов (ранее накопленного опыта решения похожих задач).

Прецедентный подход (Case-based reasoning) – это процесс (методология) решения проблемы через использование и возможную адаптацию уже имеющихся решений подобных проблем, которые возникали ранее. Прецедентный подход позволяет упростить процесс принятия решений в условиях ограниченного времени и при наличии различного рода неопределенности в исходных данных и экспертных знаниях, а также в случае возникновения различных аварийных (аномальных) ситуаций.

Суть подхода в том, что знания по решению определенных задач накапливаются в системе и, если происходит подобная проблема, то решается она намного быстрее, чем в первый раз. Подход базируется на понятии прецедент — случай или событие, имевшее место в прошлом и служащее примером или основанием для последующих действий в настоящем. В основном прецедент включает в себя описание ситуации и алгоритм тех действий, которые привели к решению проблемы. [2]

CBR-системы, основанные на прецедентном подходе, уже активно используются в разных сферах жизни человека (медицина, юриспруденция, техника и тд). Также прецедентный подход начали активно применять в

динамических информационных системах, в системах экспертного диагностирования, в информационных системах поддержки принятия решений, системах машинного обучения, при решении задач прогнозирования, обобщения накопленного опыта, поиска решения в малоизученных предметных областях и др.

Есть несколько примеров того, как экспертные системы применяются в ЖД:

Экспертная система Северо-Муйского тоннеля (ЭС СМТ) была разработана для Восточно - Сибирской железной дороги и является частью системы поддержки эксплуатации, осуществляя высококвалифицированную интеллектуальную помощь специалистам, обслуживающим тоннель.

Программный комплекс, является результатом сотрудничества с [Сибирским государственным университетом путей сообщения](#), КТИ вычислительной техники СО РАН, КТИ геологического и экологического приборостроения СО РАН.

Экспертная система обеспечивает: использование качественной информации для принятия решений по вопросам эксплуатации, сгенерированной на основе экспертных знаний; количественную информацию, позволяющую экстраполировать поведение объекта управления (СМТ).

Назначение и основные функции данной экспертной системы:

- Накопление и обобщение опыта эксплуатации объекта: опрос экспертов (инженеров-технологов, мастеров, рабочих) и представление их знаний в форме, пригодной для ввода в базу знаний; анализ базы знаний с целью обобщения знаний.

- Мониторинг состояния системы. Предполагает реализацию цикла просмотра состояния всех подсистем с целью выявления опасных тенденций и выдачи советов по недопущению этих ситуаций.

- Диагностика неисправностей и рекомендации по их устранению.

- Предсказание аварийных и чрезвычайных ситуаций. Советы по недопущению этих ситуаций.

- Управление объектом на верхнем уровне с целью поддержания его в гомеостатическом состоянии. Это предполагает поддержание основных технологических показателей объекта (климатические, конструкционные, эксплуатационные и др.) в заданных интервалах.

Как видно из описания основных функций работы данной системы и приведённого выше описания прецедентного подхода можно сделать вывод, что такой подход прекрасно подошел бы для проектирования подобных экспертных систем. Знания экспертов в области аварийных ситуаций и способов их решения легли бы в основу базы прецедентов. На основе нее система сможет принимать решения, быстро анализируя и выдавая алгоритм действия в подобных или таких же ситуациях. [3]

2) Одной из самых важных задач на ЖД является необходимость в постоянной диагностике и мониторинге реального технического состояния ЖД инфраструктуры. В настоящий момент все обследования, инспекции и т. д. не могут обеспечить оперативное получение достоверных и достаточных знаний о реальном техническом состоянии путей и иных конструкций. Для полноценного и постоянного контроля за такими объектами необходима система, которая на основе имеющихся у нее знаний могла бы спрогнозировать дальнейшее изменение состояния конструкции под влиянием различных воздействий. Сейчас уже существует такая система, которая называется «Интеллектуальная система контроля напряженно-деформированных состояний» (ИСКНДС), она разрабатывается в Ростове. Система оснащена датчиками, которые передают основные данные об объектах. Это могут быть датчики вибрации, потока газа, температуры, освещенности и т.д. Все эти данные собираются и передаются эксперту, для дальнейшей обработки и анализа состояния. Решения, принимаемые экспертом, носят интуитивный характер, они основаны на знаниях и опыте человека.

На такой экспертной системе тоже можно применить прецедентный подход. Базу знаний составят знания нескольких экспертов и специалистов, а не одного. Можно внести в систему оптимальные данные для каждого датчика. Также задать, что делать, если значения одного или нескольких датчиков выходит за грань. В систему нужно внести четкие алгоритмы действий при той или иной ситуации. Тогда, при возникновении неисправностей, система будет сама анализировать все возможные аварийные ситуации и выдавать решение проблемы. Если же прецедентов таких еще не было, то система выдаст похожие случаи, а эксперты уже определит алгоритм действий. После решения проблемы прецедент будет внесет в базу и дополнит ее на будущее.

Применение подобных систем для анализа ЖД объектов может в значительной мере снизить вероятность аварий. Все неисправности система будет видеть заранее и сразу же выдавать алгоритм для их исправления. А если все-таки произошла аварийная ситуация, то система сможет быстро найти прецедент из базы и выдать алгоритм решения.

Также такие системы можно использовать для обучения молодых специалистов. Система будет моделировать аварийную ситуацию из базы прецедентов, а специалисты должны будут быстро найти решение. Система сможет проанализировать их решение.

Список использованных источников

1) Экспертные системы: назначение, область применения [Электронный ресурс] // URL: <https://megaobuchalka.ru/3/12946.html> (дата обращения: 16.10.20)

- 2) Введение в метод рассуждений по прецедентам [Электронный ресурс] // URL: http://systematy.ru/articles/vvedenie_v_metod_rassujdeniy_po_pretsedentam (дата обращения: 18.10.20)
- 3) Экспертная система СМТ для Восточно-Сибирской железной дороги [Электронный ресурс] // URL: <http://vgroup.ru/SMT> (дата обращения: 19.10.20)

УДК 656.22 : 004.41

ГРНТИ 73.29.81

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПОКООРИНАТНОГО СПУСКА

Д.С. Майорова

Студент 3 курса, факультета ФБИ по направлению «Прикладная информатика на транспорте», СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: Т.С Зайцева

ст. преподаватель, кафедра «Системный анализ и управление проектами», СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. *Целью данной статьи является описание и реализация метода покоординатного спуска. Реализация метода будет осуществляться с помощью написания программного обеспечения, основываясь на аналитическое и теоретическое решение транспортной задачи. Программное обеспечение должно быть оформлено максимально просто и понятно для пользователя, оно не должно содержать лишних деталей. Для пользователя должна быть написана инструкция для работы с данным ПО.*

Для изучения метода покоординатного спуска решения задач данным методом и изучение непосредственной дисциплины нужны основы знаний из курсов алгоритмизации и программирования, линейной и векторной алгебры, математического анализа, аналитической геометрии, линейного программирования.

Суть метода состоит в том, что производится раздельная оптимизация в соответствии с параметрами функций: один из параметров является изменяемым, а оставшиеся фиксируются при определенных значениях; потом изменяемым становится следующий параметр, а предшествующий берет на себя значение, полученное при предыдущей оптимизации. Процесс не прекращается вплоть до окончания перебора всех параметров. Метод простой во осуществлении и результативен для малого числа параметров.

Ключевые слова: *Метод покоординатного спуска, алгоритм метода, транспортная задача.*

SOFTWARE FOR SOLVING TRANSPORT PROBLEMS BY THE METHOD OF COORDINATE DESCENT

D.S. Mayorova

student, Faculty of FBI in the direction of "Applied informatics in transport", SSUPS, Novosibirsk

Scientific supervisor: T.S. Zaitseva

Senior lecturer, Department of "System Analysis and Project Management", SGUPS, Novosibirsk

Annotation. The purpose of this article is to describe and implement the method of coordinate descent. The implementation of the method will be carried out by writing software based on the analytical and theoretical solution of the transport problem. The software should be designed as simple and understandable as possible for the user, it should not contain unnecessary details. Instructions for working with this software should be written for the user.

To study the method of coordinate descent of solving problems by this method and the study of the direct discipline, you need the basics of knowledge from the courses of algorithmization and programming, linear and vector algebra, mathematical analysis, analytical geometry, linear programming.

The essence of the method is that separate optimization is performed in accordance with the parameters of the functions: one of the parameters is changeable, and the remaining ones are fixed at certain values; then the next parameter becomes changeable, and the preceding one takes over the value obtained during the previous optimization. The process does not stop until the end of the iteration of all parameters. The method is simple to implement and effective for a small number of parameters.

Keywords: Coordinate descent method, method algorithm, transport problem.

Алгоритм метода покоординатного спуска может быть продемонстрирован последующими этапами.

1. Задают начальную точку поиска $A_0(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$.

2. Устанавливают направление поиска; в случае если варьируется переменная x_1 , то $\bar{p}_1 = \{1, 0, 0, \dots, 0\}$.

3. Совершают первый шаг в направлении $\bar{p}_1: x_1^1 = x_1^0 + \lambda_1^0 e_1$. Значение λ_1 , выбирают способом удвоения или минимизацией функции $f(x_1^0 + \lambda_1 e_1, x_2^0, x_3^0, \dots, x_n^0)$ по λ_1 . Если аналитическое выражение целевой функции достаточно простое, для выбора λ_1^0 можно использовать условие:

$$\frac{df}{d\lambda_1} = 0$$

4. После установления положения минимума по координате x_1 осуществляют шаг в направлении $\bar{p}_2 = \{0, 1, 0, \dots, 0\}$. $x_2^1 = x_2^0 + \lambda_2^0 e_2$. Значение λ_2 , находят, минимизируя функцию $f(x_1^1, x_2^0 + \lambda_2 e_2, x_3^0, \dots, x_n^0)$ по λ_2 и так далее.

5. Поиск завершают при выполнении условия:

$$\max_i |x_i^{k+1} - x_i^k| \leq \varepsilon \quad (15)$$

В представленной блок-схеме (рисунок 1) для наглядности продемонстрирован алгоритм, описанный выше.

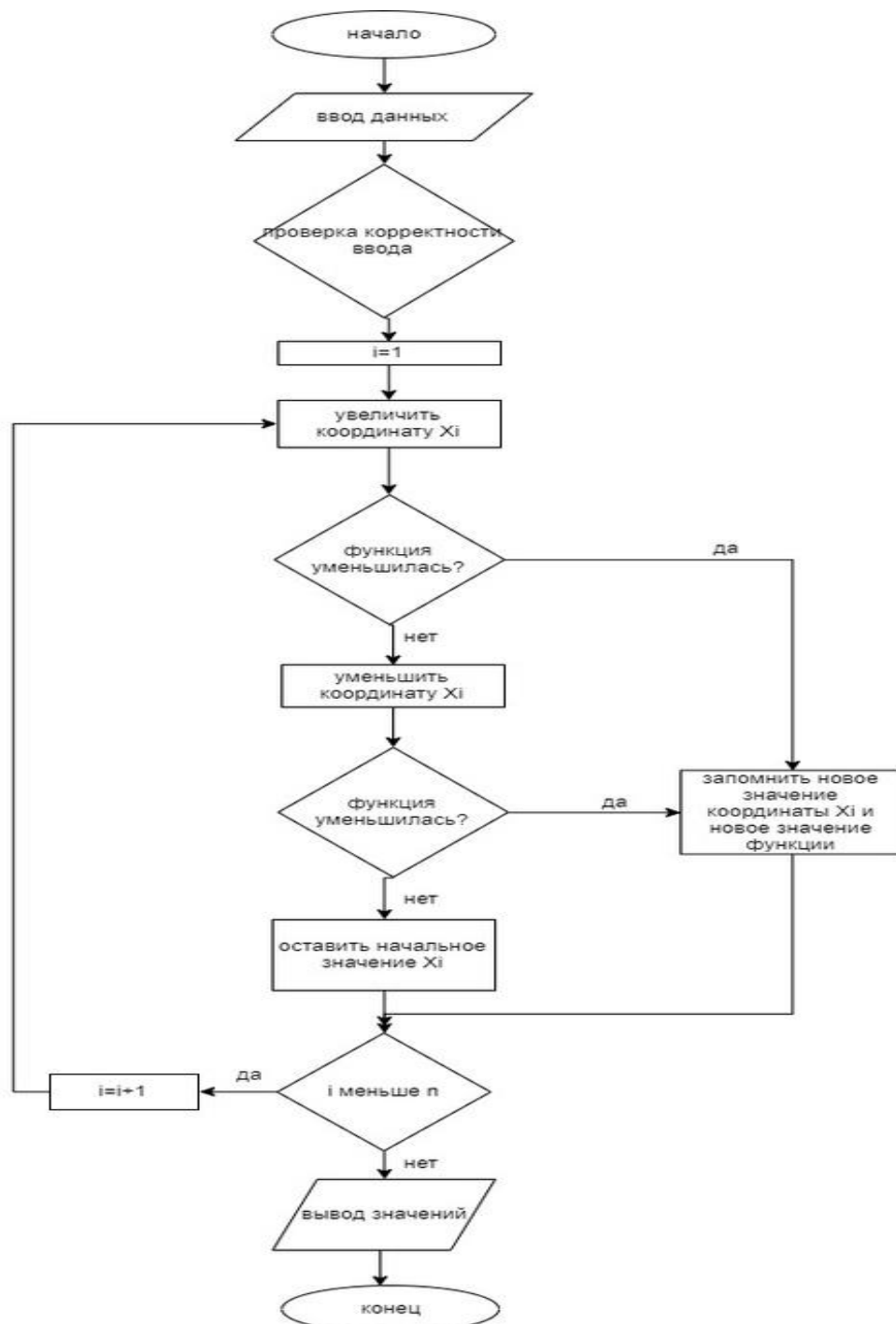


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма метода покоординатного спуска

Наиболее простым методом поиска оптимума является метод Гаусса-Зейделя, также называемый методом покоординатного спуска (подъема).

Направление поиска избирают по очереди вдоль координатных осей каждого проектного параметра до такого времени, пока целевая функция не достигнет своего максимума (минимума).

Пусть значения всех проектных данных фиксируются, помимо последнего. На рисунке 2 представлена двумерная целевая функция, которая задана линиями уровня, а начальная координата поиска зафиксирована, а вдоль координаты пишется минимум или максимум (точка M_1) одним из методов одномерной оптимизации. После, сохраняя постоянным новое значение, разыскивают оптимум до (точка M_2) и т.д. В общем случае, после завершения данной операции для всех переменных можно вернуться к первой и посмотреть, возможно ли еще улучшить решение. Выход из этого итерационного процесса осуществляется по достижению заданной точности.

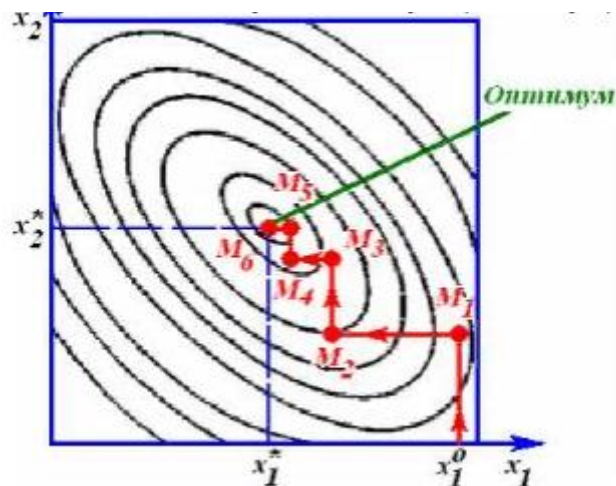


Рисунок 2 - Метод покоординатного спуска поиск оптимума целевой функции

Особенно результативен метод, в том случае, если линии уровня похожи по форме к окружностям либо эллипсам, оси которых параллельны осям координат. На физическом уровне данное указывает на то, что проектные параметры практически независимы друг от друга. Но если же данные оси наклонены к осям координат, то в таком случае необходимо много раз менять направление поиска, и поэтому эффективность алгоритма снижается, из-за того, что приходится вычислять намного больше значений целевой функции для нахождения оптимума.

Метод покоординатного подъема абсолютно неприменим, если же линии уровня имеют точки излома. Потому что линии уровня похожего типа нередко встречаются в инженерной практике, поэтому, прежде, чем применить указанный метод, нужно удостовериться, что решаемая задача не имеет подобного недостатка. Также можно попробовать подобрать начальное приближение так, чтобы линия излома на траектории поиска не встретила.

Вопреки приведенным недостаткам, метод покоординатного подъема зачастую применяют на первой стадии решения задачи, используя потом более сложные методы. Достоинством метода покоординатного подъема можно считать возможность применения простых алгоритмов одномерного поиска, например, метод золотого сечения.

На рисунке 3 показан пример того, как будет выглядеть окно программного обеспечения после выполнения совершенно всех операций.

$F = 21 X_1^2 + 12 X_2^2 + 9$
 $E = 0,1$
 Стартовая точка $X_1 = 3$, $X_2 = 10$
 Результаты: $A: (13;23)$, $B: (-14;-7)$, $X: (-0,5;-0,5)$

Рисунок 3 – Выполнение расчетов в разработанном ПО

Программное обеспечение разработано в среде разработки C# в приложении Visual Studio 2019. Пользовательское руководство доступно при нажатии в программном обеспечении кнопки «Инструкция».

Внешний вид программы продемонстрирован на рисунке 4.

MainWindow
 Вычислить Блок-схема О разработчике Инструкция О программе
 $F = \text{ } X_1^2 \text{ } X_2^2 \text{ }$
 $E = \text{ }$
 Стартовая точка $X_1 = \text{ }$, $X_2 = \text{ }$

Рисунок 4 - Внешний вид программы

Кнопка «Инструкция», после нажатия на нее пользователем, выведет окно с инструкцией пользования данным ПО, кнопка «О разработчике» - окно с данными о разработчике ПО, кнопка «О программе» выведет на экран окно, где

будет описан метод покоординатного спуска и приведен алгоритм работы данного метода. Нажав кнопку «Блок-схема» появляется окно с детальной блок-схемой метода, также есть кнопка «Вычислить». Наглядное представление нажатия некоторых кнопок представлено на рисунках 5-7.

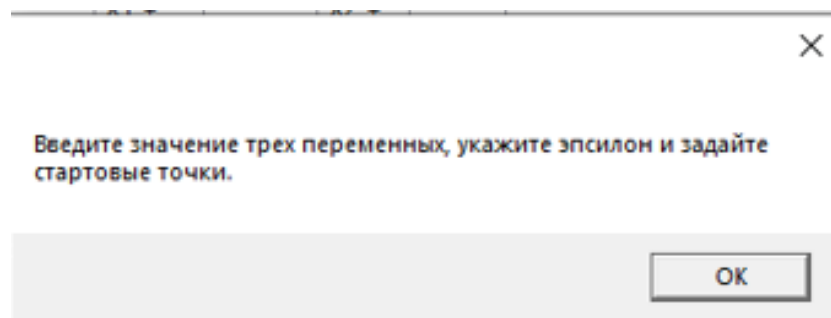


Рисунок 5 - Кнопка «Инструкция»

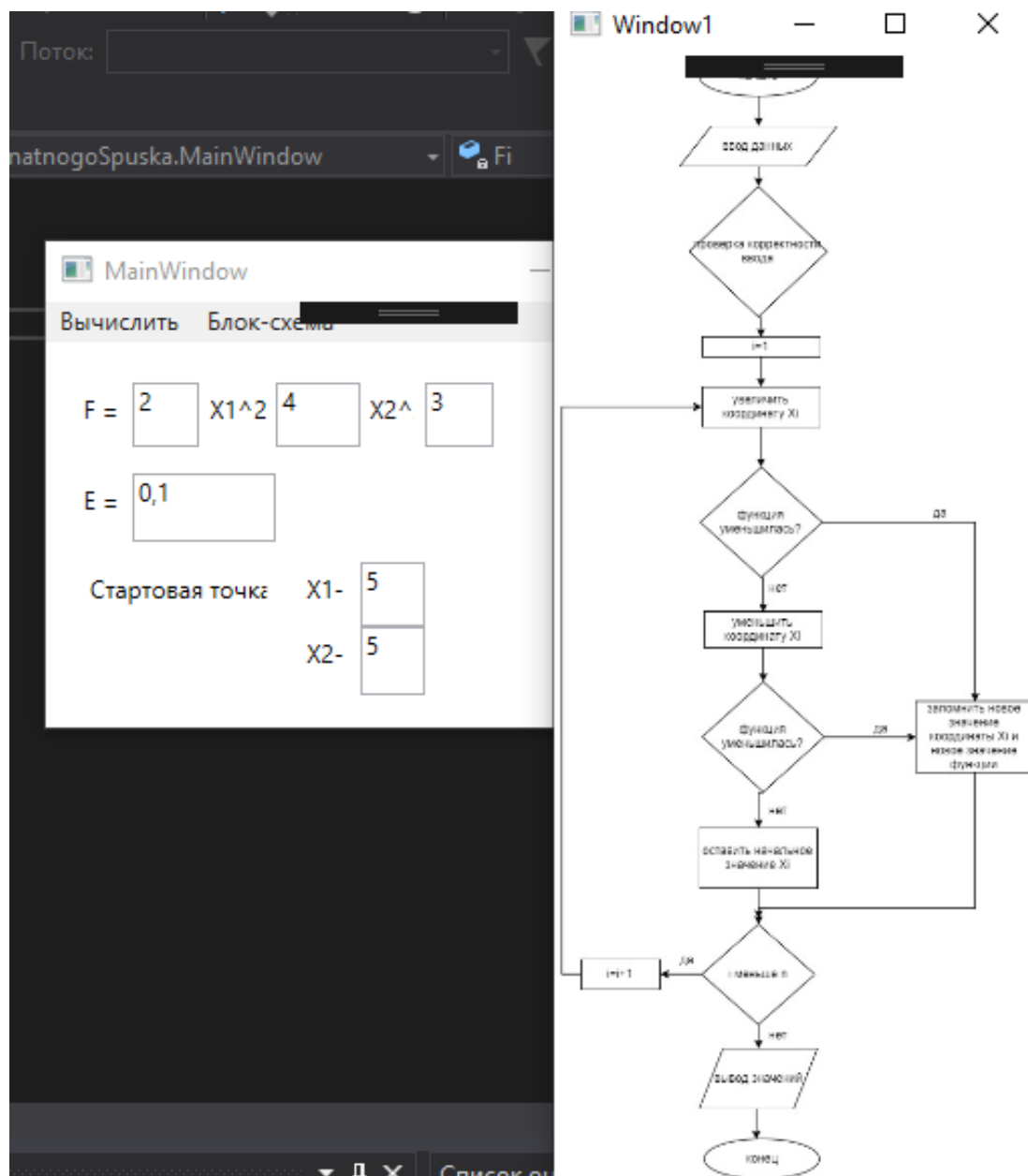


Рисунок 6 - Кнопка «Блок-схема»

Этот метод назван по аналогии с методом Гаусса — Зейделя для решения системы линейных уравнений. Улучшает предыдущий метод за счёт того, что на очередной итерации спуск осуществляется постепенно вдоль каждой из координат, однако теперь необходимо вычислять новые λ n раз за один шаг.

Алгоритм [[править](#) | [править код](#)]

1. Задаются начальное приближение и точность расчёта $\vec{x}_0^0, \epsilon$
2. Рассчитывают

$$\begin{cases} \vec{x}_1^{[j]} = \vec{x}_0^{[j]} - \lambda_1^{[j]} \frac{\partial F(\vec{x}_0^{[j]})}{\partial x_1} \vec{e}_1 \\ \dots \\ \vec{x}_n^{[j]} = \vec{x}_{n-1}^{[j]} - \lambda_n^{[j]} \frac{\partial F(\vec{x}_{n-1}^{[j]})}{\partial x_n} \vec{e}_n \end{cases}, \text{ где } \lambda_i^{[j]} = \operatorname{argmin}_{\lambda} F\left(\vec{x}_{i-1}^{[j]} - \lambda \frac{\partial F(\vec{x}_{i-1}^{[j]})}{\partial x_i} \vec{e}_i\right)$$
3. Проверяют условие остановки:
 - Если $|\vec{x}_n^{[j]} - \vec{x}_0^{[j]}| > \epsilon$, то $\vec{x}_0^{[j+1]} = \vec{x}_n^{[j]}$, $j = j + 1$ и переход к шагу 2.
 - Иначе $\vec{x} = \vec{x}_n^{[j]}$ и останов.

Рисунок 7 - Кнопка «О программе»

После того, как пользователь установит нужные ему значения в нужных ячейках и нажмет кнопку «Рассчитать», то в левом углу программы возникнет окно с результатами работы метода. Представление показано на рисунке 8.

The image shows a software interface for solving optimization problems. It includes input fields for the objective function $F = 21x_1^2 + 12x_2^2 + 9$, a tolerance $\epsilon = 0.1$, and starting points $x_1 = 3$ and $x_2 = 10$. A result window on the right displays the optimal values: $A: (13;23)$, $B: (-14;-7)$, and $X: (-0,5;-0,5)$.

Рисунок 8 - Вывод результатов работы метода

В результате было разработано программное обеспечение для решения транспортных задач методом покоординатного спуска. Были получены навыки решения подобных задач с помощью данного метода.

Программное обеспечение было оформлено предельно просто и понятно для пользователя, оно не включает лишних элементов. Для пользователя было написано руководство по использованию данного ПО. Кроме того, был прописан справочный материал по этому методу и его практическое применение в современном мире.

Для корректного ввода был поставлен запрет на ввод букв и символов.

Тестирование продукта продемонстрировало правильность реализации и работы программы. Полученные результаты программы сошлись со значениями, полученными при решении задач методом покоординатного спуска вручную.

Список использованных источников

1. Болотникова О.В. Линейное программирование: симплекс-метод и двойственность: учеб. пособие / О.В. Болотникова, Д.В. Тарасов, Р.В. Тарасов. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. — 84 с.

2. Зайцева Т.С., Новицкая И.А., Усова Э.А., Хабаров В.И. Исследование операций и методы оптимизации: Метод, указ.и задания к практическим занятиям. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007.;
3. Косоруков О.А., Мищенко А.В. Исследование операций: Учебник / Под общ. Ред. Д.э.н., проф. Н.П. Тихомирова. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 448с.;
4. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию: учебное пособие. 8-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 432 с..
5. Зайченко Ю.П. Исследования операций. Киев: Высш. Шк., 1975.;
6. Вентцель Е.С. Исследование операций. М., 1972.
- 7.Соболев Б.В., Месхи Б.Ч., Каныгин Г.И. Методы оптимизации. Практикум. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. Мишин В.М. Исследование систем управления : учеб. для вузов по спец. "Менеджмент орг." / В.М. Мишин. - М. : ЮНИТИ, 2003. - 527 с. : ил. - (Профессиональный учебник. Менеджмент). - Библиогр.: с. 526-527
8. Пантелеев А.В., Летова Т.А.. Методы оптимизации в примерах и задачах, М: Изд. Высшая школа. 2005.

УДК 519.8

ГРНТИ 27.47.19

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ВРАЩАЮЩИХСЯ КООРДИНАТ (МЕТОД РОЗЕНБРОКА)

Т. Б. Маматов

студент БИСТ/09.03.02, СГУПС, г. Новосибирск

Научный руководитель: Зайцева Т. С.

старший преподаватель, СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. Данная работа представлена в качестве расчётно-графической работы в рамках курса «Исследование операций и методы оптимизации». В ней рассмотрено применение алгоритма метода Розенброка для решения задачи нахождения безусловного минимума функции в среде разработки Visual Studio 2019.

Ключевые слова: экстремум, функция, данные.

INVESTIGATION OF THE METHOD OF ROTATING COORDINATES (ROSENBROCK METHOD)

T. B. Mamatov

student BIST/09.03.02, SGUPS, Novosibirsk

Supervisor: Zaitseva T. S.

Senior lecturer, SSUPS, Novosibirsk

Annotation. *This work is presented as a computational and graphical work within the framework of the course "Operations Research and optimization methods". It discusses the application of the Rosenbrock method algorithm to solve the problem of finding the absolute minimum of a function in the Visual Studio 2019 development environment.*

Keywords: *extremum, function, data.*

Актуальность и применение метода Розенброка

Разработка проектов для технических объектов осуществляется на основании методов оптимизации, позволяющих выполнять поиск экстремума функции, характеризующейся наличием поверхности отклика со сложным рельефом, в котором преобладают узкие, неравномерное по глубине, извилистые овраги (либо гребни, если задача на максимизацию) [3]. Метод Розенброка можно использовать и при распознавании образов: фото с беспилотника, фото объектов из космоса. Также этот метод можно использовать для обучения нейронной сети.

Суть рассматриваемого метода заключается во вращении координатной системы в соответствии увеличением или уменьшением скорости убывания функции.

Метод Розенброка, в отличие от большинства других методик и подходов нулевого порядка, ориентирован на поиск в каждом направлении наиболее оптимальной точки, а не просто выполнение фиксированного сдвига в каждом направлении. В ходе поиска в зависимости от особенностей рельефа поверхности длина шага постоянно изменяется. В частности, этот метод используется при работе с «овражными» функциями: координаты могут быть повернуты после достижения «дна оврага», после чего остается следовать по «дну» по направлению к минимуму. Как правило, они используются для оценки эффективности применения различных методов поиска экстремума [2].

Алгоритм метода Розенброка

Первым шагом будет выбор входных данных, на основе которых будет решаться задача. Ими являются: x_0 - начальная точка; $\alpha > 1$ - коэффициент растяжения; $-1 < \beta < 0$ - коэффициент сжатия; $\varepsilon > 0$ - точность; d - направления поиска в координатной системе; Δ - длина шага, реализуемого в различных

поисковых направлениях; N – максимальное количество ошибочных или неудачных шагов, предпринятых по всем поисковым направлениям в одной N -итерации.

Далее нам необходимо выполнить второй шаг в i -том поисковом направлении.

- Шаг считается удачным, если $f(y^i + \Delta_i d_i) < f(y^i)$. Следовательно, нам необходимо изменить длину шага в сторону увеличения: $y^{i+1} = y^i + \Delta_i d_i$, $\Delta_i = \alpha \Delta_i$
- Иначе шаг будет считаться неудачным. Тогда следует положить $y^{i+1} = y^i$, $\Delta_i = \beta \Delta_i$ (т. е. мы уменьшаем длину шага) и перейти к шагу 3.

Третьим шагом нужно будет проверить выполнение условий.

Сделаны ли шаги по всем направлениям (т. е. по всем i)? Если нет, то продолжаем делать второй шаг по остальным направлениям. Если да, то нужно будет проверить успешность нашего поиска по текущим ортогональным направлениям.

Если на 2 шаге хотя бы один шаг по поисковым направлениям окажется успешным: $f(y^{n+1}) < f(y^1)$, где за n понимается общее количество поисковых направлений, то принимает $y^1 = y^{n+1}$, $i=1$ и приступаем ко 2 шагу.

Если же каждый из n -ых шагов, предпринятых последними, оказывается неудачным: $f(y^{n+1}) = f(y^1)$, нам необходимо дать оценку успешности дальнейшего поиска в рамках текущей итерации:

- Если нам удалось получить хотя бы один успешный шаг в рамках k -ой итерации: $f(y^{n+1}) < f(x^k)$, значит мы можем приступить к выполнению четвертого шага;

• Если на k -ой итерации не было получено ни одного успешного шага: $(y^{n+1}) = f(x^k)$, значит, мы принимаем решение о нецелесообразности дальнейшего поиска и приостановлении работ. Но если количество последовательно ошибочных шагов в рамках k -ой итерации меньше или равно значению N , значит нам необходимо провести проверку условия окончания, в противном случае мы переходим к четвёртому шагу. Дополнительно выполняется проверка длины шагов, предпринимаемых в рамках последней серии шагов. Если длина шагов $\leq \epsilon$ для всех i , значит мы можем найти решение задачи: $x^* \cong x^k$.

При выполнении четвертого шага примем: $x^{k+1} = y^{n+1}$, после проведем проверку условий окончания поиска:

- Если $|x^{k+1} - x^k| \leq \epsilon$, значит на этом поиск прекращается, так как: $x^* \cong x^{k+1}$;
- Если $|x^{k+1} - x^k| > \epsilon$, значит нам необходимо будет провести расчет длины шагов по всем поисковым направлениям в рамках k -ой итерации из соотношения $x^{k+1} - x^k = \sum_{i=1}^n \lambda_i d_i$. Затем с помощью алгоритма Грамма-Шмидта мы выстраиваем новый комплекс поисковых направлений d [1].

Алгоритм или процедура Грамма – Шмидта – это один из самых известных на сегодняшний день алгоритмов ортогонализации, предусматривающий выстраивание по линейнонезависимой системе векторов $a_1, a_2, \dots, a_n$, ортогональную векторную систему $b_1, b_2, \dots, b_n$. Каждый b -вектор будет выражен через соответствующий a -вектор, при этом в качестве матрицы перехода используется верхнетреугольная матрица [4].

Также стоит отметить, что если $\lambda_i = 0$, то, векторная величина i -того координатного направления будет равна скалярной величине, т.е. новые направления следует вычислять только для тех индексов, для которых $\lambda_i \neq 0$. После нахождения новых направлений нам следует положить в векторную величину i -того координатного направления значение величины скалярной ($\bar{d}_i = d_i$), $\Delta_i = \Delta_i^0$ для всех $i, \dots, n$, $k = k + 1$, $y^1 = x^{k+1}$, $i = 1$ и перейти ко второму шагу.

Применение метода Розенброка к поиску безусловного минимума функции

Рассмотрим функцию $f(x) = 4(x_1 - 5)^2 + (x_2 - 6)^2$ со следующими входными параметрами: $x^0 = (8, 9)$, $\varepsilon = 0,6$, $\alpha = 2$, $\beta = -0,5$, $\Delta_1 = 1$, $\Delta_2 = 2$, $N = 3$. Требуется найти минимум данной функции. В результате должно получиться значение функции равное 0,164.

После запуска программы зададим параметры задачи с помощью элемента меню «Задача» (рисунок 1).

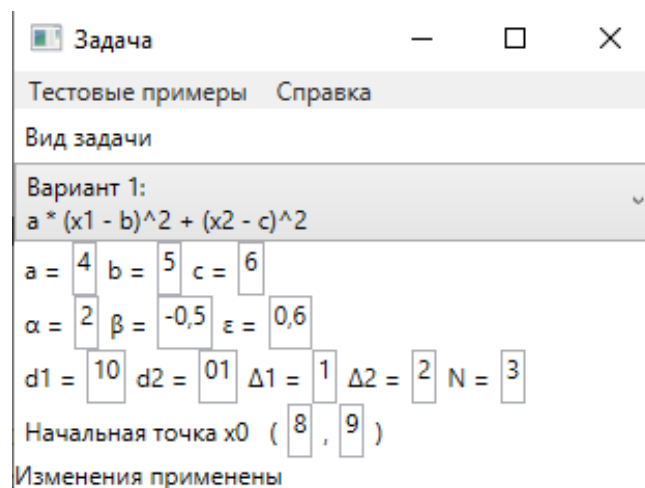


Рисунок 1 – Окно ввода задачи

Дальше нужно просто нажать кнопку «Начать решение» и программа выведет результаты решения задачи с ходом её решения (рисунок 2).

По данным главного окна из рисунка 2, видно, что ответ практически совпал.

```

Метод Розенброка Маматов Т. Б. БИСТ-311
Шаг 2 Итерация 2

y2 + Δ2* d2 = 0,171080518945704 >= y2 = 0,163839736445878, значит шаг неудачен
Δ2 = 0,5 * -0,5 = -0,25
y3 = y2 = 4,87962830118265; 6,32539568672798

Шаг 3 Итерация 2
Так как i = 2 = n = 2, то нужно проверить успешность поиска по текущим ортогональным направлениям:
Так как y3 = 0,163839736445878 = y1 = 0,163839736445878 т.е. каждый из n последних шагов был неудачный, то нужно оценить успешность поиска на текущей итерации:
Так как y3 = 0,163839736445878 < x = 1 т. е. на данной итерации хотя бы один шаг удачен, то переходим к шагу 4

Шаг 4 Итерация 2
x3 - x2 = 0,5
Так как это меньше чем ε = 0,6 то поиск завершён.

x*:
4,87963
6,3254

Ответ F = 0,163839736445878

```

Рисунок 2 – Ход решения и результаты

Заключение

Таким образом, мы исследовали и рассмотрели алгоритм метода Розенброка как в теории, так и на практике. Был описан принцип работы алгоритма метода поэтапно. Работа алгоритма была рассмотрена на конкретном примере. Данные программного продукта совпали с примером. Также были отмечены польза и практическое применение данного метода.

Список использованных источников

1. Пантелеев А.В. Методы оптимизации. Практический курс: Учеб. пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с.
2. Метод вращающихся координат (метод Розенброка) [сайт] URL: <https://lektsii.com/2-69481.html> (дата обращения 11.04.2021)
3. Оптимизация в условиях сложного рельефа поверхности целевой функции [сайт] URL: https://studref.com/649916/tehnika/optimizatsiya_usloviyah_slozhnogo_relefa_poverhnosti_tselevoy_funktsii (дата обращения 11.04.2021)
4. Процесс Грама — Шмидта // Математика | Fandom [сайт] URL: https://math.wikia.org/ru/wiki/Процесс_Грама_—_Шмидта (дата обращения 11.04.2021)

УДК 65.656.656.3

ГРНТИ 73.29.11

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

А.И. Мартынова

студент специальности 08.02.10: Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, филиал СГУПС, г. Новоалтайск

Научный руководитель: О.Н. Блодич

преподаватель высшей квалификационной категории, филиал СГУПС, г. Новоалтайск

Аннотация. В данной статье идет речь о проблеме безопасности движения поездов, причинах ее возникновения (неисправности, требующие закрытия пути или ограничения скорости до 15 км/ч, сходы при маневровой работе и т.д.) и способах предотвращения (повышение квалификации обслуживающего персонала, внедрение новых технологий текущего содержания пути и т.д.).

Рассматриваются новые разработки и технологии текущего содержания пути, позволяющие минимизировать процент возникновения неисправностей на железных дорогах, увеличить срок службы верхнего строения пути, сэкономить финансовые средства.

Ключевые слова: Безопасность, инновации, качество обслуживания, внедрение, методы, нарушения.

IMPROVEMENT OF RAILWAY MAINTENANCE TECHNOLOGY

A.I. Martynova

specialty student 08.02.10: Construction of railways, track and track facilities, the branch of STU, Novoaltaysk

Scientific adviser: O.N. Blodich

teacher of the highest category, the branch of STU, Novoaltaysk

Annotation. This article deals with the problem of train traffic safety, the reasons for its occurrence (malfunctions requiring the closure of the track or speed limiting up to 15 km/h, derailments during shunting work, etc.) and methods of prevention (advanced training of service personnel, the introduction of new technologies of the current path content, etc.).

New developments and technologies of the current maintenance of the track are considered, allowing to minimize the percentage of malfunctions on the railways, increase the service life of the track superstructure, and save financial resources.

Keywords: Security, innovation, quality of service, implementation, methods, violations.

Проблема безопасности движения поездов

Железная дорога – зона повышенной опасности. Зачастую нарушение безопасности на путях возникает из-за сходов подвижного состава в организованных поездах. Причины этих сходов в основном возникают вследствие изломов рельсов, нарушения технологии производства, выброса и неисправности пути (уширение, угол в плане), отступления в содержании пути в сочетании с неисправностями вагона, неисправности специального самоходного подвижного состава.

Самым проблемным вопросом в путевом хозяйстве является содержание и эксплуатация пути в период повышения температуры воздуха близкой к критической, что вызывает увеличение продольных напряжений рельсов и может привести к выбросу пути.



Рисунок 1. Анализ нарушения безопасности движения

Исходя из проведенного анализа по случаям возникновения нарушения безопасности движения можно сказать, что самым частым нарушением является неисправность пути – 83%, в том числе потребовавшие выдачи приказа о закрытии движения или ограничения скорости до 15 км/час – 24%; сходов при маневровой работе – 21%; неисправности пути, вызвавшей задержку поезда более 1 часа – 16%; отсутствие ограждений мест производства работ – 11% и изломов рельсов – 11% (Рисунок 1) [1, С. 14].

Чтобы решить данные проблемы, необходимо:

1. выполнять работы в строгом соответствии с технологическими процессами;
2. укомплектовать штат работников на технологию ремонта и обслуживания технических средств;
3. улучшить качество обучения и подготовки персонала, уровень оснащённости образовательных организаций тренажерами, методическими и наглядными пособиями;
4. повысить квалификацию обслуживающего персонала;

5. обеспечить мониторинг и анализ состояния технических средств по выявлению их предотказного состояния и выработке управленческих решений по обеспечению надежного функционирования;

6. внедрять новые технологии текущего содержания пути.

Сейчас проблем с обеспечением безопасности движения становится меньше, так как внедряются новые технологические разработки, совершенствуются старые машины и механизмы.

Возможности цифрового двойника стрелочного перевода

Одним из примеров является совершенствование стрелочной продукции. Появился так называемый цифровой двойник стрелочного перевода. После его разработки представилась возможность прогнозировать неисправности, вести контроль за объектами в удаленном режиме, производить тестирование новых идей и получать ответы на возникающие вопросы об эксплуатации и обслуживании конструкции.

Модель стрелочного перевода уже давно применяется для совершенствования старых и разработки новых механизмов.

Применение искусственного интеллекта

Еще одним новшеством для железной дороги стало применение искусственного интеллекта, целью которого является прогнозирование и устранение причин возникновения неисправностей.

Ежедневно по рельсошпальной решетке проходит множество колесных пар с достаточно высокой скоростью, что приводит к развитию дефектов в рельсовых плетях, вследствие чего возникают проблемы с безопасностью движения поездов.

Чтобы предотвратить возникающие проблемы, проверки и анализа километров будет недостаточно, поэтому для более продуктивной работы искусственного интеллекта было разработано огромное количество моделей анализа, которые отвечают отдельно за каждую железную дорогу.

Использование роликовых устройств для улучшения работы переводных механизмов стрелочных переводов

Самая распространенная проблема механизмов стрелочного перевода – деформация резиновых подкладок, особенно в тех зонах, где присутствуют подвижные элементы. В основном это происходит из-за низкого качества материала подкладок или же по причине негативного воздействия смазочного вещества на него.

Чтобы избежать этих проблем, можно уменьшить силу трения при помощи специальных покрытий рабочих поверхностей подушек стрелочных башмаков или особых вставок из материалов, имеющих низкий коэффициент трения.

Возможно два варианта снижения коэффициента трения: первый – остряк в рабочем положении опирается на упруго закрепленные ролики, которые при

действии вертикальных сил от колесной пары, набегających на остряк, опускаются. Затем остряк ложится на подушки подкладок. После перевода стрелки он перемещается по роликам, что способствует уменьшению переводных усилий.

Второй – остряк в рабочем положении опирается на подушки подкладок без зазоров. Если стрелка переводится, остряк поднимается, накатывается на ролики и переезжает по ним. В этом случае усилий для перевода стрелки затрачивается меньше, так как при работе роликовая система не взаимодействует со стрелкой или подвижным составом.

На путях 1-2 классов роликовые устройства интегрировали в подкладку с подушкой, что также значительно улучшило качество эксплуатации на путях.

Применение в пути шпал, изготовленных на основе бытовых и промышленных пластиковых отходов

Испытания шпал начались в 2012 году в кривых радиусом 800 и 400 м и со скреплениями КД-65 и ДО-6-65. За весь период контроля пропущен 1 млрд т. груза брутто.

Композитные шпалы ([Рис.2.](#)) имеют срок службы в 1,5-1,7 раза больше деревянных. Такие шпалы способны прослужить около 50 лет, после окончания этого срока они могут быть вновь уложены в путь.

Композитные опоры железнодорожного пути прошли множество санитарно-гигиенических и пожарных проверок, а так же сертификацию на соответствие техническим условиям. Шпалы уже много лет используются в путевом хозяйстве.



Рисунок 2. Путь, уложенный на композитных шпалах

Помимо обычной композитной опоры разработали так же и композитную пикетную электронную шпалу, которая имеет встроенные радиоэлектронные перекодируемые устройства и специальные символы для тестирования оптических измерительных систем диагностических комплексов. Это дает возможность своевременно выявлять и устранять отступления от норм содержания пути, а так же прогнозировать возникновение дефектов.

Для считывания величин подвижек плетей БСП в шпалах, применяется маячная разметка, используя ее машины, смогут выправлять путь в автоматическом режиме без дополнительных измерительных поездок. Это позволяет сократить время для занятия перегона техникой, увеличить производительность и повысить качество работ.

Исходя из того, что компьютеризованные шпалы способны прослужить достаточно долго, была разработана двухкомпонентная смесь для ремонта шпал. При помощи нее появилась возможность увеличить срок эксплуатации деревянных, композитных и железобетонных шпал, мостовых брусьев и других частей ВСП, при этом уменьшив финансовые и трудовые затраты для проведения ремонтных работ.

Одного картриджа со смесью ДСРШ достаточно чтобы произвести ремонт 30 отверстий для креплений. ДСРШ может применяться при температуре от +40 до -50°C. Чтобы затвердеть смеси, нужно всего 4-6 минут. После испытаний ДСРШ было получено разрешение о ее использовании для ремонта шпал. [2, С. 12]

Внедрение новых технологий ремонта и текущего содержания пути способствует улучшению качества обслуживания железнодорожного пути, увеличению срока службы верхнего строения пути, снижению затрат и позволяет гарантировать положительную динамику безопасности движения поездов.

Список использованных источников

1. Гришов А.И. Безопасность движения поездов в путевом хозяйстве // Евразия вести. 2011. №1. С. 14.
2. Шишкина И.В., Зверкова Н.В., Елесина Л.А. Роликовые устройства для улучшения работы переводных механизмов стрелочных переводов // Путь и путевое хозяйство. 2020. № 12. С. 12-14.

УДК 656.22:37

ГРНТИ 50.41.25

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СРЕД ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Д.П. Миллер

*Студент, специальность «Системы обеспечения движения поездов»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: А.Е. Гаранин

кандидат технических наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Цель проведения работы – разработка учебного стенда для демонстрации возможности линейной среды передачи на основе витой пары и на основе оптического волокна. С ростом технологий актуальность волоконно-оптических линий связи возрастает. В связи с этим возникает потребность в демонстрации работы волоконно-оптической линии связи. В результате проведенной работы был собран стенд, с помощью которого можно проводить опыты в передаче данных по волоконно-оптическому кабелю, а также описание к нему.

Ключевые слова. Оптоволокно, оптика, линия связи, передача информации, кабель.

DEVELOPMENT OF A LABORATORY LAYOUT FOR DEMONSTRATING LINEAR MEDIA OF INFORMATION TRANSMISSION

D.P. Miller

Student, specialty "Train traffic support systems", Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.E. Garanin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. The purpose of the work is to develop a training stand to demonstrate the possibility of a linear transmission medium based on twisted pair and based on optical fiber. With the growth of technologies, the relevance of fiber-optic communication lines increases. In this regard, there is a need to demonstrate the operation of a fiber-optic communication line. As a result of the work carried out, a stand was assembled with the help of which it is possible to conduct experiments in data transmission over a fiber-optic cable, as well as a description for it.

Keywords: Optical fiber, optics, communication line, information transmission, cable.

В структурированной кабельной сети выделяют две основные среды передачи: электрическую и оптоволоконную. Где используется в электрической среде кабель витая пара (Twisted pair), в оптоволоконной кабель волоконно-оптический (Fiber).

Целью разработки макета является демонстрация возможности передачи информации по волоконно-оптической линии связи с анализом скорости передачи.

При создании лабораторных стендов стояла задача построения волоконно-оптической линии связи для демонстрации и обучения пользования студентов таким типом оборудования.

Наглядное демонстрирование работы оптических систем для студентов, с последующими объяснением принципов работы волоконно-оптических линий связи. В основе лабораторного стенда: АРМ две единицы, медиаконвертер две единицы, оптический кабель, витая пара две единицы. Схема подключения и вид стенда представлен на рисунке 1.

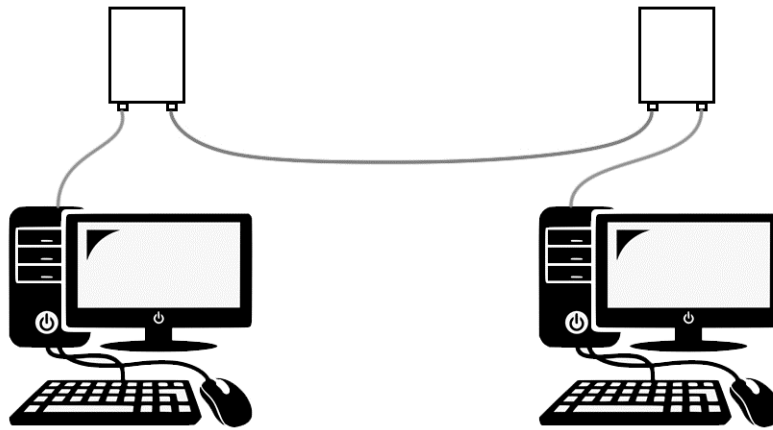


Рисунок 1 – Схема подключения и вид стенда

Работа стенда заключается в демонстрации передачи данных и информации по оптическому волокну между двумя АРМ. Оптические медиаконвертеры используются D-Link DMC-F20SC-BXU. Медиаконвертер оснащен 1 портом 10/100Base-TX и 1 портом 100Base-FX с разъемом SC (TX: 1310 нм; RX: 1550 нм) для одномодового оптического кабеля (до 20 км). Функционально медиаконвертер состоит из двух частей: оптическая и электрическая линии связи. Связь между ними обеспечивается чип-свитчем. С помощью этого компонента происходит преобразование сигнала без каких-либо искажений. С длинной волны на отправку 1310 нм и приём 1550 нм.

Соединяющее звено между АРМ и конвертером обеспечивается с помощью кабеля Fluke витая пара категории Cat 5e (RJ-45). Эта категория специально создана для поддержки высокоскоростных сетей, работающих на полосе пропускания 125 МГц. Соединение между двумя конвертерами осуществляется с помощью оптического одномодового кабеля Simplex 2.0мм SM (9/125мкм) G.652 LSZH. С величиной среднего затухания 1310 нм дБ/км 0.35 и 1550 нм дБ/км 0.22 соответственно.

Работа оптического конвертера подразумевает изменение формата сигнала Ethernet, передаваемый кабелем Cat 5e, на формат, совместимый с оптоволоконным кабелем. На другом конце оптоволоконного кабеля находится второй конвертер, который нужен для обратного преобразования к исходному формату. Таким образом происходит обмен данными между двумя АРМ.

С помощью кроссплатформенной консольной клиент-серверной программы iPerf был проведен синтетический тест-анализ скорости соединения. Программа iPerf предназначена для тестирования пропускной способности сети на базе

Windows. Для полноценного тестирования программа должна быть запущена на двух устройствах. Одно из них будет выполнять роль сервера, а другое роль клиента. Между этими устройствами и будет происходить передача данных для измерения пропускной способности нашего соединения. Результаты теста на рисунке 2.

```
Client connecting to 192.168.5.1, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 63.0 KByte <default>
-----
[ 31] local 192.168.5.2 port 1081 connected with 192.168.5.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 31] 0.0-10.0 sec    111 MBytes   93.4 Mbits/sec
```

Рисунок 2 – Результаты теста

На протяжении 10 секунд между двумя устройствами происходил обмен трафиком, после чего соединение было завершено и появился результат теста. В нашем примере измерение пропускной способности (Bandwidth) между устройствами составило 93.4 Мбит/сек, что в данном случае является реальной скоростью соединения поддерживаемыми сетевыми картами до 100 Мбит/сек.

В результате проведенной работы был наглядно представлен один из способов передачи информации по волоконно-оптическому кабелю. Разработанный стенд демонстрирует работу волоконно-оптической линии связи. Изучение данной темы в рамках обучения студентов технических специальностей весьма актуальна в связи с тем, что в современном мире повсеместно используются структурированные кабельные сети.

Список использованных источников

1. Связь-комплект // Измерения на волоконно-оптических линиях связи [сайт] URL: <https://skomplekt.com/solution/ismer.htm/> (Дата обращения 14.04.2021)
2. Википедия // Оптическое волокно [сайт] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE (Дата обращения 14.04.2021)
3. iPerf : официальный сайт URL: <https://iperf.fr/> (Дата обращения 14.04.2021)
4. ГОСТ Р 53246-2008. Структурированные кабельные сети [Текст]. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2008г. (Дата обращения 14.04.2021)

УДК 656.21

ГРНТИ 73.29.61

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В ПРОХОДНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.

А.Р. Мирсаяпов

студент направления СЭМС, УГАТУ, г. Уфа

Научный руководитель: М.В. Охотников

доцент кафедры электромеханики, места работы УГАТУ, г. Уфа

Аннотация. В данной работе рассматривается компактная система для очищения и обеззараживания воздуха под воздействием электростатического поля и озono-воздушной смеси. Применение системы ориентировано для замкнутых не проветриваемых помещений с высокой пропускной способностью. Рассматривается состав и конструкция системы, приводится расчёт допустимой концентрации озона необходимой для дезинфекции помещения, но в то же время безопасной для человека.

Ключевые слова: Обеззараживание воздуха, дезинфекция, озон, загрязнение, электроды.

MULTIFUNCTIONAL DEVICE FOR CLEANING AND DISINFECTION OF AIR IN PASSAGEWAYS.

A.R. Mirsayapov

student of SMS direction, UGATU, Ufa

Scientific supervisor: M.V. Okhotnikov,

Associate Professor of the Department of Electromechanics, UGATU, Ufa

Annotation. In this paper, we consider a compact system for purification and disinfection of air under the influence of an electrostatic field and an ozone-air mixture. The application of the system is oriented for closed, non-ventilated rooms with high throughput. The composition and design of the system are considered, the calculation of the permissible concentration of ozone necessary for disinfection of the room, but at the same time safe for humans, is given.

Keywords: Air disinfection, disinfection, ozone, pollution, electrodes.

Введение

Вопрос очистки воздуха в любой отрасли промышленности и повседневной жизни остается и будет оставаться актуальным. Причинами наличия загрязнений в воздухе являются выхлопные газы, вредные выбросы промышленных производств, повседневной деятельности человека и самой природы. Зачастую подобные выбросы способствуют негативному изменению состава окружающего воздуха, проявляясь в различной форме, что критически

сказывается на организме человека и животных. Воздух, с примесью вредных веществ, приводит к возникновению аллергических реакций, обострению хронических заболеваний, новообразованиям, комплексному ухудшению состояния организма, что непременно сказывается на эмоциональном состоянии человека, тем самым снижая его трудоспособность, ухудшая физическое состояние вызывая ослабление организма, что на производстве приводит к снижению работоспособности. В промышленности подобный вопрос решают путём установки различных очистных сооружений (скрубберов, электрофильтров и т.д.). Их основным недостатком является большие массогабаритные показатели. Предлагаемая авторами в данной работе конструкция системы очистки и обеззараживания позволяет не только очищать воздух, но и обогащать его безопасной концентрацией озона. В условиях распространяющейся по всему миру пандемии, данное устройство актуально, так как оно будет способно очищать воздух от пыли и вредных газов и дополнительно обеззараживать от бактерий. Еще одним плюсом многофункционального устройства, это его возможность использования в общественных местах, таких как торговые центры, государственные и медицинские учреждения, так же железнодорожный транспорт. В условиях замкнутого пространства (вагонах) концентрация вредных веществ циркулирующих по помещению, в добавок содержащих болезнетворные элементы может негативно сказываться на общей эпидемической обстановке. На устранение данных негативных факторов и направлена работа предлагаемой системы. Система будет прогонять через себя объемы воздуха содержащегося в помещении и задерживать твердые и газообразные частицы содержащиеся в нем на пластинах электростатического фильтра. Очищенный от взвеси воздух далее будет проходить через систему генерации озона, где будет насыщаться допустимой концентрацией озоновой смеси, что позволит нейтрализовать негативный эффект от болезнетворных бактерий и частиц. Таким образом на выходе будет получаться свежий поток воздуха не содержащий частиц пыли и пр. обеззараженный от болезнетворных элементов и запахов и имеющий приятный запах свежести грозы.

На рис.1 представлена принципиальная конструкция рассматриваемой системы, поясняющая суть работы устройства и его компоновку.

Корпус (1) выполняющий функции диффузора, защитного и несущего корпуса, имеет на входе систему вентиляторов (2) интенсивность работы которых зависит от состояния воздуха в помещении, системы очистки воздуха от взвеси, состоящей из осадительных (4) и коронирующих (3) электродов.

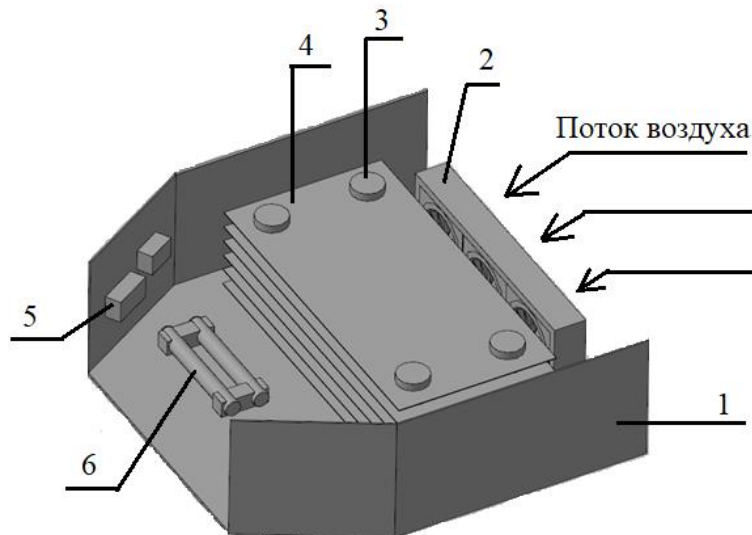


Рисунок 1. Конструктивная схема системы очистки.

Система озонирования располагается на выходе корпуса системы очистки и состоит из повышающего трансформатора (5) создающего высокое напряжение для системы осаждения и озонирования, а так же непосредственно электродов (6) генерирующих озон из проходящего через них воздуха.

Массовое содержание озона в объеме можно определить по следующей формуле:

$$M(O_3) = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{(T + \beta - \alpha Q) + \lambda M} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{1 + \beta - \alpha}{M} Q + \lambda \right) t \right] \right\} \quad (1)$$

где M - общая масса газа в помещении, кг;

$M_0(O_2)$ - массовое содержание кислорода в исходном воздухе, кг;

$T=300$ – период полураспада озона в помещении [1], 1/с;

$\lambda = 0,693/T$ – константа распада озона в нормальных условиях;

$\alpha = 0,7$ константа, полученная экспериментально [1];

Q – массовый поток газа через озонатор, кг/с;

$\beta = m(O_3)/m(O_2)$, - коэффициент преобразования кислорода в озон;

$m(O_3)$ - массовая плотность озона на выходе озонатора, $кг/м^3$;

$m(O_2)$ - массовая плотность кислорода в воздухе, $кг/м^3$;

Теоретически равновесное значение концентрации озона C_p в закрытом помещении при работе в нем озонатора можно получить из выражения (1) при $t \rightarrow \infty$

$$C_p = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{(T + \beta - \alpha Q) + \lambda M V}, \quad (2)$$

где $V, м^3$ - объём помещения.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе определяемая ГОСТом составляет 0,03 мг/м³ [2]. Содержание озона, не превышающее данное значение, безопасно для человека и животных. Но если данное устройство будет работать в помещении, где присутствует постоянный приток и отток воздуха, высокая температура (выше 25 градусов) и повышенная влажность, то вырабатываемую системой концентрацию озона можно увеличить, при этом контролируя ее содержание в окружающем пространстве.

Наиболее эффективными и многообещающими устройствами для очистки и обеззараживания воздуха являются электрофилтры с озонатором. Конструкция обладает высокой пылеемкостью и характеризуется возможностью очистки воздушного потока от бактерий и вредных газов.

Список использованных источников

- 1, Расчет концентрации озона, создаваемой озонатором в замкнутом объеме / Е.Г. Безруких [и др.]. – Красноярск: Изд-во ИФ СО РАН, 1996. – 25 с.
- 2, Малышева А.Г. Методические основы изучения гигиенической безопасности при эксплуатации бытовых озонаторов // Гигиена и санитария. – 1994. – № 9. – С. 42–46.

УДК 621.331

ГРНТИ 73.29.71

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ

Д.А. Назаров

*Студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: А.Г. Туйгунова

доцент, канд. техн. наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Наименее затратным способом увеличения нагрузочной способности силовых трансформаторов является модернизация системы охлаждения силового трансформатора путем добавления одного или нескольких маслоохладителей. Данный тип модернизация позволяет увеличить нагрузочную способность трансформатора на 20-25 %, при этом не влияя на ускорение термического износа целлюлозной изоляции трансформатора.

Ключевые слова: трансформатор, маслоохладитель, циркуляция масла, тепловой расчет, аэродинамический расчет.

CALCULATION OF THE TRACTION TRANSFORMER COOLING SYSTEM DURING ITS MODERNIZATION

D.A. Nazarov

*Student of specialty 23.05.05 Train traffic support systems,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: A.G. Tuigunova

*Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute,
branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

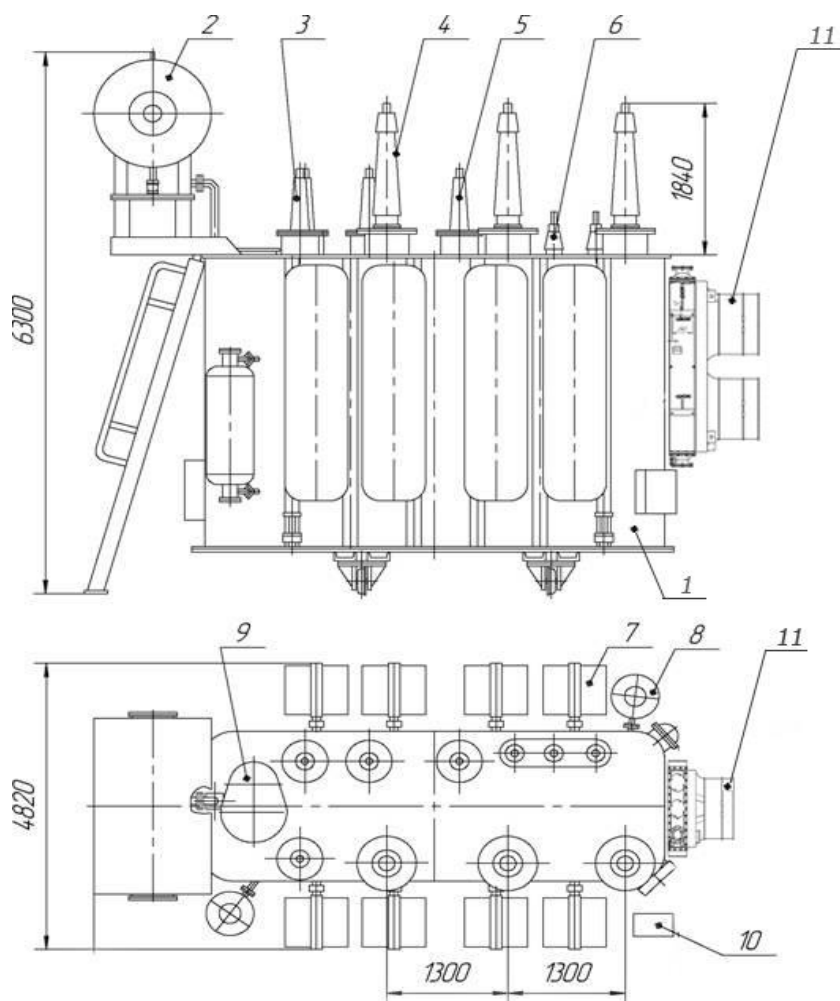
Annotation. *The least expensive way to increase the load capacity of power transformers is to upgrade the cooling system of a power transformer by adding one or more oil coolers. This type of modernization allows to increase the load capacity of the transformer by 20-25%, while not affecting the acceleration of thermal wear of the cellulose insulation of the transformer.*

Keywords: *transformer, oil cooler, oil circulation, thermal calculation, aerodynamic calculation.*

Замена трансформатора на новый с повышенными характеристиками относительно трансформатора, находящегося в эксплуатации, не везде применима, поскольку с увеличением мощности трансформатора растут его габаритные размеры и установка нового трансформатора на старое место не везде возможна [1]. Так же при покупке нового трансформатора возникает проблема с продажей старого за цену соизмеримую степени его износа, которую в свою очередь получить практически невозможно.

Модернизация системы охлаждения трансформатора среди методов модернизации трансформатора с целью увеличения нагрузочной способности является самым экономически выгодным и наименее трудозатратным способом модернизации [2, 3].

Основная суть модернизации заключается в том, что наряду с радиаторами трансформатор оборудуется дополнительными маслоохладителями с системой наружных разветвлённых трубок, обдуваемыми вентиляторами с большой производительностью, по которым принудительно (с помощью насоса) циркулирует масло. Благодаря модернизированному обдуву маслоохладителя улучшается охлаждение масла, следственно обмоток и магнитопровода трансформатора, что увеличивает мощность трансформатора на 20 – 25%. Пример установки охладителя приведен на рисунке.



- 1 – бак трансформатора
- 2 – расширитель
- 3 – ввод "0" ВН
- 4 – ввод ВН
- 5 – ввод НН
- 6 – ввод СН
- 7 – радиатор
- 8 – фильтр
- 9 – термосифонный
- 10 – устройство РПН
- 11 – шкаф
- 12 – охладитель ОДЦ-180

Рисунок – Установка охладителя ОДЦ-180 на примере трансформатора ТДТНЖ-40000/110

При модернизации тягового трансформатора выполняется тепловой расчет охладителя. Для выполнения теплового расчета одного охладителя ОДЦ-180 необходимы исходные данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета охладителя ОДЦ-180

Параметры	Условное обозначение	Значение
Предполагаемая теплоотдача одного охладителя, кВт	P	180
Удельная теплоемкость масла, ккал/кг·град	c_m	0,52
Удельный вес масла, кг/м ³	γ_m	850
Количество масла проходящего через охладитель, м ³ /час	Q_m	70
Количество трубок в ряду, шт.	n_p	20
Количество секций маслоохладителя, шт.	Z	3
Число ходов масла (1-3), шт.	n	3
Температура воздуха, °С	$t_{воз}$	30
Внутренний диаметр трубки, мм ²	$d_{то}$	16,4

Общее количество трубок в охладителе определяется по формуле 1

$$n_{\text{тр}} = n_p \cdot Z, \text{ шт}, \quad (1)$$

где n_p – количество трубок в ряду, $n_p = 20$ шт.

Z – количество секций маслоохладителя, $Z = 3$.

Сечение всех трубок для прохода масла определяется по формуле 2

$$f_{\text{жм}} = \frac{n_{\text{тр}} \cdot \pi \cdot d_{\text{то}}^2}{4 \cdot n} \cdot 10^{-6}, \text{ мм}^2, \quad (2)$$

где $d_{\text{то}}$ – внутренний диаметр трубки, $d_{\text{то}} = 16,4 \text{ мм}$;

n – число ходов масла, $n = 3$.

Скорость масла определяется по формуле 3

$$v_m = \frac{Q_m}{f_{\text{жм}} \cdot 3600}, \frac{\text{м}}{\text{сек}}, \quad (3)$$

где Q_m – количество масла проходящего через охладитель, $Q_m = 70 \text{ м}^3/\text{час}$.

Теплопередача охладителя определяется по формуле 4

$$Q = 860 \cdot P = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Вт}, \quad (4)$$

где P – предполагаемая теплоотдача одного охладителя, $P = 180 \text{ кВт}$.

Разница температуры масла определяется по формуле 5

$$\Delta v_m = \frac{Q}{3600 \cdot c_m \cdot \gamma_m \cdot v_m \cdot f_{\text{жм}}}, \frac{\text{м}}{\text{сек}}, \quad (5)$$

где c_m – удельная теплоёмкость масла, $c_m = 0,52 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$;

γ_m – удельный вес масла в охладителе, $\gamma_m = 850 \text{ кг/м}^3$.

Средняя температура масла определяется по формуле 6

$$v_{\text{мсп}} = v_{\text{воз}} - \frac{\Delta v_m}{2}, ^\circ\text{C}, \quad (6)$$

где $v_{\text{воз}}$ – температура воздуха, $v_{\text{воз}} = 30 ^\circ\text{C}$.

Средняя температура масла после охладителя определяется по формуле 7

$$\Delta v_{\text{м2}} = v_{\text{мсп}} - \frac{\Delta v_m}{2}, ^\circ\text{C}. \quad (7)$$

Тепловой расчет позволяет узнать среднюю температуру масла после охладителя в условиях эксплуатации силового трансформатора.

Мощность электронасоса выбирается по формуле 8

$$N_n = \frac{Q_n \cdot H}{102 \cdot 3600 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

где Q_n – производительность насоса, $Q_n = 63 \text{ м}^3/\text{ч}$;

H – гидравлическое сопротивление, $H = 8157,7 \text{ мм. вод. ст.}$;

η – коэффициент полезного действия насоса, $\eta = 0,54 \%$.

Мощность электродвигателя вентилятора выбирается по формуле 9

$$N_{\text{эв}} = \frac{Q_{\text{эв}} \cdot H}{102 \cdot 3600 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{эв}}$ – производительность электродвигателя, $Q_n = 20000 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$H_{эв}$ – гидравлическое сопротивление, $H = 18,4$ мм. вод. ст;

η – коэффициент полезного действия насоса, $\eta = 0,6$ %.

При помощи данного метода расчетов вычисляется электрическая мощность электродвигателя вентилятора и электронасоса, на основании этих данных komponуется охладитель.

Список использованных источников

1. Голунов, А. М. Охлаждающие устройства масляных трансформаторов / А. М. Голунов. – Москва ; Ленинград : Энергия, 1964. – 152 с. – (Трансформаторы. Выпуск 13).

2. Ожиганов, И. Н. Возможность применения трансформатора с форсированным охлаждением на тяговой подстанции Кемчуг / И. Н. Ожиганов // Молодежная наука Сибирского региона : труды XXII Межвузовской научно-практической студенческой конференции : (19.04.2018, г. Красноярск) : В 2-х т. / под ред. В. С. Ратушняка ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2018 – Т. 1. – С.20-23.

3. Кузьмина, Г. А. Выбор оптимальной мощности трансформаторов на тяговой подстанции / Г. А. Кузьмина // Молодежная наука Сибирского региона : труды XXI Межвузовской научно-практической студенческой конференции : (08.04.2017-14.04.2017, г. Красноярск) : В 2-х т. / под ред. В. С. Ратушняка ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2017 – Т. 1. – С.6-10.

УДК 656.05

ГРНТИ 73.29.86

РАЗВИТИЕ СИГНАЛИЗАЦИИ И СИГНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В.А. Панов

*студент специальности «Системы обеспечения движения поездов»,
УрГУПС, г. Екатеринбург*

Научный руководитель: Ю.В. Могильников

старший преподаватель, УрГУПС, г. Екатеринбург

Аннотация. В статье рассмотрены история появления сигнализации, её модернизация и развитие, виды, классификация сигналов и сигнальных показаний. Проанализировано применение сигнализации в системах автоматики и телемеханики на перегонах и станциях, обеспечивающих безопасность движения поездов.

Ключевые слова. Сигнализация на железнодорожном транспорте, развитие сигнализации, сигнальные показания.

DEVELOPMENT OF SIGNALLING AND SIGNAL INDICATIONS IN RAILWAY TRANSPORT

V.A. Panov

student of the specialty "Train traffic support systems", UrGUPS, Yekaterinburg

Scientific supervisor: Yu.V. Mogilnikov

senior lecturer, UrGUPS, Yekaterinburg

Annotation. The article discusses the history of the appearance of signaling, its modernization and development, types, classification of signals and signal indications. The application of signaling in automation and telemechanics systems at stages and stations ensuring the safety of train traffic is analyzed.

Keywords. Railway signalling, development of signalling, signal indications.

Сигнализация (сигналы) на железнодорожном транспорте служат для обеспечения безопасности движения, чёткой, понятной и видимой организации движения поездов и маневровой работы. Основным сигнальным прибором на железнодорожном транспорте является светофор. Однако стоит помнить, что сигнализация на железнодорожном транспорте – это не только светофоры, но и щиты, диски, семафоры, фонари и другое, что можно отнести к видимым сигналам на железнодорожном транспорте, а ко всему этому, существуют ещё и звуковые сигналы: сирены, гудки, петарды и другое.

Основным периодом в возникновении сигнализации принято считать конец 1830-х годов, 1840-е годы и начало 1850-х годов. Это было время строительства первых железных дорог в России — Царскосельской, С.-Петербурго-Московской.

Главная основа безопасности движения в то время – расписание движения по часам. Поезда двигались с разграничением времени, только днем и с ограниченными скоростями. С ростом интенсивности движения возникла необходимость в сигнализации, стали появляться первые правила (Рисунок 1).

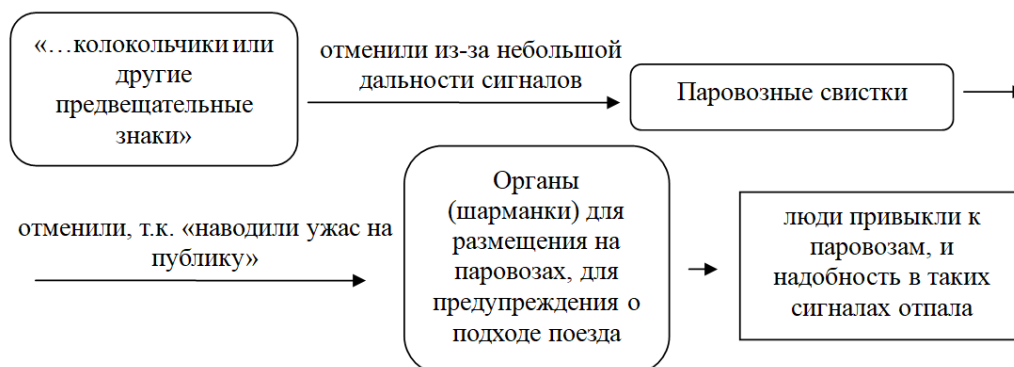


Рисунок 1 - Меры по обеспечению безопасности движения поездов на Царскосельской дороге

Один из пунктов Положений о сигналах и поездах С.-Петербурго-Московской железной дороги гласил: «Два сигнальных щита будут помещены на оконечностях каждой из станций на всем протяжении линии. Первый щит будет зеленый: он неподвижен и требует уменьшения хода. Второй щит будет красный и подвижный. Красный щит, поставленный параллельно дороге, показывает, что станция открыта и въезд свободен. Щит, поставленный перпендикулярно к дороге и лицом к поезду, показывает, что станция заперта».

Позже стало понятно, что «видимых» сигналов было недостаточно. В 1859 г. были введены петарды. Взрыв петарды требовал от машиниста уменьшения скорости до скорости человека, чтобы при необходимости можно было немедленно остановить поезд. Были введены распорядительные сигналы (Рисунок2).

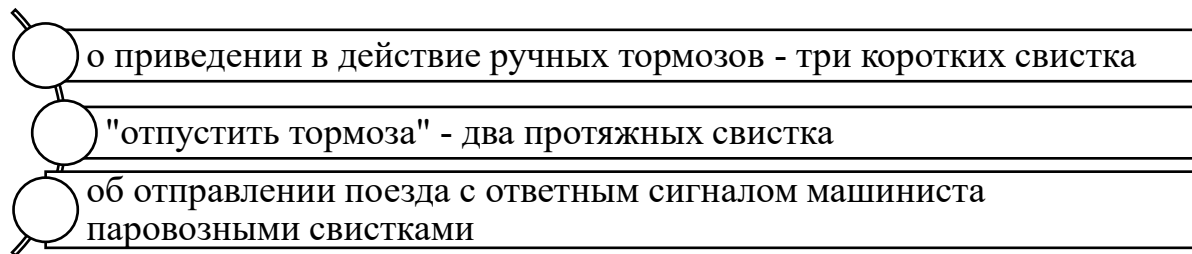


Рисунок 2 - Распорядительные сигналы

К 1860 г. были заложены многие основные принципы сигнализации, сохранившиеся до настоящего времени. В 1873 г. было опубликовано Положение, упорядочивавшее применение красных и зелёных дисков, разрешалось применять семафоры. В начале 70-х годов появилась первая путевая блокировка на участке Петербург — Ораниенбаум.

В 1883 г. были введены новые «Правила движения по железным дорогам», учитывавшие применение блок-системы. С 1895— 1896 гг. начала применяться взаимозаменяющая электрожелезная система. В 1898 г. были изданы «Правила технической эксплуатации» и «Правила сигнализации». В это время не существовало единой системы сигнализации.

Первая система электрической централизации стрелок и сигналов была построена у нас в стране в 1909 г. на станции Витебск Рига-Орловской дороги.

Развитие централизации, блокировки и жезловой систем шло на русских дорогах чрезвычайно медленно. После окончания гражданской войны было решено, прежде всего, внедрять автоблокировку, обеспечивающую высокую пропускную способность линий и безопасность движения. Позднее для крупных станций с большим числом маршрутов была разработана и внедрена конструкция аппарата централизации с электрозащелками без ящика зависимости. Совершенно перестали применяться деревянные семафоры. Широко стало внедряться электрическое освещение семафоров [1,2].

В настоящее время сеть железных дорог страны оснащена современными устройствами автоматики, телемеханики и связи. Дальнейшее развитие транспорта неизбежно вызовет появление новых, еще более совершенных систем. В современности, любые действия, связанные с сигнализацией на железнодорожном транспорте, регламентируются Инструкцией по сигнализации на железнодорожном транспорте РФ.

Сигналы подразделяются на видимые и звуковые. Видимые сигналы выражаются цветом, формой, положением и числом сигнальных показаний. Для подачи видимых сигналов служат сигнальные приборы: светофоры, семафоры, диски, щиты, фонари, флаги, сигнальные указатели и сигнальные знаки.

В настоящее время сигнализация совершенствуется, и происходит модернизация ламповых светофоров на светодиодные. Они обладают рядом преимуществ (Рисунок 3).

малая потребляемая мощность
увеличение срока службы в десятки раз
высокая эксплуатационная надежность
исключение появления ложных сигналов светофора при отражении солнечных лучей
повышенная механическая прочность

Рисунок 3 – Преимущества светодиодных светофоров

Видимые сигналы по времени их применения подразделяются на несколько типов (Рисунок 4).

Круглосуточные

- огни светофоров установленных цветов
- маршрутные и другие световые указатели
- постоянные диски уменьшения скорости
- квадратные щиты желтого и красного цвета

Дневные

- диски, щиты, флаги, крылья семафоров
- сигнальные указатели (стрелочные, путевого заграждения, устройств сбрасывания и гидравлических колонок)

Ночные

- огни установленных цветов в ручных и поездных фонарях, фонарях на шестах, крыльях семафоров и сигнальных указателях

Рисунок 4 – Типы видимых сигналов

Ночные сигналы должны применяться и в дневное время при тумане, метели и других неблагоприятных условиях, когда видимость дневных сигналов остановки менее норм, установленных для светофоров.

Электрожезловая система — способ регулирования движения поездов на участках железных дорог, в которых для разрешения на занятие поездом перегона используется жезл, вручаемый машинисту на станции отправления. На железных дорогах России в 1923—1924 годах появились жезловые аппараты оригинальной конструкции изобретателя Д. С. Трегера.

Для подачи звуковых сигналов служат свистки локомотивов, моторвагонных поездов и специального самоходного подвижного состава, ручные свистки, духовые рожки, сирены, гудки и петарды [3].

Движение поездов в тяжёлых климатических условиях с плохой видимостью, перегонах, пролегающих через местности с различным рельефом и большим количеством кривых различного радиуса, потребовали дублирования показаний напольных светофоров. Это привело к появлению локомотивных светофоров и автоматической локомотивной сигнализации, входящих в состав приборов безопасности на локомотивах [7]. А развитие высокоскоростного движения потребовало внедрения новых сигнальных показаний для необходимого интервала попутного следования поездов [4-6]. Так появилась четырехзначная сигнализация с дополнительным показанием.

В заключение можно сказать, что сигнализация имеет высокую и неотъемлемую значимость, как в системе железнодорожного транспорта, так и в других сферах деятельности. Из истории видно, что на протяжении всей жизни, люди пытались и пытаются модернизировать железную дорогу и сигнализацию на ней. Благодаря сигнализации обеспечивается безопасность движения поездов.

Список использованных источников

1. Википедия: официальный сайт URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. ИСИ : сайт для доступа URL: https://www.вагонник.рф/2017/07/blog-post_15.html
3. Общий курс транспорта: учебное пособие для ВУЗов ж.-д. транспорта / Т. Н. Каликина [и др.]. Москва: УМЦ ЖДТ, 2018. 216 с
4. Галинуров Р.З., Могильников Ю.В. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики в условиях высокоскоростного движения // В сборнике: сборник статей победителей X Международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2017. С. 139-143.
5. Могильников Ю.В., Гундырев К.В., Галинуров Р.З. Системы управления движением поездов в контексте высокоскоростного сообщения // Транспорт Урала. 2017. № 3 (54). С. 35-40.

6. Могильников Ю.В., Нурекенова М.С., Феданов Н.С. Развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта // В сборнике: сборник статей XII международной научно-практической конференции. 2017. С. 71-73.

7. Никитин А.А., Могильников Ю.В. Мониторинг приборов безопасности на локомотивах // В сборнике: сборник статей XII международной научно-практической конференции. 2017. С. 62-64.

УДК 656.2

ГРНТИ 73.29.81

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ SMARTGRID НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д.Н. Пермякова¹, А.М. Гладких², Е.С. Берус³

¹студент, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, г. Москва;

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск.

³студент, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск

Аннотация. В данной работе рассмотрены перспективы применения интеллектуальных сетей электроснабжения Smartgrid. Поскольку распределительные электрические сети и системы электроснабжения железных дорог имеют схожую организацию, то анализ методов выбора интеллектуальных электрических сетей, дает данные о возможностях применения Smartgrid в области железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: железная дорога, интеллектуальные сети, Smartgrid.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF SMART GRID TECHNOLOGIES IN RAILWAY TRANSPORT

D.N. Permyakova¹, A.M. Gladkikh², E.S. murc³

¹ student, Bauman Moscow State Technical University, Moscow;

² Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk;

³ student, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk.

Annotation. In this paper, the prospects of using Smart grid smart power supply networks are considered. Since distribution electric networks and railway power supply systems have a similar organization, the analysis of methods for selecting intelligent electric networks provides data on the possibilities of using Smartgrid in the field of railway transport.

Keywords: railway, intelligent networks, Smart grid.

Введение

В последние годы наблюдается тенденция применения Smartgrid для развития энергетического обеспечения различных объектов промышленности [1]. Выделяют несколько направлений развития интеллектуальных сетей [2]:

1. Альтернативные источники энергии.
2. Устройства автоматизации.
3. Информационное обеспечение центров управления систем электроэнергетики.
4. Оборудование, которое способно подстраиваться под характеристики передачи электроэнергии.

Таким образом, концепция smartgrid позволяет обеспечить электроснабжение различных объектов, в том числе и железнодорожных систем. Данная технология используется для повышения эффективности электроснабжения тяги поездов и других объектов железнодорожной инфраструктуры [3-6]. Особенно использование smartgrid актуально для центров управления движением поездов, так как нарушение работы централизации может привести к ущербу.

Одним из способов создания умных сетей является компьютерное моделирование систем электроснабжения.

В работе [4] приведены результаты компьютерного прогнозирования работы систем электроснабжения (СЭС). В результате было установлено, что реализация СЭС с использованием элементов smartgrid возможна. Оценка эффективности проводилась по показателям качества электроэнергии по отклонениям, несинусоидальности напряжений и их несимметрии. исследование было проведено на наиболее проблемном участке СЭС «два провода – рельс» (ДПР) [7 – 9]. Для моделирования режимов железнодорожных систем была использована программа Fazonord. Схема участка линии «два провода – рельс» приведена на рисунке 1.

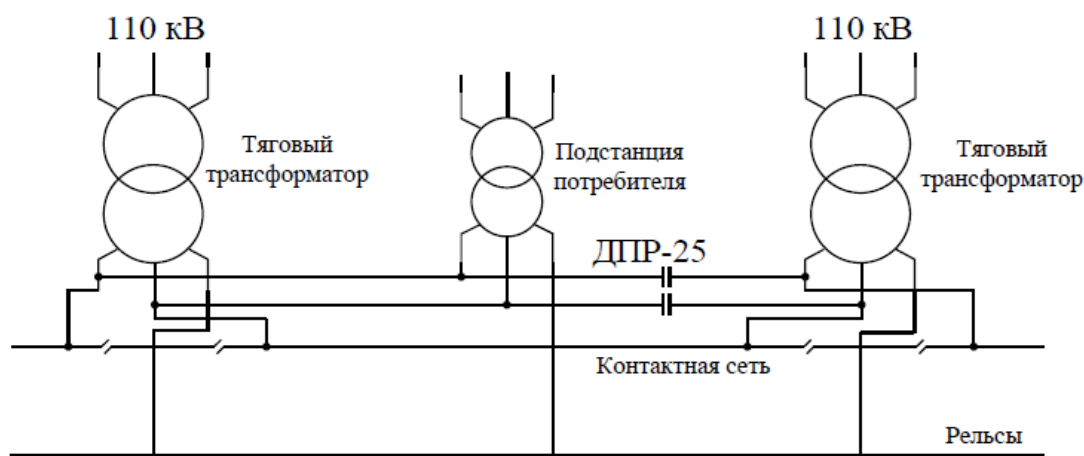


Рисунок 1 – Схема участка линии «два провода – рельс» [4]

В свою очередь участок «два провода – рельс» входит в состав СЭС. На рисунке 2 приведена схема СЭС, включающая две тяговые подстанции и межподстанционную зону.

Стоит отметить, что на базе тяговой подстанции возможна установка специального оборудования – шунтирующих реакторов и статических тиристорных конденсаторов.

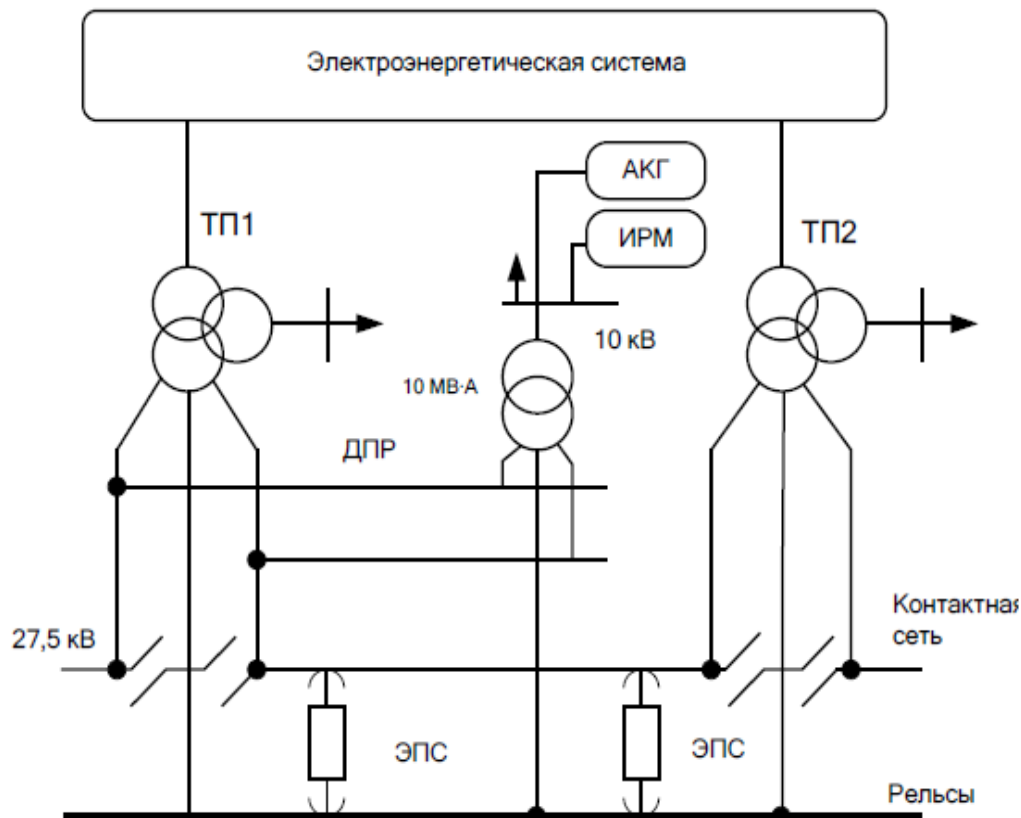


Рисунок 2 – Схема СЭС: ИРМ - управляемые источники реактивной мощности; АКГ - активные кондиционеры гармоник; РГ - установки распределенной генерации; ТП1 – тяговая подстанция 1; ТП2 – тяговая подстанция 2; ДПР – «два провода – рельс»; ЭПС – электроподвижной состав [4]

Системы электроснабжения железнодорожного транспорта имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать в процессе создания цифровой модели:

1. Нестационарность процессов изменения тяговых нагрузок. Это приводит к значительным колебательным напряжениям в шинах ТП.
2. Несимметрия напряжений на шинах ТП, которую вызывает однофазные тяговые нагрузки.
3. Генерация высших гармоник (ВГ) при движении электровоза.
4. Конструктивная несимметрия при реализации схемы «два провода – рельс».
5. Электромагнитное влияние контактной сети на смежную линию электропередачи.

Вывод

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что при помощи компьютерных исследований возможно определить эффективность применения интеллектуальных систем smartgrid в системах электроснабжения (СЭС). Эффективность оценивается по комплексу критерий, приведенных в статье. В результате рассмотрения наиболее проблемной технологической линии «два провода- рельс» было установлено, что качественное электроснабжение нетяговых потребителей возможно реализовать на базе использования различных элементов, таких как активных гармоник и управляемых источников мощности.

Список использованных источников

1. Кобец Б. Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. / ИАЦ Энергия, Москва 2010.
2. Балабанов М. С. Facts-устройства. Выбор при проектировании электрооборудования предприятий : Монография / М. С. Балабанов, Р. Н. Хамитов. – Омск : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет», 2015. – 184 с. – ISBN 9785814920607.
3. Astashkov N. P. Increase of the throughput and processing capacity of the railway line mountain pass section by strengthening the devices of the system of traction power supply / N. P. Astashkov, V. A. Olentsevich, A. R. Akhmetshin, K. V. Suslov, M. G. Shtayger and A. I. Karlina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021. Vol. 1111. C. 012005.
4. Арсентьев Г. О. Управление режимами систем электроснабжения железных дорог на основе технологий интеллектуальных сетей (smart grid) / Г.О. Арсентьев, Ю. Н. Булатов, А. В. Крюков [и др.]. – Иркутск : Иркутский государственный университет путей сообщения, 2019. – 412 с. – ISBN 9785987103722.
5. Денисов А. Е. Smart grid (умные сети) / А. Е. Денисов, П. О. Кошелев // Введение в энергетику : Сборник материалов I Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 17–19 декабря 2014 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2014. – С. 36.
6. Закарюкин В.П., Крюков А.В., Черепанов А.В. Интеллектуальные технологии управления качеством электроэнергии. Иркутск: ИрГТУ, 2015. 218 с.
7. Finochenko T.E. Magnetic effect of traction currents on the quality indicators of the electric power of the DPR system // Vestnik RGUPS. 2006. № 3 (23). P. 90–93.

8. Заруцкая Т.А., Попова Н.А., Сергеев С.С. Анализ технологии производства работ на отключенной секции ДПР при различной конфигурации линии // Транспорт: наука, образование, производство: сб. науч. тр. Ростов-н/Д, 2016, Т. 2. С. 269–271.

9. Akhmetshin A. R. Development of the performance control algorithm of the blower motors of electric locomotives for various operating modes / A R Akhmetshin, K V Suslov, N P Astashkov, V A Olentsevich, M G Shtayger and A I Karlina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2021. Vol. 1111. С. 012001.

УДК 656.2

ГРНТИ 73.29.17

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д.Н. Пермякова¹, А.М. Гладких², Е.С. Берус³

¹студент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

²ИрНИТУ, г. Иркутск.

³студент, ИрНИТУ, г. Иркутск;

***Аннотация.** При анализе причин отказа железнодорожного транспорта было установлено, что одним из факторов, оказывающих влияние на безопасность транспортировки является неправильное крепление груза. От качества размещения груза зависит бесперебойная работа процесса перевозки. В статье предложено создание автоматизированной системы подготовки условий для крепления груза. Система поможет обеспечить безопасность работы транспортной системы в целом, и ее подсистем в частности. Она ориентируется на технические условия, на количество, качество и материал креплений. В статье описаны алгоритмы выбора размещения груза в вагонах и способы крепления грузов с плоской опорой. Внедрение автоматизированных систем в сферу железнодорожных перевозок сделает процесс подготовки грузов к отправке более быстрым.*

***Ключевые слова:** железная дорога, транспортировка грузов, качество транспортировки, автоматизация крепления грузов, крепление грузов, безопасность.*

DEVELOPMENT OF A CARGO SECURING SYSTEM TO IMPROVE TRAFFIC SAFETY DURING RAIL TRANSPORT

D.N. Permyakova¹, A.M. Gladkikh², E.S. Berus³

¹student, Bauman Moscow State Technical University, Moscow;

² Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk.

³student, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk;

Annotation. When analyzing the reasons for the failure of railway transport, it was found that one of the factors affecting the safety of transportation is the incorrect fastening of the cargo. The smooth operation of the transportation process depends on the quality of cargo placement. The article proposes the creation of an automated system for preparing conditions for securing cargo. The system will help to ensure the safety of the transport system as a whole, and its subsystems in particular. It focuses on the technical conditions, the quantity, quality and material of fasteners. The article describes algorithms for choosing the placement of cargo in wagons and methods of securing cargo with a flat support. The introduction of automated systems in the field of rail transportation will make the process of preparing goods for shipment faster.

Keywords: railway, cargo transportation, transportation quality, automation of cargo securing, cargo securing, safety.

Введение

Одним из наиболее важных логистических звеньев в Российской Федерации является транспортная система. Поэтому необходимо, чтобы железнодорожные перевозки работали качественно и бесперебойно. К сожалению, не всегда можно это обеспечить. Так в работах [1-2] рассмотрено весомое влияние колебаний на движение железнодорожного состава. Построив математическую модель, авторы подтвердили, что колебательные процессы, которые неизбежно возникают в следствие движения, тем более по неровным участкам, ухудшает практически все основные свойства подвижного состава. Это может привести к авариям и к выходу из строя целых участков железного пути. Риск аварий увеличивается при неправильном размещении и/или закреплении груза в вагоне. В последние годы риск аварий растет, и эта проблема становится все более значимой. По данным ОАО «РЖД» происшествия во время перевозки груза при помощи железного пути случаются регулярно, а с увеличением количества перевозимых грузов только растет. Рост числа аварий – это, прежде всего, подтверждение неблагоприятной ситуации в сфере железнодорожных перевозок [3].

Основные причины отказа компонентов, входящих в транспортную систему делятся на штатные и нештатные. Штатное взаимодействие характеризуется безаварийностью работы, а нештатное может сопровождать чрезвычайными

ситуациями. Чрезвычайные ситуации – это прежде всего нежелательные, незапланированные события, которые нарушают обычный ход вещей. Как правило, нештатные ситуации происходят за относительно короткий отрезок времени [4].

При анализе отказов в работе [5] было выявлено, что зачастую безопасность транспортных систем и подсистем связано с неправильной подготовкой и креплением грузов. Груз необходимо подготовить к перемещению таким образом, чтобы доставить его в сохранности до места назначения. Кроме безопасности самого груза предъявляются требования и к безопасности движения железнодорожных составов, и к сохранению целостности всей инфраструктуры [6]. Риск, связанный с неправильным креплением груза, в случае наступления приводит к сбоям в работе различных подсистем: маневренной, поездной и грузовой.

Одним из факторов, обеспечивающих безопасность работы железнодорожных перевозок без потерь эффективности, является автоматизация системы технических условий размещения и крепления груза в вагонах и контейнерах [7]. Эскиз размещения, а также крепления груза, в соответствии с Техническими требованиями [8] определяет такие показатели, как качество, количество и размеры крепежных материалов. Также немаловажным требованием является формирование пакета документов, необходимых для отправки груза.

Для того, чтобы автоматизированная система работала слаженно, необходимо знать точные входные данные. К ним относятся габаритные размеры вагона и груза, а именно, ширина, длина и высота. Величины выражены в метрах. Также указывают вес груза, параметры, необходимые для расчета центра тяжести, качество основания вагона, физико-химические параметры гибких элементов. Структура номенклатуры груза показана на рисунках 1 и 2 [4].

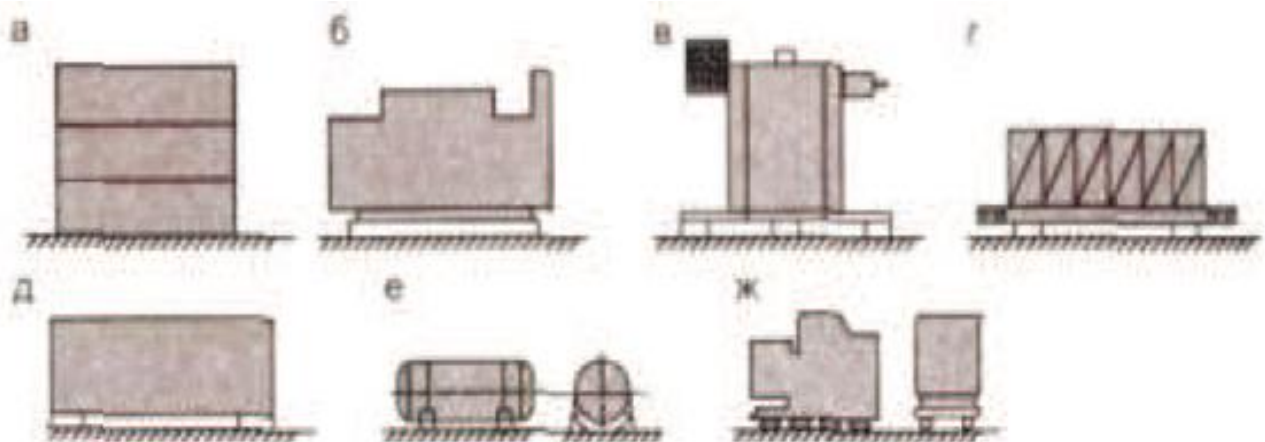
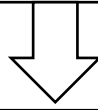


Рисунок 1 – Классификация грузов с плоским основанием: а – груз с плоским основанием; б – груз, расположенный на плоской раме; в – груз на транспортной платформе; г – груз, расположенный на опорных балках; д – груз на отдельных опорах; е – груз на ложементах; ж – груз на салазках [4]

Технические условия погрузки и крепления грузов



1. Требования к размещению и креплению грузов в вагонах и контейнерах.
2. Размещение и крепление лесоматериалов.
3. Технические условия размещения и крепления металлопродукции и лома черных металлов на открытом подвижном составе.
4. Размещение и крепление железобетонных, асбестоцементных изделий и конструкций.
5. Размещение и крепление грузов с плоской опорой.
6. Размещение и крепление грузов цилиндрической формы.
7. Размещение и крепление технических средств на колесном ходу.
8. Размещение и крепление машин на гусеничном ходу.
9. Размещение и крепление универсальных и специализированных контейнеров на открытом подвижном составе.
10. Размещение и крепление длинномерных грузов.
11. Размещение и крепление грузов в открытых вагонах.
12. Размещение и крепление грузов в универсальных контейнерах.

Рисунок 2 – Разновидности груза [5]

Автоматизированная система строится на различных ограничениях, например, на расчете массы груза, его габаритов. Также необходимо выбрать один из трех вариантов загрузки:

1. Через заднюю дверь, как в контейнер.
2. Через боковую дверь, как в вагон.
3. Через верх, как на платформу.

В раздел с размерами груза вводят параметры, задающие геометрию груза. В раздел «Нагрузка» с параметрами необходимо ввести параметры, необходимые для расчета положения центра масс груза. Это два раздела, от которых зависит устойчивость груза при транспортировке, и как следствие сохранность транспортной системы.

Для эффективной работы системы необходимо строго соблюдать технические условия погрузки и крепления грузов. Данные, представленные на рисунке 2, учитывают специфику транспортировки грузов, расширенную информацию о подвижном составе, грузе и так далее.

При помощи автоматизированной системы можно создать схему крепления груза на открытом подвижном составе. Схема представлена на рисунке 3.

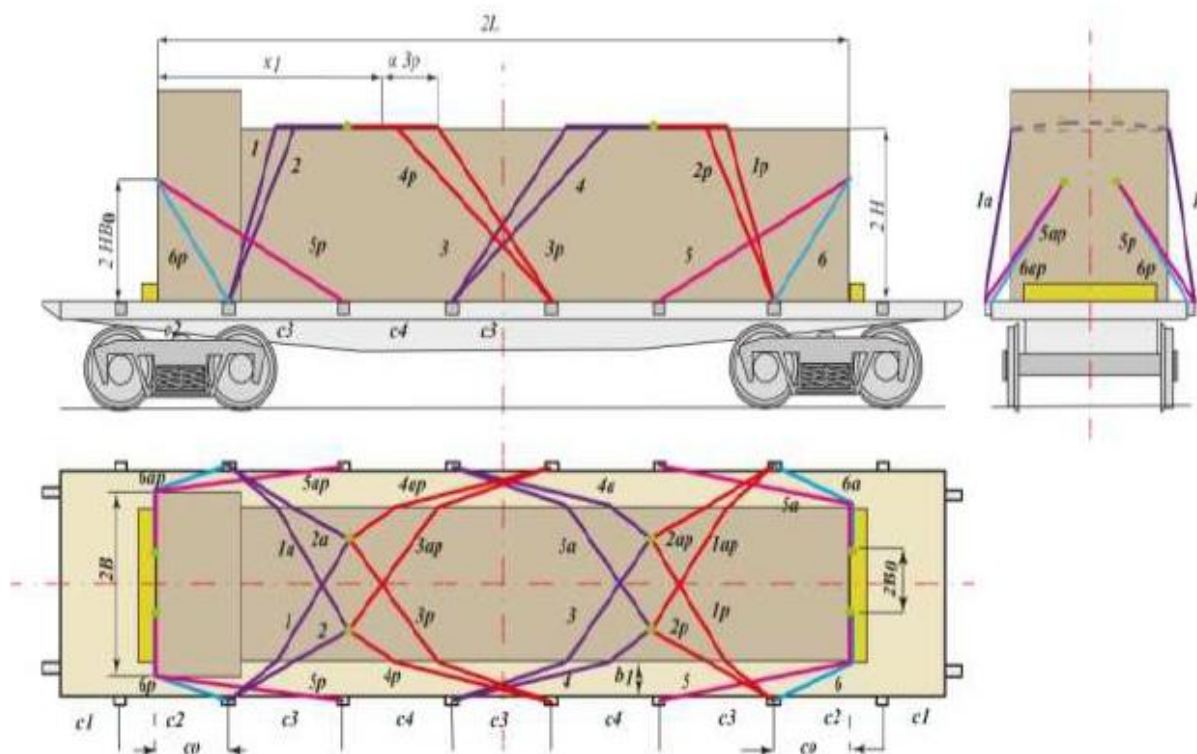


Рисунок 3 – Рекомендуемая схема крепления груза с плоским основанием [5]

В заключение, приведем основные преимущества автоматизированной системы:

1. Снижение вероятности появления ошибок.
2. Снижение трудоемкости процесса, соответствие положения и крепления груза при транспортировке Техническим условиям.
3. Экономия времени.
4. Повышение эффективности и скорости обработки информации.
5. Увеличение прибыли транспортных компаний.

Список использованных источников

1. Гозбенко В. Е. Главные координаты в решении задач вертикальной динамики транспортного средства / В. Е. Гозбенко, А. И. Карлина, С. К. Каргапольцев // Системы. Методы. Технологии. – 2016. – № 3(31). – С. 58-62. – DOI 10.18324/2077-5415-2016-3-58-62.
2. Карлина А. И. Моделирование объектов машиностроения для снижения влияния внешних вибрационных воздействий / А. И. Карлина, В. Е. Гозбенко // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – Т. 20. – № 10(117). – С. 35-47. – DOI 10.21285/1814-3520-2016-10-35-47.
3. Оленцевич В.А. Нарушение условий погрузки и крепления груза на подвижном составе, как фактор увеличения непроизводительных расходов железных дорог // Материалы всероссийской научно-практической конференции преподавателей и аспирантов «Финансовые аспекты структурных преобразований экономики». Иркутск, 2012. С. 115.

4. Оленцевич В. А. Автоматизация выбора безопасного размещения и крепления груза на железнодорожном транспорте / В. А. Оленцевич, В. Е. Гозбенко // Системы. Методы. Технологии. – 2013. – № 2(18). – С. 59-63.
5. Оленцевич В.А., Гозбенко В.Е. Анализ причин нарушения безопасности работы железнодорожной транспортной системы // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Иркутск, 2013. № 1 (37). С. 180–183.
6. Потылкин Е. Н. Влияние требований клиентов железной дороги на конкурентоспособность схем доставки грузов с использованием путей необщего пользования / Е. Н. Потылкин // Наука и образование транспорту. – 2016. – № 1. – С. 116-118.
7. Болотин В. А. Информационные технологии в обеспечении сохранности перевозки грузов на открытом подвижном составе / В. А. Болотин, Н. Г. Янковская // Логистика, грузовая и коммерческая работа: тенденции и перспективы : Сборник научных трудов / Учреждение Российской академии наук Дом ученых им. М. Горького РАН. – Санкт-Петербург : ЮПИ, 2018. – С. 14-26.
8. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах: инструкция. М.: Юртранс, 2005. С. 543.

УДК 621.331

ГРНТИ 73.29.71

ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЕ НА КОНТАКТНЫХ ПРОВОДАХ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМ

М.О. Погодаев

*студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов Красноярского
института железнодорожного транспорта, г. Красноярск*

Научный руководитель: А.Г. Туйгунова

доцент, канд. техн. наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье представлен ряд факторов, влияющих на обледенение проводов контактной сети. Рассмотрена зависимость плотности отложения от температуры воздуха, выделены два основных направления по обнаружению гололедных отложений, основные группы устройств, сигнализирующих о появлении гололеда на проводах за счет изменения определенных физических величин. Рассмотрены некоторые способы по обнаружению гололедных отложений, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: гололедные отложения, контактный провод, датчики, методы диагностики.

ICE FORMATION ON CONTACT WIRES AND WAYS TO DEAL WITH IT

M.O. Pogodaev

student of specialty 23.05.05 Train traffic support systems, Krasnoyarsk Railway Transport
Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.G. Tuigunova Associate

Professor, Candidate of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of
Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. The article presents a number of factors affecting the icing of the wires of the contact network. The dependence of the deposition density on the air temperature is considered, two main directions for the detection of icy deposits are identified, the main groups of devices signaling the appearance of ice on wires due to changes in certain physical quantities. Some methods for detecting icy deposits, their advantages and disadvantages are considered.

Keywords: icy deposits, contact wire, sensors, diagnostic methods.

Контактная сеть должна обеспечивать бесперебойный токосъем при наибольших скоростях на каждом участке железной дороги и при любых атмосферных условиях. Практически это требование означает, что при сильных колебаниях температурных показателей в течение года в резко континентальном климате Красноярского края, образовании гололеда, сильном ветре, максимально допустимой скорости движения электроподвижного состава, установленной графиком движения, не должен нарушаться скользящий контакт между токоприемником и контактным проводом.

Гололедные отложения создают внешние механические нагрузки на провода и опоры контактной сети, последствия трудно устранимы. Для каждой территории в зависимости от климатических условий уровень нагрузок различный. Гололедообразование начинается при оседании на наветренной стороне провода капель тумана, мороси, мокрого снега и увеличивается навстречу ветру. Плотность любого вида гололедных отложений колеблется в широких пределах и зависит как от конкретных метеорологических условий процесса, так и от высоты и особенностей рельефа местности [1]. Однако каждый вид отложения имеет характерные плотности, представленные в таблице 1. На рисунке 1 представлена зависимость плотности отложения от температуры воздуха.

Таблица 1 – Плотность гололедных отложений

Вид гололеда	Характерная плотность, г/см ³
Гололед стекловидный	0,80 – 0,90
Зернистая изморозь	0,10 – 0,60

Кристаллическая изморозь	0,01 – 0,09
Отложения мокрого снега	0,20 – 0,40
Сложные отложения мокрого снега	0,25 – 0,50

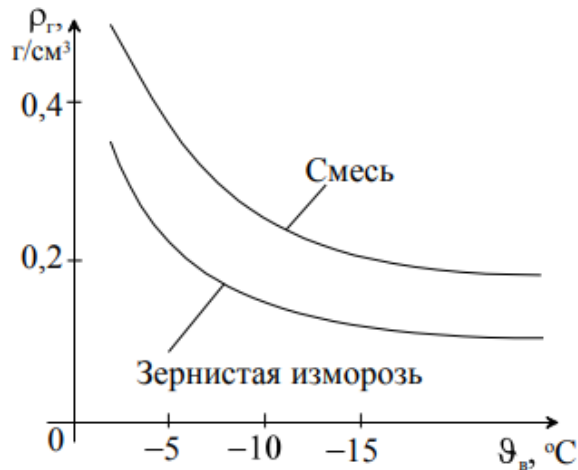


Рисунок 1 – Зависимость плотности отложения от температуры воздуха

Обледенение контактной сети является серьезной помехой в работе железнодорожного транспорта, вызывающее сбои в движении поездов. Отложения гололеда могут вызывать:

- 1) разрегулировку несущего троса и контактного провода и их сближение между собой, а так же при подскоке проводов вследствие неодновременного сброса гололеда;
- 2) интенсивную пляску, вызывающую короткие замыкания между контактным проводом и несущим тросом, в результате повреждения линейной арматуры и креплений;
- 3) значительную перегрузку контактного провода и несущего троса и их обрывы;
- 4) разрушение опор в результате обрыва проводов контактной сети при перегрузке от гололеда, когда возникающие неуравновешенные натяжения на опоры от оставшихся целыми контактного провода и несущего троса значительно превышают расчетные, при этом в сочетании гололеда с сильным ветром.

В настоящее время можно выделить два направления по обнаружению гололедных отложений:

- прогнозирование вероятности возможного образования гололеда, который основывается на метеорологических данных окружающей среды, при учете технических параметров контактной подвески;
- непосредственный контроль, т.е. контроль самого процесса образования гололедных отложений на контактную подвеску с помощью различных датчиков и устройств по его обнаружению.

Можно выделить следующие группы, в которых устройства сигнализируют о появлении гололеда на проводах за счет изменения определенных физических величин:

- 1) устройства, срабатывающие на изменение интенсивности излучения сигнала;
- 2) устройства, срабатывающие на изменение электропроводности проводящего пространства;
- 3) устройства, срабатывающие на изменение времени распространения сигнала;
- 4) устройства, срабатывающие на изменение натяжения провода.

В настоящее время применяются следующие методы устранения гололеда с контактной подвески:

- 1) электротермическое воздействие;
- 2) механическое и электромеханическое воздействие;
- 3) физико-химическое воздействие.

Основные недостатки способов удаления гололеда с проводов:

– при электротермическом воздействии возникают большие затраты на энергию для осуществления плавки. При плавке переменным током отсутствует возможность регулирования тока плавки, что может негативно сказываться на внутренней структуре проводов контактной сети, создавая внутренние деформации при превышении длительно допустимым током [2];

– к основным недостаткам механического и электромеханического способов удаления гололеда можно отнести ограниченность применения устройств по длине линии, невозможность своевременного удаления гололеда, для автоматизированного удаления – высокая стоимость аппаратуры и обслуживания, а для ручного удаления – высокие трудозатраты [3];

– изменение конструктивного исполнения проводов ведет к увеличению их стоимости в несколько раз, что является огромным недостатком данного способа борьбы с гололедом на железнодорожном транспорте.

Более логичным вариантом для обнаружения гололеда на контактной сети является группа устройств, принцип работы которых основан на регистрации времени прохождения импульса сигнала вдоль линии и обратно. В качестве способов удаления гололеда с протяженных линий будут целесообразны способы с электротермическим воздействием.

Список использованных источников

1. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах : учебное пособие / И. И. Левченко, А. С. Засыпкин, А. А. Алилуев, Е. И. Сацук. – Москва : МЭИ, 2007. – 448 с.

2. Оценка опыта эксплуатации и эффективности применения устройства плавки гололеда в энергосистемах : материалы Всесоюзного совещания / А. А. Нейман [и др.]. – Уфа, 1975.

3. Бузаев, И. В. Обзор существующих методов обнаружения гололедно-изморозевых отложений / И. В. Бузаев // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXI Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 07.11.2017 г.). – Красноярск, 2017. – С.12-19.

УДК 621.331

ГРНТИ 73.29.71

ПРИМЕНЕНИЕ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА ТЯЖИН – КАШТАН

М.О. Погодаев

студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов Красноярского института железнодорожного транспорта, г. Красноярск

Научный руководитель: А.Г. Туйгунова

доцент, канд. техн. наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация: В настоящее время увеличение пропускной способности существующих железнодорожных линий является одним из самых актуальных и важных вопросов в инфраструктуре железнодорожного транспорта. Эффективным средством повышения напряжения в тяговой сети является применение установок емкостной компенсации реактивной мощности. Усиление системы тягового электроснабжения участка Тяжин – Каштан позволит обеспечить устойчивую работу электроподвижного состава при увеличении размеров движения поездов.

Ключевые слова: система тягового электроснабжения, поперечная емкостная компенсация, продольная емкостная компенсация, пропускная способность.

THE USE OF CAPACITIVE COMPENSATION TO STRENGTHEN THE TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM OF THE TYAZHIN – KASHTAN SECTION

M.O. Pogodaev

student of specialty 23.05.05 Train traffic support systems Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.G. Tuigunova

Associate professor, Candidate of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute,
branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. *At present, increasing the capacity of existing railway lines is one of the most urgent and important issues in the railway transport infrastructure. An effective means of increasing the voltage in the traction network is the use of capacitive reactive power compensation units. Strengthening the traction power supply system of the Tyazhin – Kashtan section will ensure stable operation of electric rolling stock with an increase in the size of train traffic.*

Keywords: *traction power supply system, transverse capacitive compensation, longitudinal capacitive compensation, throughput.*

При повышении грузонапряжённости на железнодорожном транспорте с пропуском тяжеловесных (в том числе сдвоенных) поездов, а также при организации высокоскоростного движения на электрифицированных участках железных дорог необходимо решать вопросы по усилению существующей системы тягового электроснабжения (СТЭ) с целью повышения уровня напряжения в контактной сети при максимальных тяговых нагрузках и увеличения пропускной способности линии.

Участок Тяжин – Каштан протяженностью 52 км имеет множество перепадов высот, что сказывается на профиле пути, вследствие чего сложно обеспечивать пропускную способность поездов и поддерживать необходимый уровень напряжения в контактной сети при существующей схеме системы тягового электроснабжения. Основным ограничивающим параметром данного участка является низкое напряжение в контактной сети. При существующей схеме системы тягового электроснабжения движение пассажирских и грузовых поездов организовано с межпоездным интервалом до 13 мин. На участке Тяжин – Итат по второму пути смонтирован усиливающий провод марки 1А-185. При пропуске тяжеловесных поездов (12000 т) минимальное напряжение на токоприёмнике электровоза составляет 20,23 кВ, что не соответствует минимально допустимому значению (21 кВ). Следовательно, необходимо применить усиление СТЭ.

Наиболее действенным средством повышения напряжения в тяговой сети является применение установок емкостной компенсации реактивной мощности. С целью усиления СТЭ участка предлагается следующие варианты:

1. Монтаж устройства продольной емкостной компенсации (УПК) на тяговой подстанции Тяжин в фазу «с» мощностью 4800 кВАр в рассечку контактной сети последовательно с нагрузкой. Ток нагрузки будет протекать через емкостное сопротивление УПК, падение напряжения на котором компенсируется падением напряжения на индуктивных сопротивлениях сети.

УПК уравнивает реактивную составляющую потерь напряжения в трансформаторах и сети внешнего электроснабжения. УПК компенсирует реактивную составляющую потери напряжения в трансформаторах и сети внешнего электроснабжения, при этом напряжение стабилизируется на уровне номинального на обоих плечах питания, симметрируются напряжения на шинах тяговых подстанций.

При наличии УПК полное сопротивление сети за точкой её включения (1):

$$Z = R_{\Sigma} + j \cdot (X_{\Sigma} - X_{\text{УПК}}), \quad (1)$$

где $X_{\text{УПК}}$ – емкостное сопротивление УПК, Ом;

X_{Σ} – индуктивное сопротивление сети внешнего электроснабжения и тягового трансформатора, $X_{\Sigma} = X_c + X_{\text{тг}}$ Ом;

R_{Σ} – активное сопротивление, Ом.

Потеря напряжения при наличии УПК (2):

$$\Delta U = I_{\text{н}} \cdot X_{\Sigma} \cdot \sin \varphi_{\text{н}} + I_{\text{н}} \cdot R_{\Sigma} \cdot \cos \varphi_{\text{н}} - I_{\text{н}} \cdot X_{\text{УПК}} \cdot \sin \varphi_{\text{н}}, \quad (2)$$

где $I_{\text{н}}$ – тяговый ток нагрузки;

$\varphi_{\text{н}}$ – угловой сдвиг между тяговым током и напряжением.

Вектор падения напряжения на емкостном сопротивлении УПК $\Delta U_{\text{УПК}} = -j \cdot I_{\text{н}} \cdot X_{\text{УПК}}$ сдвинут по фазе на 180° от вектора падения напряжения на индуктивном сопротивлении сети $\Delta U_c = j \cdot I_{\text{н}} \cdot X_{\Sigma}$.

УПК генерирует незначительную емкостную реактивную мощность пропорциональную квадрату тока (3)

$$Q_{\text{УПК}} = I^2 \cdot X_{\text{УПК}}, \quad (3)$$

которая при больших нагрузках в зависимости от емкостного сопротивления УПК составляет 10 – 15% от величины потребляемой реактивной мощности.

2. Монтаж устройства фильтрации и компенсации (ФКУ) – поперечной емкостной компенсации – на ПС Бурдасский мощностью 7200 кВАр параллельно нагрузке. В результате емкостная мощность равномерно распределяется по всем трем фазам, компенсируя передачу реактивной мощности от источника к потребителю. ФКУ обеспечит выполнение следующих функций: компенсация реактивной мощности тяговой нагрузки; усиление системы тягового электроснабжения; снижение потери мощности в тяговой сети; улучшение качества электроэнергии по несимметрии и несинусоидальности.

В результате вышеуказанного усиления обеспечивается интенсификация перевозочного процесса путём организации тяжеловесного движения поездов с

минимальными интервалами движения по условиям автоблокировки 10 минут и увеличивается пропускная способность тягового электроснабжения.

На рисунке 1 приведена схема СТЭ межподстанционной зоны Тяжин – Каштан с усиливающим проводом и предлагаемыми вариантами установок емкостной компенсации.

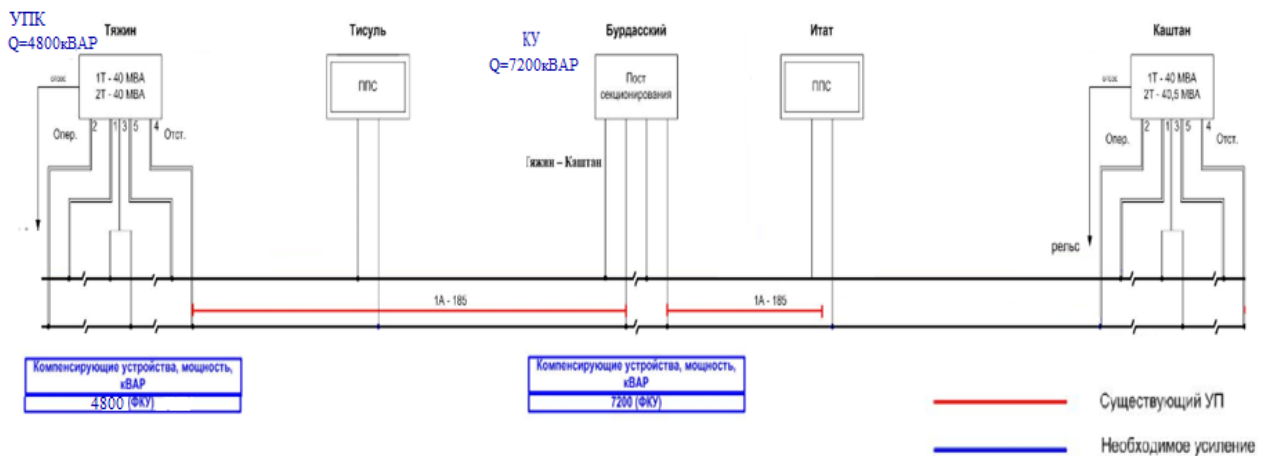


Рисунок 1 – Схема системы тягового электроснабжения участка Тяжин – Каштан с усилением

В таблице 1 приведена сравнительная оценка основных рабочих режимов работы участка Тяжин – Каштан с мероприятиями по усилению СТЭ.

Таблица 1 – Сравнение основных рабочих режимов работы участка Тяжин – Каштан с установками емкостной компенсации

Схема СТЭ	Пакет поездов, масса	Путь	Минимальное напряжение, кВ	Среднее напряжение, кВ
УПК на ТП Тяжин	Грузовые 6300 т, 7100 т	1	22,13	22,43
		2	21,98	22,10
	Грузовые 6300 т, 12000 т	1	22,57	22,72
		2	21,29	21,86
	Грузовые 7100т, 12000 т	1	22,45	22,84
		2	21,13	21,74
ФКУ на ПС Бурдаский	Грузовые 6300 т, 7100 т	1	22,96	23,53
		2	22,78	23,10
	Грузовые 6300 т, 12000т	1	22,54	22,78
		2	21,67	22,62
	Грузовые 7100т, 12000 т	1	22,70	22,94
		2	21,43	22,18
ФКУ на ПС Бурдаский и УПК на ТП Тяжин	Грузовые 6300 т, 7100 т	1	23,82	23,94
		2	22,70	23,08
	Грузовые 6300 т, 12000 т	1	23,26	23,43
		2	22,15	22,88
	Грузовые 7100 т, 12000 т	1	23,12	23,53
		2	22,93	23,18

Анализ предлагаемых вариантов усиления СТЭ участка показывает, что при монтаже устройства поперечной емкостной компенсации на посту секционирования Бурдасский уровень напряжения на токоприемнике электровоза увеличится в среднем на 1 кВ, а при применении продольной емкостной компенсации на тяговой подстанции Тяжин – на 2 – 3 кВ. Суммарный эффект от применения емкостной компенсации составит 3 – 4 кВ, что позволит обеспечить устойчивую работу электроподвижного состава при увеличении размеров движения по главному ходу Красноярской железной дороги.

Список использованных источников

1. Емкостная компенсация // lokomo.ru, железные дорог : [сайт]. – Текст : электронный. – URL: <http://lokomo.ru/elektrosnabzhenie/emkostnaya-kompensaciya.html> (дата обращения: 06.04.2021).
2. СТО РЖД 1.07.002-2010. Инфраструктура железнодорожного транспорта на участках обращения грузовых поездов повышенного веса и длины. Технические требования : утв. распоряжением ОАО "РЖД" от 25.11.2010 № 2412р (ред. от 18.04.2016). – Текст : электронный. – URL:http://irbis.krsk.irkutsk.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Image_file_name=%5CFul%5C528_bem.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1 (дата обращения: 06.04.2021).
3. Самсонов, А. В. Повышение энергетических характеристик участка Крупская – Курагино / А. В. Самсонов // Молодежная наука : труды XXIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции (г. Красноярск, 17.04.2020 г.) : в 4-х томах / отв. ред. В. С. Ратушняк ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2020. – Т. 1. – С. 118-122.

УДК 339.3:656.2

ГРНТИ 73.29.41

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЛИЗИНГА ЛОКОМОТИВОВ

Д.Д. Попов

(специальность 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны)), КТЖТ КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: Е.И.Банкерова

(преподаватель, КТЖТ КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск)

Аннотация. В данной статье рассказывается о внедрении лизинга в локомотивное хозяйство России; указываются основные причины появления быстрого роста лизинга на железнодорожном транспорте; рассматриваются основные компании – лизингодатели и основные лизингополучатели,

предприятия для ремонта тягового подвижного состава, основные локомотивы, поступающие к лизингодателю; анализируется основной метод исследования локомотивов-анализ рынка лизинга локомотивов; исследуются вопросы технического обслуживания и ремонта

Ключевые слова: лизинг локомотивов, рынок лизинга локомотивов, лизинг на железнодорожном транспорте, локомотивное хозяйство.

REGULATION OF LOCOMOTIVE LEASING

D.D. Popov

specialty 23.02.06 Technical operation of railway rolling stock (wagons)), Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: E.I. Bankerova

teacher, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. This article describes the introduction of leasing into the locomotive economy of Russia; the main reasons for the rapid growth of leasing in railway transport are indicated; the main lessor companies and main lessees, enterprises for the repair of traction rolling stock, the main locomotives coming to the lessor are considered; the main method of locomotive research is analyzed-analysis of the locomotive leasing market; issues of maintenance and repair are investigated

Keywords: locomotive leasing, locomotive leasing market, leasing on railway transport, locomotive economy.

Для многих транспортных компаний, одним из самых выгодных способов расширения и обновления подвижного и тягового состава, является лизинг. Понятие лизинга на железнодорожном транспорте России появилось в следствии реорганизации 1 октября 2003 года Министерства Путей Сообщения и передаче Открытому Акционерному Обществу «Российские Железные Дороги» (далее ОАО «РЖД») функций управления железнодорожным транспортом.

Однако первые попытки осуществления лизинговых сделок предпринимались ещё в конце 1960-х годов в СССР, но не были актуальными, ввиду главенства государственной собственностью над частной. Сегодня лизинг железнодорожного транспорта, в условиях огромной конкуренции, становится самым востребованным у лизингополучателей, хотя и является достаточно рискованным, ввиду колебания цен и спроса на подвижной состав. Основными причинами возникновения быстрого развития лизинга на железнодорожном транспорте РФ являются [1,с.15]:

- экономичность;
- долгий срок финансирования;
- возможность уплаты НДС постепенно в составе лизинговых платежей;
- покупка без вложения собственных средств;

- есть возможность построить гибкий график платежей с учетом сезонных колебаний или других особенностей деятельности компании, которая является получателем лизинга.

Третий рынок по объему нового бизнеса занимает тройка лидеров – "Сбербанк Лизинг" (207 млрд руб.), Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК, 202 млрд руб.) и группа компаний "ВТБ Лизинг" (133 млрд руб.). В настоящее время, в компании ОАО «РЖД» имеет в наличии: моторвагонный подвижной состав, пассажирские, маневровые и грузовые локомотивы, путевая техника, которые были приобретены в 2003-2008 годах у отечественных производителей железнодорожного подвижного состава и техники (такие как «Новочеркасский электровозостроительный завод», «Брянский машиностроительный завод» и другие).

На сегодняшний день на железную дорогу поставляются семь новых локомотивов с коллекторным тяговым приводом – грузовые электровозы переменного тока 2ЭС5К «Ермак», пассажирские электровозы ЭП2К, маневровые тепловозы ТЭМ18Д и ряд других образцов локомотивов.

Данный вид инвестиционной деятельности позволил компании сэкономить около 15 млрд. рублей за каждый год эксплуатации (в случае покупки), что в свою очередь позволило снизить нагрузки на бюджеты дочерних обществ, чья деятельность имеет социальную направленность и низкий уровень рентабельности. В случае отсутствия внедрения данного вида инвестиционной деятельности, можно предположить, что малая часть вложений перешла бы на пассажира и грузоотправителя, путем увеличения тарифов на перевозки.

В связи с возросшим количеством перевозимых грузов частными перевозчиками, потребовались мощные локомотивы, которые смогли бы сократить издержки и снизить время погрузки и выгрузки груза. Из-за отсутствия электрификации большого количества путей необщего пользования, огромной популярностью пользуются маневровые и магистральные тепловозы серии: ТЭМ2, ТЭМ7, ТГМ6, 2ТЭ116, производства Брянского и Людинового машиностроительных заводов. Эти локомотивы приобретаются такими промышленными гигантами как: «Новолипецкий металлургический комбинат», «Северсталь», «Магнитогорский металлургический комбинат», «СУЭК» (которые на данный момент уже имеют в своем парке от 10 локомотивов), а также мелкие предприятия, специализирующиеся на погрузке и выгрузке грузов и не имеющие огромных средств, для приобретения в собственность мощных, а как следствие-дорогих локомотивов.

В следствии большого роста лизинга огромная ответственность за обеспечение безопасности движения поездов возложена на работников локомотивного депо (слесарей по ремонту), а во время эксплуатации и на локомотивные бригады - машинистов и их помощников. От их своевременной

реакции на поломку, ограждение состава, поиск неисправности зависит весь график движения поездов на участке, порой и не с самым легким профилем пути [2, с.3].

При этом, при невозможности устранения неисправности оборудования локомотивов на перегоне (вызывается вспомогательный локомотив с ближайшего подразделения), мы получим огромные задержки в графике движения более часа, что недопустимо для грузоотправителя и грузополучателя.

Чтобы снизить риск вынужденных задержек локомотивов, распоряжением ОАО «РЖД» №ЗР от 17.01.2005 г. установлена система технического обслуживания и текущих ремонтов, для поддержания локомотивов в исправном состоянии на железных дорогах России. Техническое обслуживание представляет собой комплекс мероприятий по поддержанию работоспособности и исправности локомотивов. На данный момент существуют несколько видов технического обслуживания и ремонта:

Техническое Обслуживание ТО-1(ежедневно при смене бригады, при экипировке локомотивов).

Техническое Обслуживание ТО-2 (на пунктах технического обслуживания.

Техническое Обслуживание ТО-3(проводится один раз в месяц).

Техническое Обслуживание ТО-4 (для обточки бандажей без выкатывания из-под локомотива).

Техническое Обслуживание ТО-5а (перед консервацией).

Техническое Обслуживание ТО-5б (подготовка для транспортировки локомотива не своим ходом).

Техническое Обслуживание ТО-5в (принятие локомотива, транспортированного не своим ходом).

Техническое Обслуживание ТО-5г (после расконсервации).

Текущий Ремонт ТР-1 (не реже одного раза в шесть месяцев).

Текущий Ремонт ТР-2 (не реже одного раза в два года).

Текущий Ремонт ТР-3 (не реже одного раза в четыре года).

Средний Ремонт СР (не реже одного раза в восемь лет).

Капитальный Ремонт КР (не реже одного раза в шестнадцать лет).

Если вагоноремонтных предприятий в России насчитывается более сотни, то рынок ремонта тягового подвижного состава ремонтируют компании «СТМ-сервис», «ТМХ-сервис» и «Желдорремаш». «СТМ-Сервис» образован АО «Синара» -Транспортные машины» ГК «Синара», который восстанавливает все локомотивы производства «Трансмашхолдинг», крупнейшего российского производителя этой техники.

В завершении моей работы необходимо отметить, что на данный момент лизинг является наиболее актуальным и наиболее экономическим вложением в условиях пандемии, по сравнению с арендой и покупкой.

Список использованных источников

1 Тыщенко А.И. Правовое обеспечение профессиональной деятельности: Учебник для студ. СПО / А.И. Тыщенко // М.: РИОР, 2015 - 224 с.

2 Находкин В.М. Технология ремонта тягового подвижного состава: учеб. для ССУЗов ж.-д. трансп. / В. М. Находкин, Р. Г. Черепашенец. // М.: Транспорт, 1998. - 462 с.

УДК 621.316

ГРНТИ 44.29.31

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО
СЕКЦИОНИРОВАНИЮ ПРОДОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
УЧАСТКА АЧИНСК – ЛЕСОСИБИРСК**

Д. И. Пшеничникова

*студент специальности «Системы обеспечения движения поездов»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: А. А. Дружинина

канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Статья посвящена одной из основных проблем электроэнергетики – частые аварийные отключения на участках контактной сети и воздушных линий электропередачи (ВЛЭП) среднего напряжения. В качестве объекта исследования рассмотрен железнодорожный участок Ачинск – Лесосибирск. Эффективным решением проблемы является установка реклоузеров, обеспечивающих автоматическое управление и защиту воздушных линий электропередачи от перегрузок и коротких замыканий. Основное преимущество реклоузеров – возможность наладить стабильную работу сети без участия человека, что особенно актуально для труднодоступных и удаленных участков.

Ключевые слова: реклоузер, воздушные линии электропередачи, повышение надежности.

**MODERN TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE SECTIONING OF THE
LONGITUDINAL POWER SUPPLY OF THE ACHINSK – LESOSIBIRSK
SECTION**

D. I. Pshenichnikova

*Student of the specialty «Train traffic support systems», Krasnoyarsk Railway Transport Institute,
branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Scientific Supervisor: A. A. Druzhinina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotatoin: *The article is devoted to one of the main problems of the electric power industry – frequent emergency shutdowns in the sections of the contact network and overhead power transmission lines (OPTL) of medium voltage. The Achinsk – Lesosibirsk railway section is the object of research. An effective solution to the problem is the installation of reclosers that provide automatic control and protection of overhead power lines from overloads and short circuits. The main advantage of reclosers is the ability to ensure the stable functioning of the network without human intervention. This is especially important for hard-to-reach and remote areas.*

Keywords: *recloser, overhead power lines, increased reliability.*

Одной из основных проблем электроэнергетики на сегодняшний день является возникновение частых аварийных ситуаций на участках контактной сети и воздушных линий электропередачи (ВЛЭП) среднего напряжения. Это обусловлено значительной протяженностью сетей и большим износом присоединенного к ним оборудования потребителей [1].

Железнодорожная ветка Ачинск – Лесосибирск, протяженность которой составляет 274 км, включая 10 станций, была введена в эксплуатацию более 50-ти лет назад. Ветка в основном ориентирована на грузовые перевозки. Пропускная способность – 14 пар поездов в сутки.

На рисунках 1 и 2 представлены схемы электроснабжения участков Лесосибирск – Малая Кеть и Малая Кеть – Ачинск, а также статистика повреждений в период с 2016 по 2020 годы.

Как видно из рисунков 1 и 2, протяженность воздушных линий между станциями большая; при коротком замыкании на линии до выделения поврежденного участка обесточивается весь участок между питающими фидерами. Ситуацию усугубляет давний капитальный ремонт некоторых перегонов, а также тот факт, что данный участок железной дороги проходит по лесной труднодоступной местности. При отключении какого-либо участка аварийным службам приходится добираться до места аварии по автомобильным дорогам, которые находятся на значительном расстоянии от железнодорожных путей, что увеличивает время обнаружения повреждения.

Каждое повреждение приводит к отключению части участка, и, поэтому требуется установка потребителей секционирующих устройств, автоматически отделяющих аварийную линию от общей электросети.

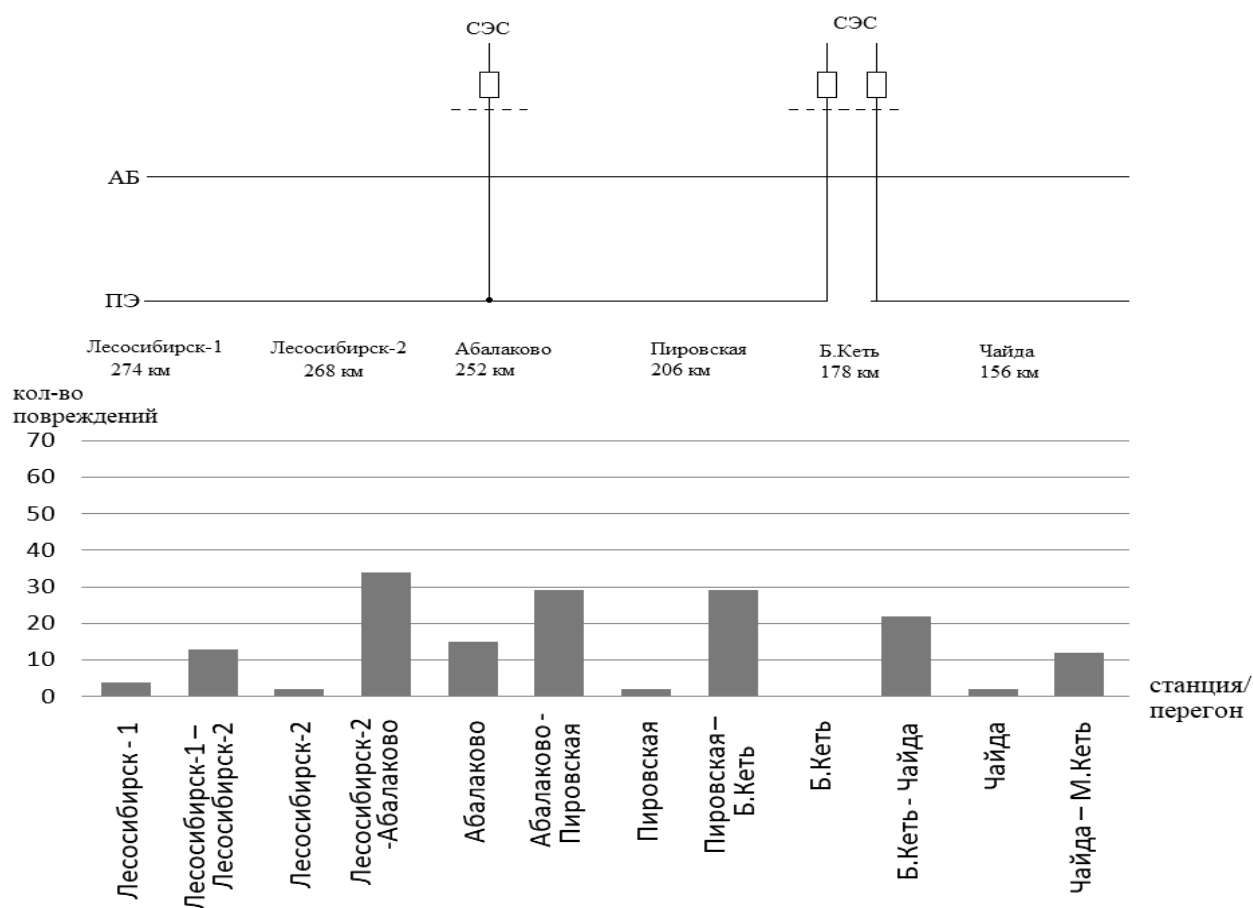


Рисунок 1 – Участок Лесосибирск – Малая Кеть

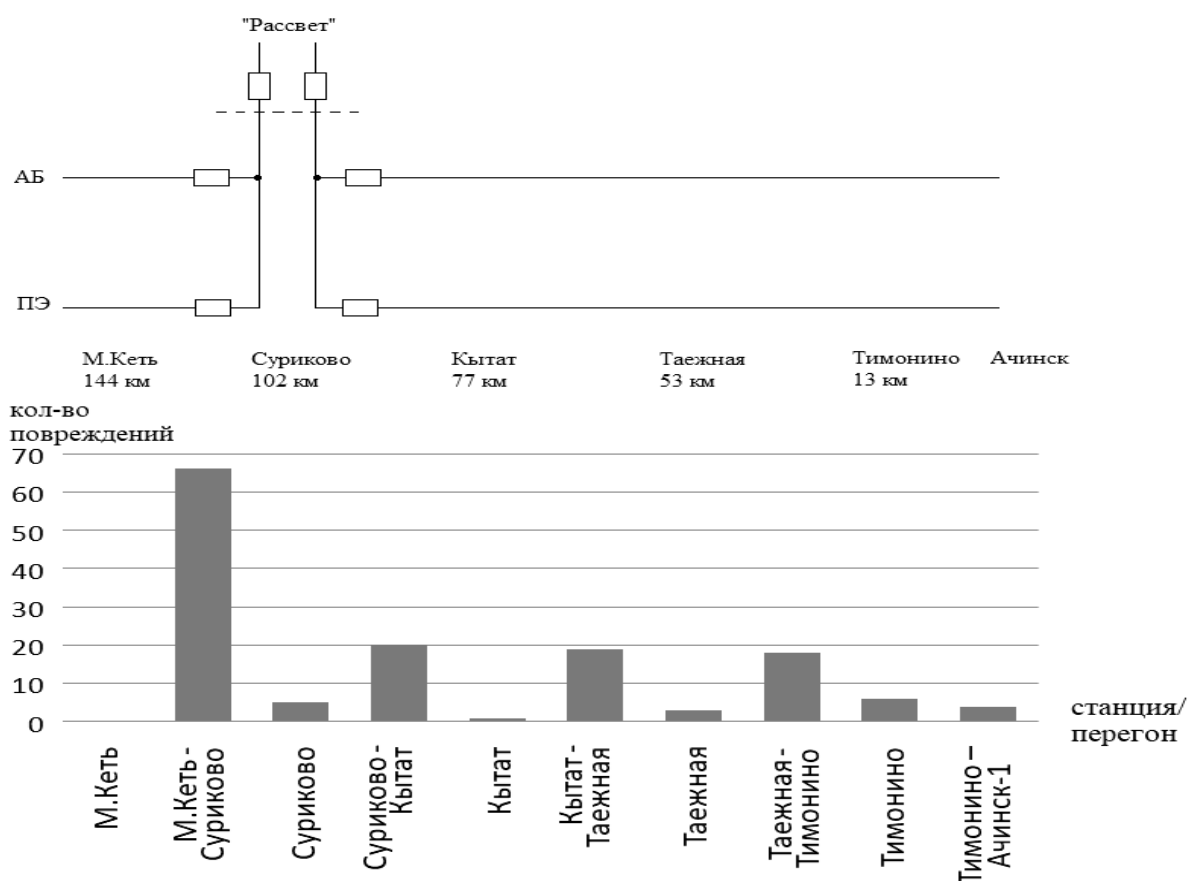


Рисунок 2 – Участок Малая Кеть – Ачинск

Для решения поставленной задачи предлагается установить устройства автоматического управления и защиты ЛЭП от перегрузок и коротких замыканий – реклоузеры. С их помощью воздушные линии электропередачи делятся на отдельные участки, в каждом из которых устанавливается интеллектуальное устройство, анализирующее в реальном времени параметры работы сети и автоматически осуществляющее локализацию места повреждения, а также восстанавливающее электроснабжение потребителей неповрежденных участков сети согласно заранее запрограммированному алгоритму [2].

Основным элементом реклоузера (рисунок 3) является вакуумный выключатель, управляемый специализированным микропроцессором, который позволяет автоматически, по заранее установленному алгоритму отключать и повторно включать цепи переменного тока [2]. Приспособление также позволяет осуществлять мониторинг, учет характеристик, параметров электросетей [3].

Анализ участка Ачинск – Лесосибирск показал, что наиболее нуждающийся в установке реклоузеров является перегон Малая Кеть – Суриково, на котором чаще всего происходят аварии. Для автоматизации линии на данном участке достаточно ограничиться четырьмя реклоузерами.



Рисунок 3 – Внешний вид реклоузера

При проектировании для расчета уставок защит применяется классический подход. Малая ступень селективности реклоузеров (порядка 0,1–0,2 с) позволяет в целом применить традиционный принцип согласования защит по времени [3].

Применение реклоузеров на участке Ачинск – Лесосибирск позволит автоматически выделять поврежденные участки воздушных линий и, как следствие, минимизировать время отключения электроэнергии потребителей и выделения поврежденных участков. Благодаря заметному сокращению времени

поиска и локализации повреждения, выделения участка меньшей длины, достигается оптимизация работы оперативного персонала.

Список использованных источников

1. Хасанзянов, Б. Ф. О реклоузерах // Молодой ученый. 2014. № 7 (66). С. 188 – 190.
2. Сысоев И. И., Шевцов И. И., Сысоев М. А., Аксенов М. П. Реклоузеры – будущее электроснабжения // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности : материалы Всероссийской научно-практической конференции / Орел, 2017. С. 219 – 220.
3. Воротницкий В., Бузин С. Реклоузер – новый уровень автоматизации и управления ВЛ 6(10) кВ // Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание. 2005. № 3 (33). Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh/2005/33/11.php> (дата обращения 11.02.2021).

УДК 621.38

ГРНТИ 47.14.17

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УПРАВЛЯЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

М.А. Резвицкий

Специальность: 23.02.06, эксплуатация подвижного состава по отраслям (локомотивы). Красноярский техникум железнодорожного транспорта. КРИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: В.В. Иванов

преподаватель КТЖТ КРИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Профессия машиниста электропоезда включает в себя множество необходимых студенту знаний и умений. Одно из важных, позволяющих заставить поезд сдвинуться с места – умение работать с тиристорными преобразователями и тиристорными регуляторами электровоза. Навыки работы с электронными схемами приобретаются при изучении процессов на наглядном пособии. Для повышения качества подготовки и конкурентоспособности студентов было разработано наглядное пособие в виде стенда с полупроводниковым управляемым выпрямителем.

Ключевые слова: управляемый выпрямитель, тиристор, схема управления, угол регулирования.

MODELING THE OPERATION OF A CONTROLLED RECTIFIER

M.A. Rezvitsky

Specialty: 23.02.06, operation of rolling stock by industry (locomotives). Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific Supervisor: V.V. Ivanov,

teacher, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk

Annotation: The profession of an electric train driver includes a lot of knowledge and skills necessary for a student. One of the most important ways to make the train move is the ability to work with thyristor converters and thyristor regulators of an electric locomotive. The skills of working with electronic circuits are acquired by studying the processes on the visual aid. To improve the quality of training and competitiveness of students, a visual aid was developed in the form of a stand with a semiconductor controlled rectifier.

Key words: controlled rectifier, thyristor, control circuit, control angle.

В качестве наглядного пособия на занятиях по этой теме может использоваться переносной демонстрационный стенд, собранный студентами под руководством преподавателя. Такой стенд позволяет углубить и закрепить знания студентов по теме «Управляемые выпрямители». В данную тему входят такие понятия: тиристор, диод, конденсатор, добавочный резистор, делитель напряжения, углы регулирования. Студентами было выполнено 2 варианта данного наглядного пособия: в виде стенда и в виде компьютерной модели.

По простоте конструкции, наглядности и степени усвоения процессов происходящих при работе управляемого выпрямителя студентами стенд не имеет аналогов.

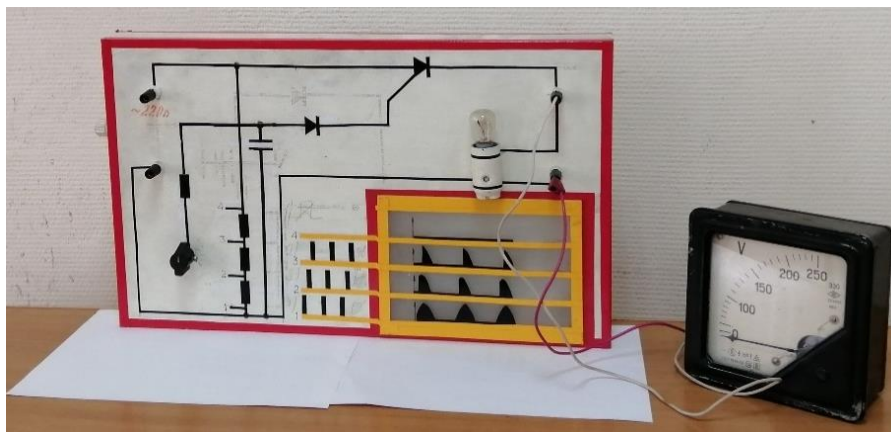


Рисунок 1 – Стенд управляемого выпрямителя

Конструкция, показанная на рисунке 1, является вышеупомянутой моделью управляемого выпрямителя. Она имеет следующие характеристики:

Длина – 500 мм;

Ширина – 300 мм;

Толщина - 50 мм;

Масса – 0.8 кг;

Напряжения питания, от сети $U = 220 \text{ В}$, $F = 50 \text{ Гц}$, $P_{\max} = 500 \text{ Вт}$;

Результаты измерений на стенде:

U выходной 1 = 0 В - нет входного импульса.

U выходной 2 = 170 В - при угле регулирования 90°

U выходной 3 = 190 В - при угле регулирования 30°

U выходной 4 = 220 В - при угле регулирования 0°

Как можно видеть и характеристик установки, она достаточно лёгкая и для её применения необходима лишь обыкновенная розетка, что упрощает развёртывание. Стенд разборный, все элементы схемы легко заменяемы.

Достоинством стенда является также то, что индикация зависимости величины выходного напряжения от угла регулирования осуществляется несколькими способами:

1. Визуально по яркости свечения лампы накаливания (нагрузка)
2. По показаниям вольтметра, что позволяет построить экспериментальную кривую: $U_{\text{выходное}} = \Psi(\alpha)$

Индикация формы волны на выходе из выпрямителя осуществляется при помощи нанесённых на стенд изображений четырёх синусоид тока, подсвечиваемых в зависимости от выбранного угла регулирования.

Электрическая схема управляемого выпрямителя показана на рисунке 2.

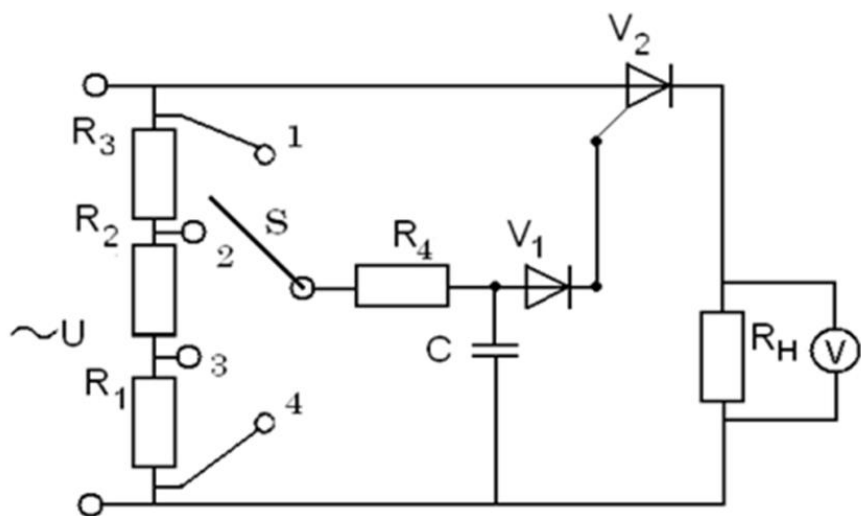


Рисунок 2 – электрическая схема стенда

Она состоит из:

Делителя напряжения R_1, R_2, R_3

Ограничительного резистора R_4

Конденсатора C

Выпрямительного диода V_1

Тиристора V_2

Активной нагрузки R_H

Вольтметра

С целью расширения демонстрационных возможностей стенда и для наглядной демонстрации зависимости выпрямленного напряжения от угла управления на внешнюю панель стенда выведен переключатель, со шкалой углов управления (α). Вольтметр позволяет показать зависимость напряжения от угла регулирования.

На прозрачной части стенда нанесены изображения 4-х синусоид с углами регулирования и выпрямленными пульсирующими напряжениями на нагрузке взаимосвязанные с углами регулирования.

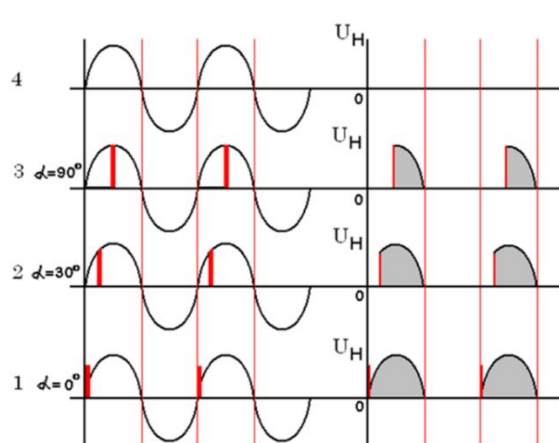


Рисунок 3 – Зависимость формы и величины напряжения от угла регулирования

Данная модель позволяет без риска для студента и оборудования проверять теоретические предположения студентов и знакомить их с специализированными программами, обучать чтению электрических схем.

Список использованных источников

1. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. Москва: Транспорт, 1999. – 464 с.
2. Бервинов В.И. Электронная и микропроцессорная техника на подвижном составе: Учебное пособие для учебных заведений железнодорожного транспорта. Москва: УМК МПС, 1997. – 216 с.

УДК 629.4.015

ГРНТИ 73.29.51

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗВИЛИСТОГО ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ

А.Л. Rogozinskaya

магистрант специальности 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, ФГБОУ ВО ИргУПС, г. Иркутск

Научный руководитель: И.Ю. Ермоленко

ст. преподаватель, ФГБОУ ВО ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. В статье рассмотрены методы исследования частоты вращения колеса при извилистом движении колесной пары в зависимости от скорости и ее влияние на безопасность движения.

Ключевые слова: колесная пара, рельсовый путь, конусность, извилистое движение, безопасность движения.

METHODS OF STUDY OF WINDING MOVEMENT WHEELSET

A.L. Rogozinskaya

Master's student of the specialty 23.04.03 Operation of transport and technological machines and complexes, IRGUPS, Irkutsk

Supervisor: I.Y. Ermolenko

Senior Lecturer, IrGUPS, Irkutsk

Annotation. The article considers the methods of studying the speed of rotation of the wheel with a winding movement of the wheelset depending on the speed and its impact on traffic safety.

Keywords: wheelset, rail track, taper, winding traffic, traffic safety.

Известно, что пассажирские и грузовые вагоны, двигаясь по прямым участкам пути, в действительности описывают не прямолинейную, а сложную волнообразную траекторию, так как наряду с движением вдоль пути они совершают угловые повороты относительно вертикальной оси и одновременно перемещаются поперёк пути [1].

В соответствии с конструкцией железнодорожного пути колесные пары вагонной тележки совершают три различных вида движений [2]:

1) На прямолинейном участке колесные пары совершают плоское движение, при котором оси колесной пары не изменяют своего направления движения в пространстве. Это движение состоит из поступательного движения осей колесных пар и вращательного движения вокруг этих осей.

2) Другим видом движения колесных пар является движение по переходной кривой, которая представляет собой участок пути, соединяющий прямолинейный участок и круговую кривую постоянного радиуса.

3) Третий вид движения колесных пар представляет движение по железнодорожному пути, проходящему по дуге окружности, то есть по круговой кривой.

Колесная пара, имеющая уклон поверхности катания, в процессе движения опирается на рельсы, как правило, кругами катания разных радиусов. Поэтому при ее движении геометрический центр (ГЦ) оси описывает волнообразную тр

аекторию и вызывает извилистое движение тележки и боковые колебания частей вагона.

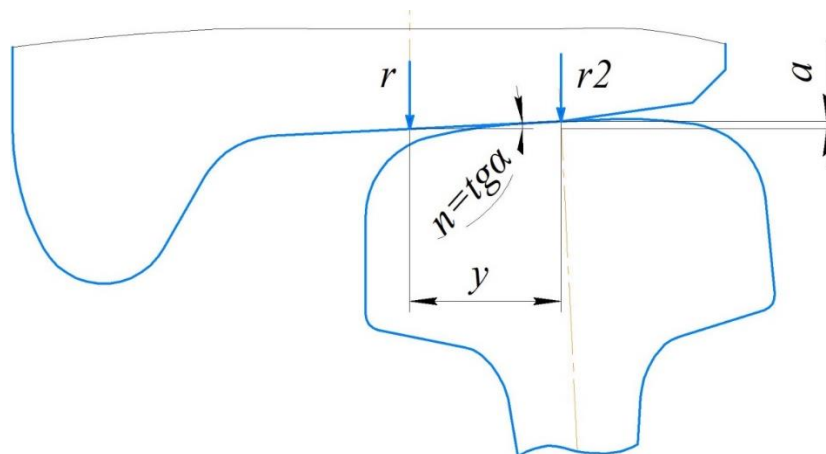


Рисунок 1 – Элементы взаимодействия колесной пары в процессе извилистого движения

В каждый момент времени движение ГЦ можно рассматривать как плоскую кривую – вращение около некоторого мгновенного центра. Радиус этого вращения можно определить, используя подобие треугольников, из соотношений

$$\frac{R+s}{R-s} = \frac{r+ny}{r-ny}, \text{ откуда } R = \frac{sr}{ny}, \quad (2)$$

где r – радиус круга катания;

s – половина расстояния между кругами катания;

n – уклон поверхности катания;

y – поперечное смещение колесной пары.

Для вогнутой кривой, как и для любой плоской кривой, существует приближительное равенство между кривизной и второй производной от функции, представляющей кривую, по ее аргументу:

$$-\frac{1}{R} = \frac{d^2y}{dx^2}. \quad (3)$$

Подставив в это соотношение найденное ранее выражение, определяющее R , получим математическое описание (уравнение движения) ГЦ колесной пары:

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{n}{sr} y = 0. \quad (4)$$

Решение этого уравнения и будет представлять закон смещения ГЦ колесной пары в горизонтальной плоскости при ее движении по рельсовому пути.

Это решение будем искать в виде гармонической функции

$$y = A \sin px + B \cos px. \quad (5)$$

где A и B – произвольные постоянные

Подставим (5) в (4), приведем подобные. Потребуем, чтобы правая и левая части полученного выражения были равны для любого значения x . Чтобы это требование выполнялось, достаточно выражение в скобках приравнять к нулю. Таким образом, выражение (5) является решением уравнения (4) при условии:

$$p = \sqrt{\frac{n}{sr}}; \quad (6)$$

Для их определения зададимся конкретными начальными условиями. Пусть в момент начала отсчета x ($x=0$) $y = y_0$; $y' = y'_0$.

Тогда, используя первое начальное условие и выражение (5), получим

$$B = y_0.$$

Выпишем первую производную от выражения (5)

$$y' = Ap \cos px - Bp \sin px.$$

Использував последнее уравнение и второе начальное условие, найдем

$$y'_0 = Ap; \quad A = \frac{y'_0}{p}.$$

Итак, движение ГЦ колесной пары определяется выражением

$$y = y_0 \cos px + \frac{y'_0}{p} \sin px, \quad (7)$$

Для дальнейшего использования функции, определяющие полученное решение, удобно сложить. Представим их амплитуды в виде

$$\left. \begin{aligned} y_0 &= y_m \sin \alpha \\ \frac{y'_0}{p} &= y_m \cos \alpha \end{aligned} \right\}.$$

Откуда, возведя в квадрат левые и правые части и сложив их, получим

$$y_m = \sqrt{y_0^2 + \left(\frac{y'_0}{p}\right)^2}.$$

Далее, разделив левые и правые части друг на друга, найдем

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{y_0 p}{y'_0}.$$

Тогда решение (7) примет вид

$$y = y_m \sin(px + \alpha). \quad (8)$$

Чтобы представить этот процесс во времени, примем скорость движения в малый промежуток времени постоянной $v = \text{const}$ и с учетом, что $x = vt$, выпишем следующие соотношения между производными по независимым координатам x и t :

$$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{d(vt)} = \frac{1}{v} \frac{dy}{dt} = \frac{\dot{y}}{v} \text{ и } y'_0 = \frac{\dot{y}_0}{v}.$$

Тогда решение (8) примет вид

$$y = \sqrt{y_0^2 + \left(\frac{\dot{y}_0}{pv}\right)^2} \sin(pvt + \alpha) = \sqrt{y_0^2 + \left(\frac{\dot{y}_0}{\omega_k}\right)^2} \sin(\omega_k t + \alpha)$$

где $\omega_k = pv = v \sqrt{\frac{n}{sr}}$ – частота извилистого движения одиночной колесной пары по Клингелю [3].

Определим период и длину волны этого движения. Период T – время колебания ГЦ – можно найти из соотношения

$$\omega_k T_k = 2\pi,$$

При объединении колесных пар в раме двухосной тележки при условии, что не будет поперечных разбегов и что оси колесных пар перпендикулярны оси тележки, длину волны извилистого движения, совершаемого шкворнем тележки, будет определять выражение

$$L_m = L_k \sqrt{1 + \left(\frac{l_m}{s}\right)^2} = 2\pi \sqrt{\frac{sr}{n} \left(1 + \left(\frac{l_m}{s}\right)^2\right)},$$

где l_m – половина базы тележки.

Таким образом, получены выражения, определяющие частоту, период и длину волны извилистого движения одиночной колесной пары, которые носят название формул Клингеля.

В результате экспериментов установлено, что формулы Клингеля дают хорошую сходимость с опытными данными лишь для скорости движения 60-65

км/ч. При более высокой скорости длина волны начинает расти, а частота остается почти постоянной. Это объясняется ростом гироскопических и инерционных сил с ростом скорости движения.

Для высокой скорости частоту извилистого движения колесной пары определяют с учетом поправки Шперлинга по формуле: $\omega_u = \omega_k \cdot \eta$.

Значение коэффициента η определяется:

1) для колесных пар, упруго соединенных с рамой тележки,

$$\eta = \frac{1}{1 + 0,025 \sqrt{\frac{n}{sr}(v - v_k)}}.$$

2) для колесных пар, жестко связанных с рамой в поперечном оси пути направлении,

$$\eta = \frac{1}{1 + 0,016 \sqrt{\frac{n}{sr}(v - v_k)}}.$$

На основе результатов испытаний поездов «Аврора» ЦНИИ МПС была предложена формула:

$$\omega_u = \frac{2,265 \cdot v \sqrt{\frac{n}{sr}}}{1 + 0,0177}.$$

Сопоставление результатов в графической форме представлено на рисунке 2.

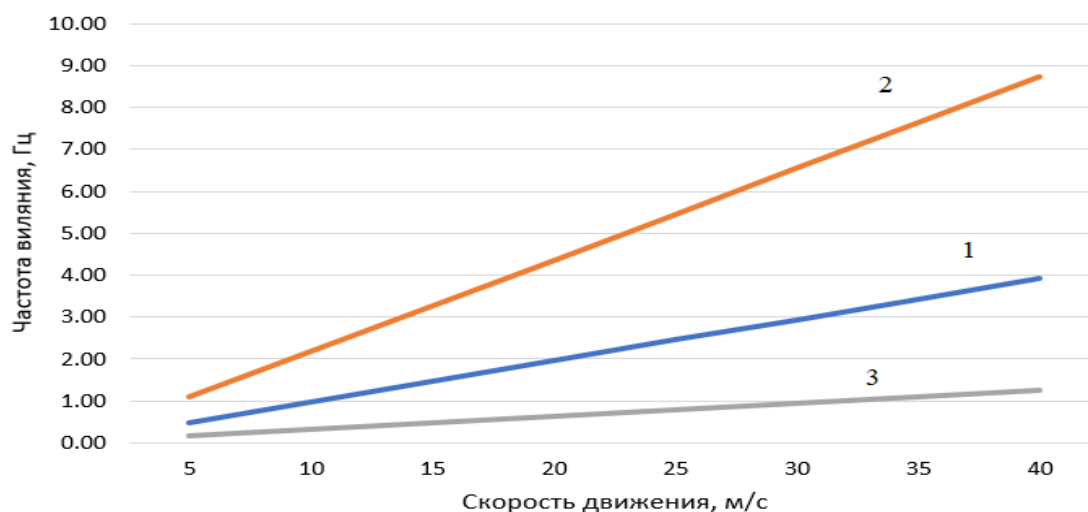


Рисунок 2 – Зависимость частоты виляния колесной пары от скорости движения:

1 – по формуле Клингеля; 2 – на основе результатов испытаний; 3 – с учетом поправки Шперлинга

Влиянием колесных пар вызываются боковые колебания вагонов посредством периодических перемещений нижних опорных поверхностей рессорных комплектов. Выражения, описывающие эти перемещения для i -й колесной пары, можно представить в виде

$$z_{pi} = (s + s_l) \frac{n}{s} y_i = (s + s_l) \frac{n}{s} y_m \sin(\omega_u t + \alpha_i);$$

$$y_{pi} = \sin(\omega_u t + \alpha_i); x_{pi} = \phi_m s \cdot \sin(\omega_u t + \alpha_i),$$

где s_l – расстояние от круга катания до оси рессорного комплекта;

$2s$ – расстояние между кругами катания;

n – уклон поверхности катания;

ϕ_m – амплитуда угла поворота колесной пары относительно вертикальной оси в процессе виляния.

При интенсивных боковых колебаниях колесной пары увеличивается площадь контакта колеса и рельса, что ведет к интенсивному износу обоих элементов. Также по результатам исследований ВНИИЖТ следует, что типовое колесо может иметь дисбаланс (неуравновешенность) до 100-150 кг·см. Это эквивалентно размещению груза массой 3 кг на поверхности катания колеса.

Список использованных источников

1. Гарк В.К., Дуккипати Р.В. Динамика подвижного состава. Москва: Транспорт, 1988. – 391 с.
2. Панов Ю.Л., Панов А.Ю. Кинематика колесных пар вагонной тележки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. №4(1). С. 180-185.
3. Ермоленко И.Ю., Рогозинская А.Л. Определение динамической нагрузки от колеса на рельс при извилистом движении // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения / РГУПС. Ростов-на-Дону. 2020. №4(53). С. 40-44.

УДК 621.314.21

ГРНТИ 45.33.29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ МОЩНОСТЕЙ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАБОТАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕРИИ ТМ

К.Д. Рубцов, П.О. Чинков

*Студенты специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: С.М. Плотников

д-р. техн. наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрены три трансформатора серии ТМ смежных мощностей, включённых параллельно в возможных сочетаниях. Определены пять граничных мощностей переключения, построены зависимости КПД трансформаторов от загрузки.

Ключевые слова: трансформатор, параллельная работа, граничная мощность, КПД.

DETERMINATION OF THE BORDER SWITCHING POWER OF PARALLEL OPERATING TRANSFORMERS OF THE TM SERIES

K. D. Rubtsov, P.O. Chinkov

*Students of the specialty 05.23.05 Train traffic support systems, Krasnoyarsk Railway Transport
Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Scientific Supervisor: S.M. Plotnikov

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of
Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Annotation. The article discusses three transformers of the TM series of adjacent capacities, connected in parallel in possible combinations. Five boundary switching powers are determined, the dependences of the efficiency of transformers on the load are built.

Keywords: transformer, parallel operation, limit power.

Трансформатор типа ТМ – это трёхфазный трансформатор с масляным охлаждением и естественной циркуляцией масла и воздуха. Данные трансформаторы широко применяются для преобразования энергии в сетях переменного тока с частотой 50 Гц. К этой категории относятся трансформаторы от 27 кВА до 2500 кВА.

Один из эффективных способов снижения потерь в трансформаторах – включение их на параллельную работу, при которой выбирают их мощность в соотношении, не превышающем 1:3 (одно из 5 условий параллельной работы трансформаторов), иначе менее мощный трансформатор будет перегружен [1, 2].

При этом обмотки высокого и низкого напряжения греются в соответствии с их активными сопротивлениями [3].

В статье рассмотрены 3 трансформатора с номинальными мощностями 630 кВА, 1000 кВА и 1600 кВА и определены их граничные мощности при параллельной работе в различных сочетаниях. Паспортные данные трансформаторов представлены в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Паспортные данные трансформаторов серии ТМ

Номинальная мощность трансформатора, кВА	Потери в стали P_0 , кВт	Потери в обмотках P_k , кВт	Напряжение короткого замыкания (%)	Ток холостого хода (%)
630	1,0	7,6	5,5	0,6
1000	1,4	10,8	5,5	0,6
1600	1,7	17,3	6	0,5

Граничная мощность $S_{гр1}$, при которой осуществляется переключение с 1 трансформатора на 2, определяем из условия равенства потерь 1 и 2 трансформаторов:

$$P_{01} + P_{к1} \cdot \left(\frac{S_{гр1}}{S_{н1}} \right)^2 = P_{02} + P_{к2} \cdot \left(\frac{S_{гр1}}{S_{н2}} \right)^2, \quad (1)$$

где $S_{н1}$ и $S_{н2}$ – номинальные мощности первого и второго трансформатора;
 P_{01} и P_{02} – потери холостого хода первого и второго трансформатора;
 $P_{к1}$ и $P_{к2}$ – потери короткого замыкания первого и второго трансформатора.
 Из формулы (1) выражаем первую граничную мощность $S_{гр1}$:

$$S_{гр1} = \sqrt{\frac{P_{02} - P_{01}}{\frac{P_{к1}}{(S_{н1})^2} - \frac{P_{к2}}{(S_{н2})^2}}}$$

Пятую граничную мощность находим из уравнения

$$P_{02} + P_{03} + (P_{к2} + P_{к3}) \cdot \left(\frac{S_{гр5}}{S_{н2} + S_{н3}} \right)^2 = P_{01} + P_{02} + P_{03} + (P_{к1} + P_{к2} + P_{к3}) \cdot \left(\frac{S_{гр5}}{S_{н1} + S_{н2} + S_{н3}} \right)^2$$

откуда получаем выражение пятой граничной мощности

$$S_{гр5} = \sqrt{\frac{P_{01}}{\frac{P_{к2} + P_{к3}}{(S_{н2} + S_{н3})^2} - \frac{P_{к1} + P_{к2} + P_{к3}}{(S_{н1} + S_{н2} + S_{н3})^2}}}$$

Аналогично определяем остальные граничные мощности. В таблице 2 представлены относительные мощности трансформаторов, их суммарная мощность при работе в различных сочетаниях, граничные мощности нагрузки, при которых следует производить переключения трансформаторов для их работы с максимальным КПД.

Таблица 2 – Показатели параллельной работы трансформаторов

Режим	Номера включённых трансформаторов	Суммарные потери в стали, кВт	Суммарная мощность, кВА	Граничная мощность переключения
1	1	1,0	630	$S_{гр1} = 218,89$
2	2	1,4	1000	$S_{гр2} = 272,43$
3	3	1,7	1600	$S_{гр3} = 755,78$
4	1+3	2,7	2230	$S_{гр4} = 685,86$
5	2+3	3,1	2600	$S_{гр5} = 1166,47$
6	1+2+3	4,1	3230	-

Таким образом, можно установить шесть ступеней суммарной мощности и пять значений граничной мощности. С изменением нагрузки за счёт перехода на разное сочетание мощностей возможно минимизировать в трансформаторах потери мощности.

Зависимости потерь мощности на трансформаторах от передаваемой мощности представлены на рисунке 1.

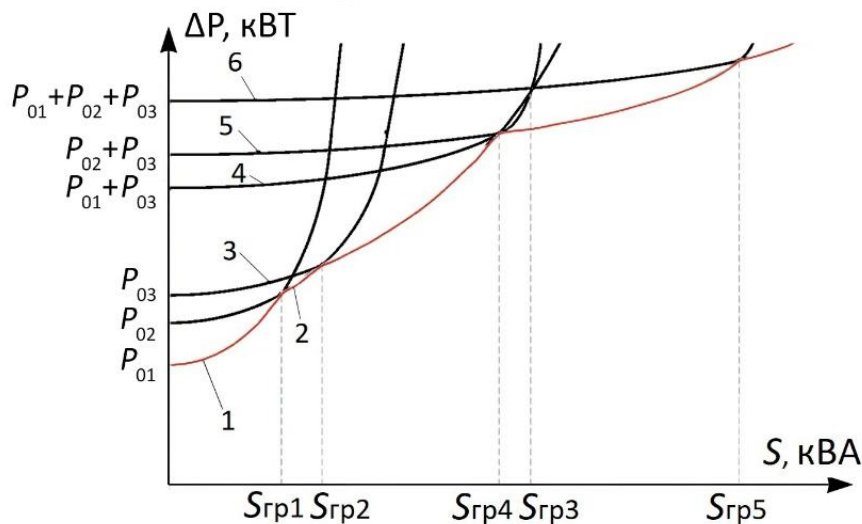


Рисунок 1 – Зависимость мощности потерь от передаваемой мощности; номера включенных трансформаторов: 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 1+3; 5 – 2+3; 6 – 1+2+3

Оптимальное значение коэффициента загрузки трансформатора, при которой его КПД максимален определяем по формуле $\beta_{opt} = \sqrt{P_0/P_k}$.

Для трансформаторов 630 кВА, 1000 кВА и 1600 кВА значения оптимальных коэффициентов загрузки составляют 0,363; 0,36; 0,313.

КПД трансформаторов для $\cos \varphi_2 = 0,7$ определяем из выражения

$$\eta = \frac{0,7 \cdot \beta \cdot S_H}{0,7 \cdot \beta \cdot S_H + P_0 + \beta^2 \cdot P_K}, \quad (2)$$

Зависимости КПД трансформаторов разной мощности от загрузки при $\cos \varphi_2 = 0,7$ представлены на рисунке 2.

Потери в трансформаторе при оптимальном значении коэффициента загрузки определяем по формуле $\Delta P = 2P_0$. Для трансформаторов 630, 1000 и 1600 кВА потери мощности составляют 2,0, 2,8 и 3,4 кВт соответственно. При совместной работе трансформаторов 1 и 3 потери составят 5,4 кВт, при совместной работе 2 и 3 – 6,2 кВт, а при совместной работе всех 3-ёх трансформаторов – 7,9 кВт. При оптимальных коэффициентах загрузки КПД для трансформаторов 630, 1000 и 1600 кВА будут равны 0,989; 0,990 и 0,991 соответственно.

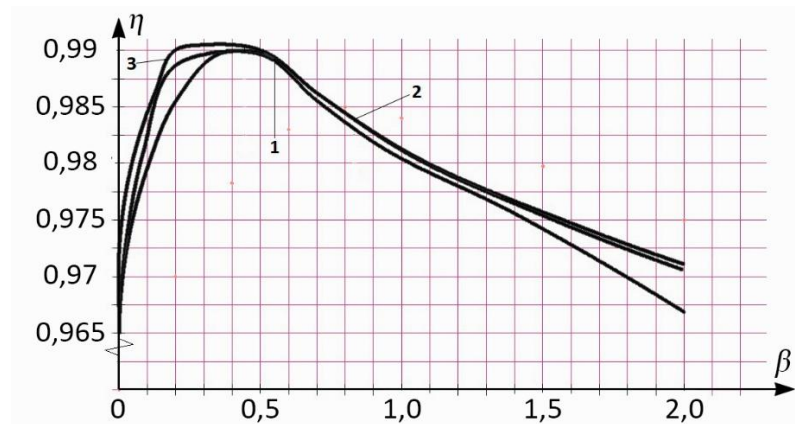


Рисунок 2 – Зависимость КПД трансформаторов разной мощности от загрузки:
1 – 630, 1000 и 1600 кВА

Суммарную предельную нагрузку трансформаторов, при которой каждый из них работает без перегрузки, определяем по формуле [2]

$$S_{\max} = \left(\frac{S_{H1}}{U_{K1}} + \frac{S_{H2}}{U_{K2}} \right) \cdot U_{K1} \quad (3)$$

При совместной работе 1 и 3 трансформаторов суммарная предельная нагрузка составляет 2097 кВА, при совместной работе 2 и 3 – 2467 кВА, а при совместной работе всех 3-ёх трансформаторов – 3097 кВА.

Заключение

- Установлены значения граничных мощностей, при которых должно происходить переключение числа трансформаторов с целью сокращения потерь.
- Третья граничная мощность нецелесообразна, так как потери будут больше, чем у четвёртой граничной мощности.

– После выполнения расчётов было установлено, что максимальный КПД **0,991** у трансформатора мощностью 1600 кВА.

Список использованных источников

1. Патент 2740778 РФ. МПК H02P 13/06, H02M 5/10. Способ параллельного включения двух трансформаторов / Плотников С.М., Колмаков О.В; опубл. 21.01.2021.
2. Копылов И.П. Электрические машины. – М.: Юрайт, 2012. – 675 с.
3. Плотников С.М. Анализ сопротивлений схемы замещения трансформаторов серии ТМ // Изв. вузов, Электромеханика. 2021. Т. 64. № 1. С.43-47. DOI:10.17213/0136-3360-2021-1-43-47
4. Силовые трансформаторы [Электронный ресурс]. URL : <https://www.elec.ru/files/2010/07/20/abs-vniir-trans.pdf>. (Дата обращения: 19.03.2021)

УДК 621.316

ГРНТИ 73.29.71

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ ПОДСТАНЦИИ ЗЫКОВО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНС

К.Д. Рубцов

*Студент специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: А.Р. Христинич

д.т.н., доцент кафедры СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос прогнозирования нагрузки для станции Зыково с использованием искусственных нейронных сетей на Python.

Ключевые слова: нейронная сеть, прогнозирование, Python, обучение.

LOAD FORECASTING OF ZYKOVO SUBSTATION USING ANN

K.D. Rubtsov

*Student of specialty 23.05.05 Train traffic support systems, Krasnoyarsk Railway Transport
Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Scientific Supervisor: A.R. Khristinich

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of SOD, Krasnoyarsk Railway
Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Abstract. *This article discusses the issue of load prediction for the Zykovo station using artificial neural networks in Python.*

Keywords: *neural network, forecasting, Python, training.*

1. Введение

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – реализация программы нейронов нашего головного мозга. Или же другими это словами математическая модель, её программное или аппаратное реализация, которая построена по принципу организации и деятельности биологических нейронных сетей (сетей нервных клеток живого организма человека). Данное понятие возникло в следствии исследования процессов, которые протекают в головном мозге человека, а также при попытке постараться симитировать какие-либо процессы.

Именно благодаря нейронным сетям в нашей повседневной жизни решаются достаточное большое количество задач различного уровня сложности в различных сферах.

В настоящее время выделяют **различные классификации ИНС** [1]:

1. По виду входных данных делятся на аналоговые (на входе используются только действительные числа), двоичные (на вход подаются только двоичные числа), а также образные (на входе обычно используются знаки, иероглифы, а также символы) ИНС.

2. По характеру обучения классифицируется на обучение с учителем (существует обучающая выборка для обучения), обучение без учителя (другими словами самообучение нейронной сети).

3. По характеру настройки синапсов (весов) делятся на сети с фиксированными связями (весовые коэффициенты ИНС выбираются сразу, всё исходит из условий определённой задачи), сети с динамическими связями (в процессе обучения происходит настройка весовых коэффициентов ИНС).

4. По времени передачи сигнала делятся на синхронную сеть (время передачи для каждой весовой связи равно либо нулю, либо какой-то определённой постоянной), а также асинхронную сеть (время передачи для каждой связи между элементами свое, но тоже постоянное).

5. По характеру связи делятся на сеть прямого распространения (все без исключения связи ориентированы строго от входных нейронов к выходным нейронам), рекуррентную сеть (сигнал с выходных нейронов или нейронов скрытого слоя частично передается обратно на входы нейронов входного слоя), рекуррентную сеть Джона Джозефа Хопфилда (подвергает отбору входные данные, возвращается к верному состоянию и тем самым позволяет решать задачи сжатия данных и построения сочетательного запоминающего устройства), двунаправленную сеть (между слоями присутствуют связи в направлении от входного слоя к выходному, а также в обратном направлении).

В настоящее время ИНС могут использоваться в таких сферах как: компьютерное зрение, обработка естественного языка, распознавание речи, экспертные системы, прогнозирование (моделирование), робототехника, система синтеза запаха, компьютерные игры, экономика, здравоохранение, реклама. [2,3]

2. Процесс работы

В своей статье были взяты данные часового расхода по фидеру Ввод 1Т 27,5 кВ подстанции Зыково за период с 01.01.2019 по 01.02.2020. Целью является решение задачи с помощью нейронной сети в языке программирования Python [4] (а именно спрогнозировать данные с подстанции на следующий день и сравнить их уже с известными значениями). Для этого создан код в Python и подготовлены данные, подключены библиотеки для работы с массивами «numpy» и библиотека для отслеживания времени во время обучения нейронной сети «time».

Чтобы нейронная сеть работала правильно с массивами и смогла обучиться, в качестве входных данных взят массив размером 10x10 (получается, что возьму данные с подстанции с 1 января 2019 года в период с 00:00 по 10:00 до 10 января до 10:00). Данные показаны на рисунке 1.

Часовые расходы по фидеру Ввод 1Т 27.5 кВ, подстанция Зыково,
за период с 01.01.2019 по 01.02.2020

Дата /	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Расход	Макс.
01.01.2019	9413	10020	8219	7116	11267	9679	5517	9444	9393	8442	10890	12051	6977	12581	13965	8924	9611	11327	7355	10774	13516	8405	10818	8021	233727	13965
02.01.2019	7159	7076	8807	6856	11379	7512	7974	8320	10657	9778	11890	10337	7887	10880	10486	5773	6647	5936	10737	8926	8209	5494	9164	8924	206809	11890
03.01.2019	7025	11078	10781	7081	8770	10595	7132	7600	6068	6037	7955	8964	6412	7710	7782	8256	11459	8155	10368	8502	9867	9582	8147	10030	205353	11459
04.01.2019	10488	6920	7922	9869	10915	9927	8289	10510	12656	6307	7712	9644	8920	7650	8918	8586	6540	6043	10108	11919	9219	9013	11061	10211	219349	12656
05.01.2019	9374	6647	11525	6645	8970	9345	8477	10979	10898	7037	11298	11608	6782	8584	9772	9393	7813	6507	9776	7561	11016	11212	10073	12561	223853	12561
06.01.2019	11028	9314	12901	9492	10331	6379	7854	10655	11006	6058	8714	9766	6786	9523	8500	6152	10114	8192	9096	8908	8217	8871	12612	11195	221663	12901
07.01.2019	8388	11224	8605	7159	9896	14029	8580	9525	9650	7149	7617	9133	8811	8351	11509	6274	7891	8584	8322	8929	9966	8596	8165	9873	216226	14029
08.01.2019	10570	11191	6784	4727	6988	9999	6810	9347	13287	10455	5742	11045	7543	8485	9477	6755	8102	5288	7384	7844	8254	6536	11164	11923	205699	13287
09.01.2019	8984	8753	9168	8033	8473	9756	5858	8456	11542	8330	10277	7786	4911	10772	6567	4278	5169	5536	3182	2898	5059	6804	13610	11350	185553	13610
10.01.2019	10048	9937	11414	8974	10341	10857	6499	9855	12365	3494	4451	4958	10273	12018	13670	5882	8780	6546	7660	8506	12924	8038	7122	6880	211493	13670
11.01.2019	7885	7961	9325	6897	6134	6940	5917	7307	12387	7829	10789	7367	8050	9407	8347	5307	10265	7010	3380	4624	7229	8207	11080	11884	191530	12387
12.01.2019	10956	9327	8702	9325	7050	8739	5497	7561	11014	8269	7052	10183	6037	9471	7629	4418	7646	8652	4636	3407	5315	4292	10552	10362	186089	11014
13.01.2019	10013	10826	12856	6433	5439	9941	6237	8246	8592	7718	5389	10391	8246	9254	7877	6070	10576	7621	7701	11960	8764	6381	7545	8803	202880	12856
14.01.2019	8089	8277	9620	9436	6117	10830	6449	9310	8970	4855	7371	3880	5581	5307	6402	5546	8762	7807	5352	1939	2644	4408	8896	7672	163519	10830
15.01.2019	8828	7118	10684	9197	10251	8823	4492	8368	10711	7285	12309	7514	5061	5684	8483	5435	11257	6058	5874	6489	6994	4934	5307	5082	182234	12309
16.01.2019	7450	8493	11193	6835	6654	11336	6348	8262	8533	6802	7772	8535	4585	8776	6905	5777	8363	8533	4137	3498	2943	3923	5332	7246	168230	11336
17.01.2019	7538	9314	9438	8095	6940	9370	7006	8512	9679	6784	6497	7400	6753	3927	6076	7592	10523	6185	6631	7640	13138	10341	11129	9250	195758	13136
18.01.2019	11944	7701	12084	6701	7809	6819	5183	7493	8403	3913	8182	7555	6051	8304	6757	5352	9479	7140	2892	3479	3558	4346	8924	12146	172215	12146
19.01.2019	5886	7227	8038	8118	9483	9226	6274	9219	11899	9360	11643	11001	5831	12156	9671	4587	7821	7508	10688	8415	8328	5426	9613	7270	204689	12156
20.01.2019	6103	9215	10240	8048	7842	9048	5105	8066	8436	7101	7631	9155	8613	4909	8483	6022	7124	7089	6916	11168	6303	6091	6540	7640	182888	11168
21.01.2019	8353	7365	7718	6930	3636	6654	7118	9997	14846	11416	9308	6953	5074	5501	5125	5494	10331	6336	7334	9580	12458	7118	3884	4276	182804	14846
22.01.2019	4486	8731	11647	6320	8081	8295	6550	8731	10242	8256	7536	7105	6212	7130	8196	4814	5707	3195	7710	5789	11455	8236	7200	8530	180155	11647
23.01.2019	6831	7576	8916	6637	7926	8995	5381	8574	8749	8547	6367	7811	8454	8378	9770	5047	10469	7833	6311	7149	8161	4544	3847	3203	175475	10469

Рисунок 1 – Часовые расходы подстанции Зыково

Далее создавался класс «Перцептрон» - самая простейшая нейронная сеть, состоящая из одного входного слоя и одного выходного. Базовая структура перцептрона представлена на рисунке 2.

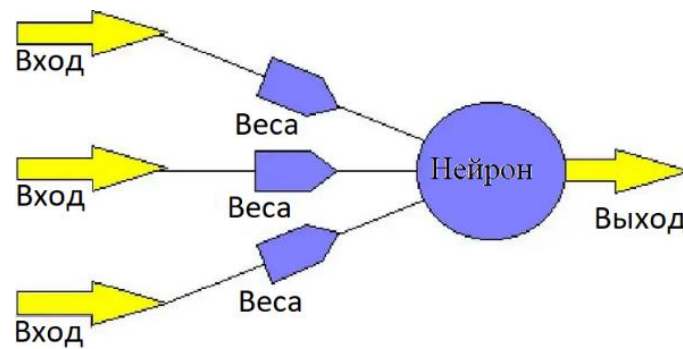


Рисунок 2 – Перцептрон

Так как нейросети могут работать только с числами от -1 до 1, добавлялся перед каждым массивом 0 и получились входные данные (рисунок 3).

```
X = np.array([[0.9413, 0.10020, 0.8219, 0.7116, 0.11267, 0.9679, 0.5517, 0.9444, 0.9393, 0.8442],
[0.7159, 0.7076, 0.8807, 0.6856, 0.11379, 0.7512, 0.7974, 0.8320, 0.10657, 0.9778],
[0.7025, 0.11078, 0.10781, 0.7081, 0.8770, 0.10595, 0.7132, 0.7600, 0.6068, 0.6037],
[0.10488, 0.6920, 0.7922, 0.9869, 0.10915, 0.9927, 0.8289, 0.10510, 0.12656, 0.6307],
[0.9374, 0.6647, 0.11525, 0.6645, 0.8970, 0.9345, 0.8477, 0.10979, 0.10898, 0.7037],
[0.11028, 0.9314, 0.12901, 0.9492, 0.10331, 0.6379, 0.7854, 0.10655, 0.11006, 0.6058],
[0.8388, 0.11224, 0.8605, 0.7159, 0.9896, 0.14029, 0.8580, 0.9525, 0.9650, 0.7149],
[0.10570, 0.11191, 0.6784, 0.4727, 0.6988, 0.9999, 0.6810, 0.9347, 0.13287, 0.10455],
[0.8984, 0.8753, 0.9168, 0.8033, 0.8473, 0.9756, 0.5858, 0.8456, 0.11542, 0.8330],
[0.10048, 0.9937, 0.11414, 0.8974, 0.10341, 0.10857, 0.6499, 0.9855, 0.12365, 0.3494]])
```

Рисунок 3 – Код программы из набора данных

После того, как код программы полностью дописан, запускалось обучение нейронной сети. Для лучшей точности и сравнения с 11 января поставлено количество эпох равным 10000, а скорость обучения равной 1 (ставлю скорость обучения на максимум, чтобы избежать округления и уменьшения ошибки).

Обучение заняло достаточно долгое время (в данном случае обучение заняло 1477,061 секунд). Нейронная сеть дала свой результат (рисунок 4). Для большего удобства составлена таблица данных с подстанций и результатов вычисления нейронной сети.

```
Общее - Ошибка: [0.00207576] - Время -1477.061 сек.
0.7883336948791791
0.7966365688745656
0.931855046140204
0.6866274533030461
0.6113538543978905
0.6977208917120324
0.5921182573599879
0.7315508801426845
0.12458127973837657
0.7810820162829981
```

Рисунок 4 – Результат данных нейронной сети

Таблица 1 – Сравнение полученных данных с данными с подстанции

Данные с подстанции	Результаты нейросети	Ошибка в вычислениях
7885 кВт	7883,33 кВт	0,021%
7961 кВт	7966,37 кВт	0,067%
9325 кВт	9318,55 кВт	0,069%

Данные с подстанции	Результаты нейросети	Ошибка в вычислениях
6897 кВт	6866,27 кВт	0,446%
6134 кВт	6113,54 кВт	0,007%
6940 кВт	6977,21 кВт	0,536%
5917 кВт	5921,18 кВт	0,071%
7307 кВт	7315,51 кВт	0,116%
12387 кВт	12458,13 кВт	0,574%
7829 кВт	7810,82 кВт	0,232%

По итогу общая ошибка равна 2,139%. В целом, можно сделать вывод, что после обучения нейронная сеть даёт результаты, которые довольно-таки близки к реальным значениям данных подстанции Зыково.

Заключение

В данное время всё популярнее становятся нейросети в жизни любого человека. Область их применения с каждым годом накапливает новый и определённо полезный смысл для каждого из нас. Именно нейронные сети помогают решать сложнейшие задачи, а также помогают в расчётах. Важно и полезно учиться работать с нейросетями и применять их на практике только в полезных целях.

Но к сожалению, у нейронных сетей присутствуют свои недостатки. К ним можно отнести такие недостатки как: всегда приблизительный ответ ИНС, неспособность принятия решения в несколько этапов, неспособность решать вычислительные задачи, а также трудоёмкость и долгосрочная длительность обучения самой сети. Именно поэтому требуется достаточно много работать, чтобы ИНС развивались в дальнейшем.

Список использованных источников

1. Искусственные нейронные сети (ИНС) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/iskusstvennye-nejronnye-seti-ins>. (Дата обращения: 07.04.2021).
2. Нейросеть в 11 строчек кода на Python [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/271563/>. (Дата обращения: 07.04.2021).
3. Дейтел Пол, Дейтел Харви. Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. — СПб.: Питер, 2020. — 864 с.: ил. — (Серия «Для профессионалов»). ISBN 978-5-4461-1432-0.
4. Сайт языка программирования Python [Электронный ресурс]. URL: <https://www.python.org/>. (Дата обращения: 12.01.2021).

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.81

ПРИМЕНЕНИЕ СИМУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ В УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

К.В. Руденко, А.И. Боргояков

*Студенты, кафедра системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск*

Научный руководитель: О.В. Колмаков

*Доцент, заведующий кафедрой «Системы обеспечения движения поездов»,
КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск*

Аннотация. В данной статье рассмотрена идея применения симуляторов электрических цепей в образовательном процессе на примере программного обеспечения LTspice.

Ключевые слова. LTspice, программное обеспечение, трансформатор, образовательные программы, электрические цепи.

APPLICATION OF ELECTRIC CIRCUIT SIMULATORS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

K. V. Rudenko, A. I. Borgoyakov

*Students, Department of Train Traffic Management Systems, Krasnoyarsk Railway Transport
Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: O. V. Kolmakov

*Associate Professor, Head of the Department of Train Traffic Management Systems, Krasnoyarsk
Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Annotation. This article discusses the idea of using electrical circuit simulators in the educational process using the example of the LTspice software.

Keywords: LTspice, software, transformer, educational programs, electrical circuits.

На сегодняшний день в высших учебных заведениях, в учебном процессе технических направлений, студенты используют разные программы - симуляторы для составления электрических цепей, моделирования разных физических процессов, определения спектра сигналов и так далее. Но существует огромный минус у этого большинства программ это несовпадение измеряемых величин с реальными подобными электрическими цепями.

Изучая данную проблему и практическим методом испытывая подобные симуляторы, остановились на симуляторе электрических цепей LTspice.

LTspice — это бесплатный симулятор, созданный и поддерживаемый компанией Linear Technology, которая сейчас принадлежит Analog Devices. Данное программное обеспечение пользуется большой популярностью среди

любителей электроники, так как данная программа проста в использовании, выдает показания с наименьшей погрешностью и так же является бесплатной.

Для проверки LTspice, решили смоделировать линейный трансформатор, рисунок 1, и посмотреть какие значения выдаст программа.

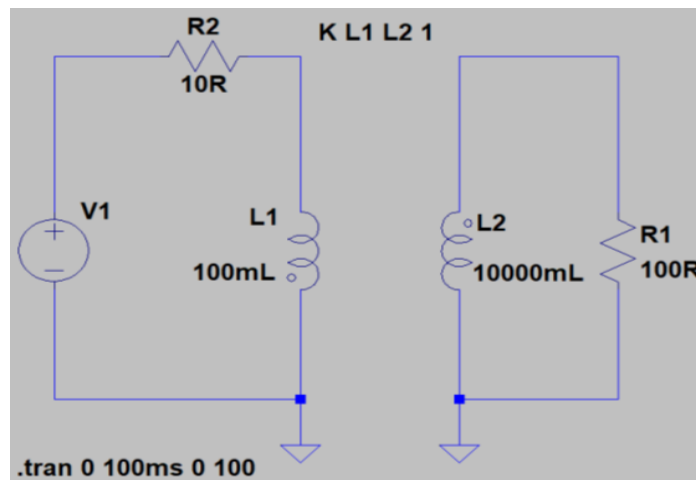


Рисунок 1 – Линейный трансформатор в LTspice

На рисунке 1, можно увидеть смоделированную схему линейного трансформатора, на вид очень простая, но в данной программе параметры можно изменять до любого нужного нам значения, выставлять коэффициент трансформации, менять индуктивность, сопротивление. На источнике питания выставлять значения частоты и напряжения, период подачи, так же выбирать вид тока и так далее.

Так как была создана идеальная схема, с идеальными параметрами решили проверить, как работает осциллограф в данной программе.

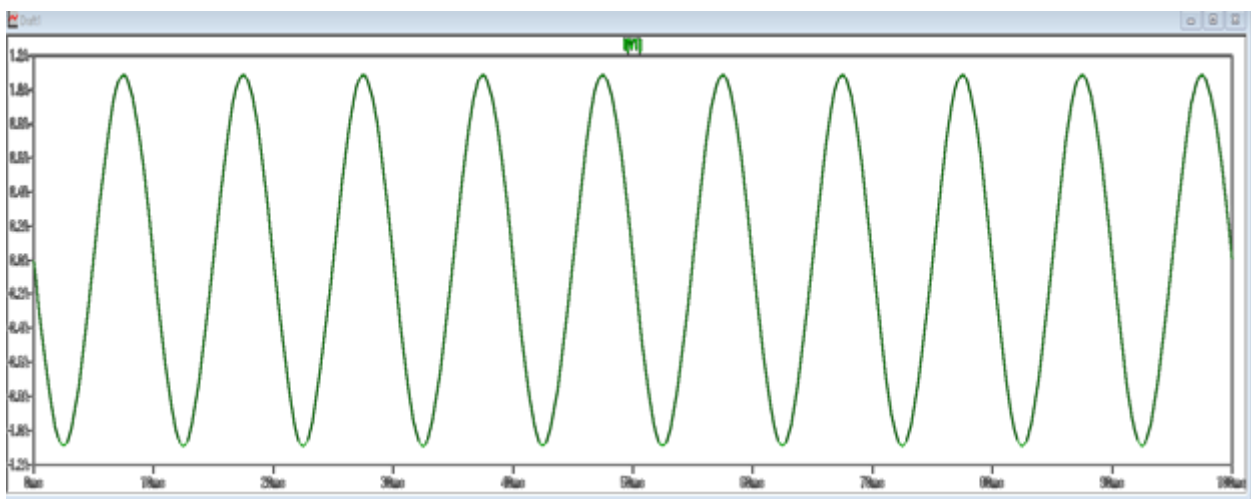


Рисунок 2 – Зависимость напряжения от времени на источнике питания

На рисунке 2, видна зависимость напряжения от времени, плюс с графиком можно проводить разные манипуляции, например, увеличивать или отдалять график, находить нужное значения напряжения от времени и наоборот.

Далее решили построить подобные графики на разных элементах и посмотреть результат.

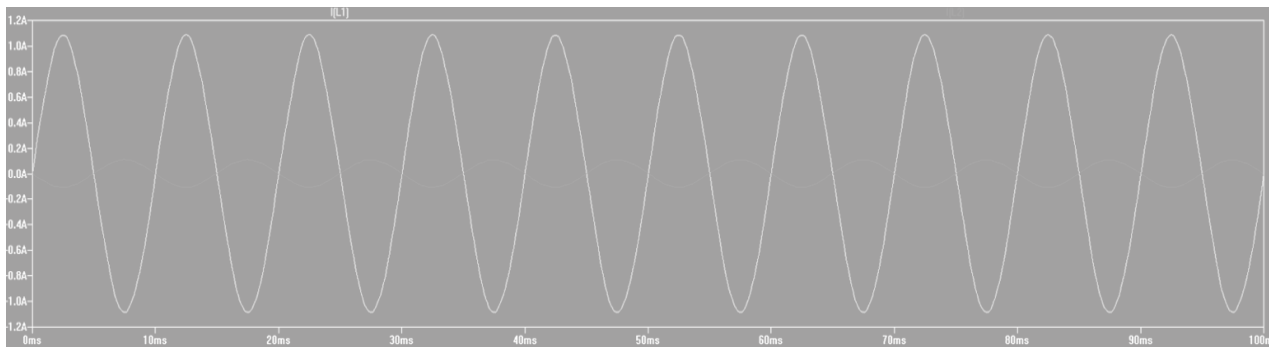


Рисунок 3 – Зависимость напряжения от времени на индуктивностях $L1$ (зеленый цвет) и $L2$ (синий цвет)

На рисунке 3, отчетливо видно, насколько трансформатор понижает напряжение источника, также стоит указать, что данные графики можно построить и по отдельности.

Так же изменили коэффициент трансформации смоделированного трансформатора.

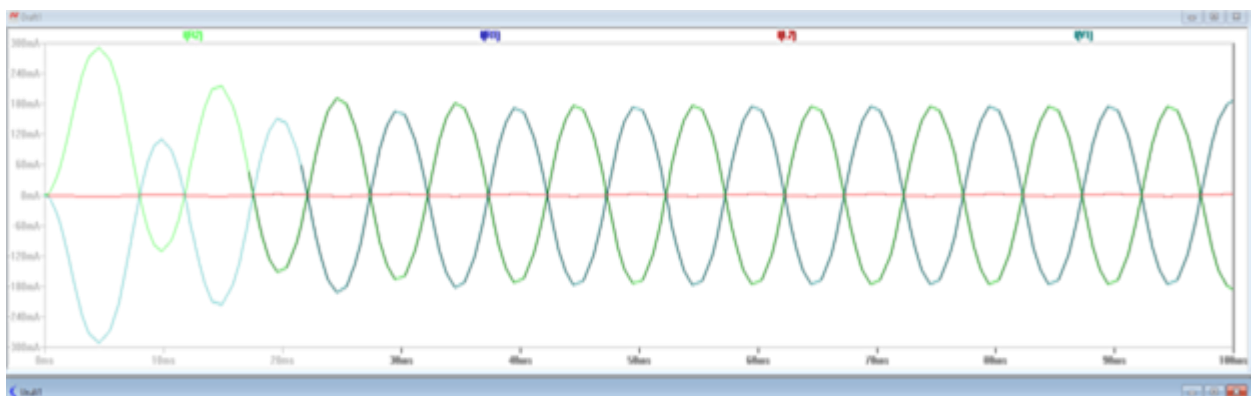


Рисунок 4 – Зависимость напряжения от времени все элементов с измененным коэффициентом трансформации

На рисунке 4, видим, насколько изменилась зависимость, так же видим не идеальные синусоиды, а измененные это говорит о том, что данная программа учитывает гармоники всех элементов.

В заключении можно сказать, что от применения данной программы, в образовательном процессе красноярского институт железнодорожного транспорта, будут одни плюсы, так как, во-первых, LTspice является полностью бесплатным, во-вторых, в программе имеется простой интерфейс, который позволяет быстро научиться работать и в-третьих, результаты смоделированных электрических схем в данной программе можно с наименьшей погрешностью соотнести с результатами реальных электрических схем.

Список использованных источников

1. Землянов, Г. С. Программное обеспечение LTspice / Г. С. Землянов, В. В. Ермолаева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 186-189. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/18642/> (дата обращения: 1.04.2021).
2. **LTspice** — это... [Электронный ресурс]. URL: <https://buynbest.ru/best-drones-2017/> (дата обращения: 1.04.2021).

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.71

**ПРИМЕНЕНИЕ СТЕНДОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ. ТЕХНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕНДОВ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

К.В. Руденко, А.К. Блинков

*Студент, кафедра системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск*

Научный руководитель: В.О. Колмаков

Доцент, заведующий кафедрой «Управление персоналом», КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск

Аннотация. В данной статье рассмотрено применение стендов измерительных трансформаторов, технические характеристики область их применения в учебном процессе в высших учебных заведениях. Сравнение стендов с реальными измерительными трансформаторами

Ключевые слова: Трансформатор тока, трансформатор напряжения, измерительные трансформаторы, лабораторные работы.

**THE USE OF STANDS OF MEASURING TRANSFORMERS IN THE
EDUCATIONAL PROCESS. TECHNICAL CHARACTERISTICS AND
SCOPE OF APPLICATION OF MEASURING TRANSFORMER STANDS**

K. V. Rudenko, A. K. Blinkov

*Student, Department of Train Traffic Management Systems,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: V. O. Kolmakov

*Associate Professor, Head of the Department " Personnel Management»,
Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Annotation. *This article discusses the use of stands of measuring transformers, technical characteristics and scope of their application in the educational process in higher educational institutions. Comparison of stands with real measuring transformers*

Keywords: *Current transformer, voltage transformer, measuring transformers, laboratory work.*

Сегодня на технических специальностях в высших учебных заведениях, применяют разные лабораторные стенды для проведения лабораторных и практических занятий. На таких стендах студент учится не только собирать электрические цепи, но и измерять их, понимать физику процессу, на практике применять, полученные на лекционных занятиях, знания.

Для повышения качества образования Красноярский институт железнодорожного транспорта собрали два измерительных трансформатора: трансформатор тока и трансформатор напряжения. Данные трансформаторы по техническим характеристикам полностью идентичны с реальными измерительными трансформаторами. Что дает получить практическое знание как проводить измерения на реальных измерительных трансформаторах.

На лабораторном стенде трансформатора тока, рисунок 1, можно будет проводить такие лабораторные работы как:

1. Проверка правильности разметки трансформаторов тока методом амперметра.
2. Проверка коэффициента трансформации.
3. Определение наличия витковых замыканий и дефектов в стали магнитопровода путем снятия вольтамперных характеристик.
4. Работа трансформаторов тока и подключенных к ним приборов и реле в зависимости от схем соединения первичных и вторичных обмоток
5. Зависимость класса точности трансформатора тока от различных факторов: конструкции, материала магнитопровода, нагрузки, первичного тока.



Рисунок 1 – Стенд трансформатор тока

На лабораторном стенде трансформатор напряжения, рисунок 2, можно будет проводить такие лабораторные как:

1. Проверка правильности разметки зажимов трансформаторов напряжения;
2. Проверка коэффициента трансформации;
3. Определение сопротивления короткого замыкания ТН;
4. Работа трансформаторов напряжения и подключенных к ним приборов и реле в зависимости от схем соединения первичных и вторичных обмоток;
5. Зависимость класса точности трансформатора напряжения от различных факторов: конструкции, материала магнитопровода, нагрузки, первичного напряжения.



Рисунок 2 – Стенд трансформатор напряжения

Внедрение лабораторных стендов измерительных трансформаторов повысит качество образования, так как студент будет знать не только определение и для чего применяют измерительные трансформаторы, но также попробует на физическом трансформаторе применять полученные им знания, придет полное понимание физического процесса установки и какие виды работ на нем можно выполнять и как их выполнять.

В заключении можно сказать, что постоянное модернизирование рабочей программы, добавление новой аппаратуры в образовательный процесс, повышает качество специалистов выпускаемых нашим институтом.

Список использованных источников

1. Трансформатор напряжения... [Электронный ресурс]. URL: <https://prizm.ru/catalog/516/13183/> (дата обращения: 1.04.2021).
2. трансформатора тока... [Электронный ресурс]. URL: http://labstand.ru/catalog/elektricheskie_stantsii_i_podstantsii/laboratornyy_stend_izmeritelnyy_transformator_toka_eosp_itt_7285/ (дата обращения: 1.04.2021).

УДК 621.331

ГРНТИ 73.29.71

ВЛИЯНИЕ УСТАНОВОК КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Н.А. Рыжов

*студент специальности 23.05.05 Системы обеспечение движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: Л.В. Жуйко

канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Исследуется влияние емкостной компенсации реактивной мощности на уровень напряжения на токосъёмнике и коэффициент мощности в тяговой сети. Приводятся расчётные схемы замещения тяговой сети и результаты расчетов энергетических показателей для случая применения установок продольной и поперечной компенсации на участке Красноярской железной дороги между станциями Кемчуг и Кача с постом секционирования на станции Зелёное. Расчеты снабжены векторными диаграммами напряжений, в которых можно увидеть как изменяются величины.*

Ключевые слова: *тяговая подстанция, устройство поперечной компенсации (КУ), устройство продольной компенсации (УПК), тяговая сеть (ТС), коэффициент мощности,*

INFLUENCE OF REACTIVE POWER COMPENSATION UNITS ON THE ENERGY PERFORMANCE OF THE TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM

N.A. Ryzhov

student of specialty 23.05.05 Systems of support of movement of trains, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific Supervisor: L.V. Zhuiko

Candidate of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. *In this article, the influence of installations on the energy indicators of the traction power supply system, such as the voltage at the current collector, as well as the power factor was revealed. The efficiency of using such installations was considered on the section of the Krasnoyarsk railway between Kemchug and Kacha stations with post sectioning at Zeledeevo station.*

Keywords: *traction substation, transverse compensation device (CU), longitudinal compensation device (UPK), traction network (TS), power factor,*

Применение устройств поперечной и продольной компенсации является эффективным средством повышения энергетических показателей систем тягового электроснабжения [1]. Расчеты режимов тяговой сети выполнялись для участка между станциями Кемчуг и Кача Красноярской железной дороги. На данных станция находятся тяговые подстанции, а пост секционирования находится между ними, на станции Зеледеево.

Расчёты выполнялись для значений приведенной к точке токосъема (пост секционирования) активной нагрузки (подвижные составы) $P_{\text{пс}} = 32$ МВт и коэффициента мощности для тягового режима подвижного состава $\cos\varphi = 0,8$. Другие исходные данные были получены в результате расчетов для данного участка по методике, изложенной в [2]. Это приведенное активное $R_{\text{л}} = 2,117$ Ом и индуктивное $X_{\text{л}} = 8,75$ Ом сопротивления контактной сети, емкостное сопротивление УПК $X_{\text{упк}} = 2,5$ Ом, емкостное сопротивление КУ $X_{\text{ку}} = 300$ Ом.

На рисунке 1 приведена схема замещения тяговой сети для режима без устройств компенсации. Подвижной состав представлен схемой замещения в виде последовательного соединения активного $R_{\text{пс}}$ и индуктивного $X_{\text{пс}}$ сопротивлений. Векторная диаграмма для этого случая представлена на рисунке 2

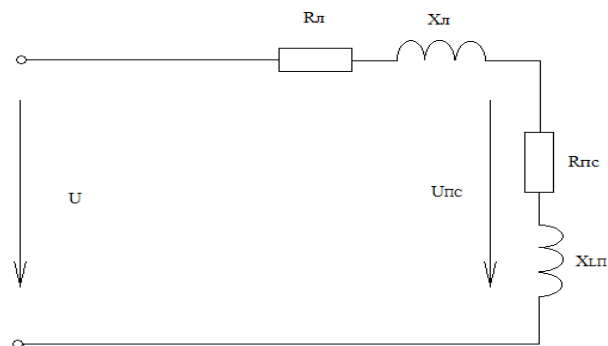


Рисунок 1 – Схема замещения ТС без КУ и УПК

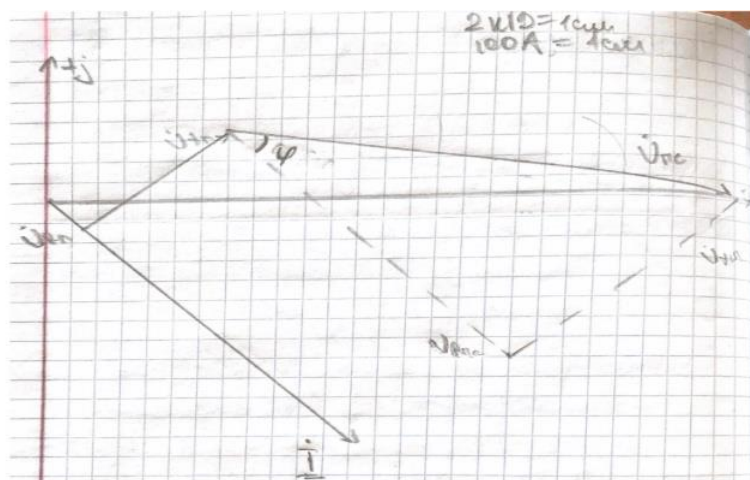


Рисунок 2 – Векторная диаграмма для режима без КУ и УПК

Для данного режима напряжение на токоприемнике $U_{пс} = 21,247$ кВ, коэффициент мощности в тяговой сети $\cos\varphi = 0,77$.

На рисунке 3 изображена схема замещения ТС для режима с включенной УПК, которая на схеме представлена емкостным сопротивлением $X_{ук}$. Соответствующая данному режиму векторная диаграмма изображена на рисунке 4.

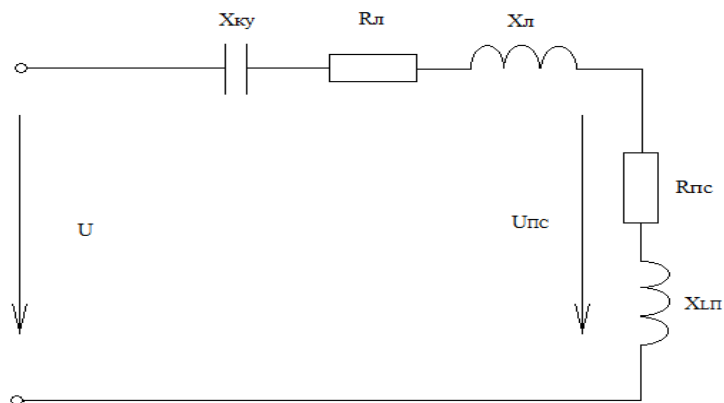


Рисунок 3 – Схема замещения ТС для режима с включенной УПК

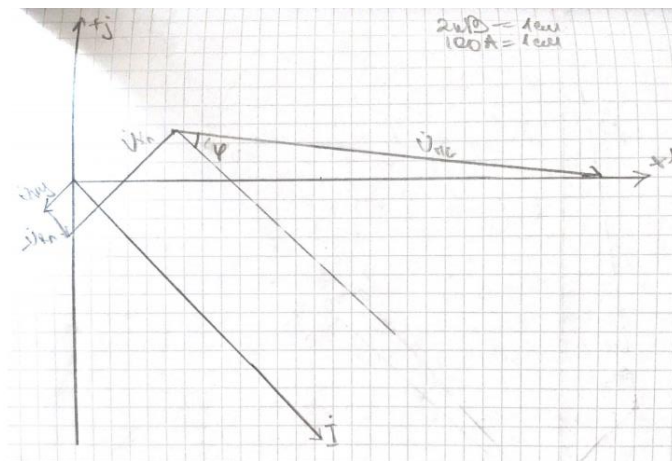


Рисунок 4 – Векторная диаграмма для режима с включенной УПК

Для данного режима напряжение на токоприемнике составило $U_{\text{пс}} = 22,517$ кВ, коэффициент мощности в тяговой сети $\cos\varphi = 0,83$.

На рисунке 5 изображена схема замещения ТС для режима с включенной КУ, которая представлена на схеме емкостным сопротивлением $X_{ку}$, включенным параллельно подвижному составу. Соответствующая этому режиму векторная диаграмма представлена на рисунке 6.

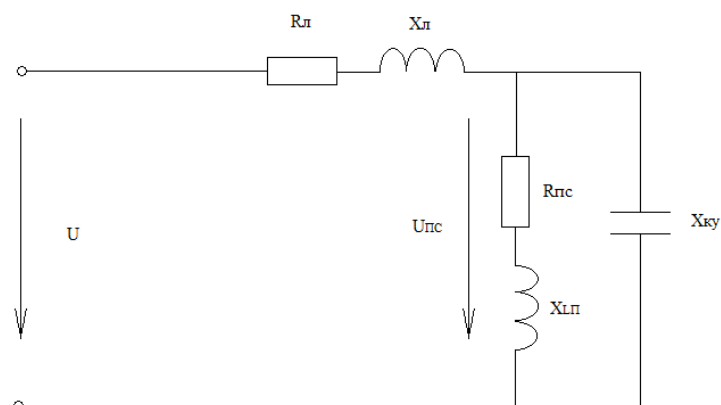


Рисунок 5 – Схема замещения ТС для режима с включенной КУ

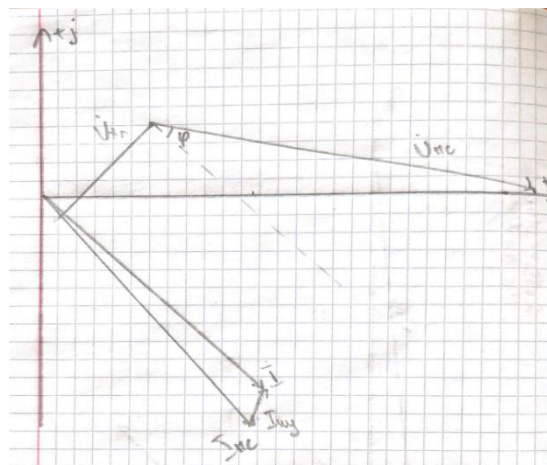


Рисунок 6 – Векторная диаграмма для режима с включенной УК

Для данного режима напряжение на токоприемнике составило $U_{\text{пс}} = 21,663$ кВ, коэффициент мощности в тяговой сети $\cos\varphi = 0,8$.

Правильная компенсация позволяет снизить общие расходы на электроэнергию, уменьшить нагрузку элементов распределительной сети, подавить различные сетевые помехи, снизить несимметрию фаз. Напряжение на токосъёмнике с установкой продольной компенсации возрастает приблизительно на 1,5кВ, а с установкой поперечной компенсации ориентировочно на 0,5кВ, это лишний раз доказывает эффективность применения таких установок на участке Кемчуг – Кача.

Список использованных источников

1 Герман, Л.А., Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог: учебное пособие / Л.А. Герман, А.С. Серебряков – Москва: 2015.

2 Инструкция о порядке выбора параметров и мест размещения установок продольной и поперечной компенсации в системах тягового электроснабжения переменного тока (утв. ОАО «РЖД» 20.10.2010 г.). –М.,2010.

УДК 665.61

ГРНТИ 55.39.31

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА»

В.С. Рымский, Д.Д. Тыклев

*студенты 2 курса специальности Переработка нефти и газа,
краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Ачинский техникум нефти и газа», г. Ачинск*

Научный руководитель: А.А. Фомкина¹, Т.С. Курпас²

¹кандидат технических наук, преподаватель, АТНГ, г. Ачинск

²преподаватель, АТНГ, г. Ачинск

Аннотация. В данной статье представлен опыт применения интерактивных технологий моделирования нефтегазового оборудования на уровне профессионального образования в Ачинском техникуме нефти и газа. Проект способствует расширению и интеграции межпредметных связей в процессе обучения студентов, позволяет повысить уровень усвоения материала в области информационных технологий в профессиональной деятельности, будет способствовать развитию пространственного мышления, а также

обучению рационального использования изученных технологий для достижения необходимого результата.

Ключевые слова: АТНГ, 3D-технологии, моделирование, нефтегазовое оборудование, Blender.

APPLICATION OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES OF OIL AND GAS EQUIPMENT MODELING IN THE SPECIALTY "OIL AND GAS PROCESSING"

V.S. Rymisky, D.D. Tykliv

students of the specialty Oil and Gas Refining, regional state autonomous professional educational institution "Achinsk College of Oil and Gas",

Achinsk Supervisor: A.A. Fomkina¹, T.S. Kurpas²

¹ candidate of technical sciences, teacher, Achinsk College of Oil and Gas, Achinsk

² teacher, Achinsk College of Oil and Gas, Achinsk

Annotation. *This article presents the experience of using interactive technologies for modeling oil and gas equipment at the level of professional education at the Achinsk College of Oil and Gas. The project contributes to the expansion and integration of interdisciplinary connections in the process of teaching students, allows you to increase the level of assimilation of material in the field of information technology in professional activities, will contribute to the development of spatial thinking, as well as training in the rational use of the studied technologies to achieve the desired result.*

Keywords: *ATNG, 3D-technologies, modeling, oil and gas equipment, Blender.*

Области применения 3D-графики продолжают расширяться повсеместно с каждым днём, а специалисты, владеющие навыками моделирования, востребованы на рынке труда, в том числе на высокотехнологичных предприятиях. Актуальность темы обусловлена практически всеобщим использованием трехмерной графики в различных отраслях и сферах деятельности, знание которой становится все более необходимым для разностороннего развития личности и формирования информационных компетенций.

Внедрение изучения элементов 3D-технологий на уровне профессионального образования способствует повышению не только интереса как к предмету и науке, но и позволяет глубже понять устройство и принцип работы нефтегазового оборудования.

Данный проект возник на основе требований федерального государственного образовательного стандарта, предъявляемого к компетенциям будущих выпускников, которые направлены на уверенное владение современными информационными технологиями, и требованиями работодателей: умение выполнять чертежи в 2D в программах КОМПАС и

AutoCAD, а также выполнять трехмерные модели оборудования в программе Blender 3D.

Представленный опыт сформировался в стенах краевого государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Ачинский техникум нефти и газа». В образовательной организации имеются все условия для качественного обучения и развития информационной культуры студентов на современном уровне: компьютерный класс, оборудованный рабочими местами для обучающихся при освоении теоретического материала в сопровождении мультимедийного проектора, компьютеры с необходимым программным обеспечением, используемые при отработке практических навыков, автоматизированное рабочее место преподавателя, 3D-принтер.

Раздел Трехмерное моделирование в программе Blender 3d в рамках дисциплины Информационные технологии в профессиональной деятельности выступает как новое направление человеческой деятельности, то есть находится на стыке двух категорий профессий: творческих (дизайнер, художник, проектировщик) и инженерных (специалист САПР). Очень важно, что Blender – это свободное приложение с открытым исходным кодом для создания 3D-контента, доступное во всех основных операционных системах. На занятиях в рамках программы данного курса обучения обучающиеся изучают: построение трехмерных макетов оборудования, используя модификаторы освещение и настройки окружающей среды.

На первом этапе обучающимся было предложено задание выполнить трехмерную модель оборудования, входящего в состав блока электрообессоливающей установки (ЭЛОУ). Научными руководителями данного проекта было принято решение за основу взять учебный фильм РОСНЕФТЬ, в котором наглядно показано как работает оборудование.

Для упрощения работы проект был разбит на составляющие: начертить отдельно шаровой электродегидратор, кожухотрубчатые теплообменники с плавающей головкой, емкость, насос и лестницу. Все элементы по отдельности представлены на рисунках (рисунок 1, рисунок 2, рисунок 4).

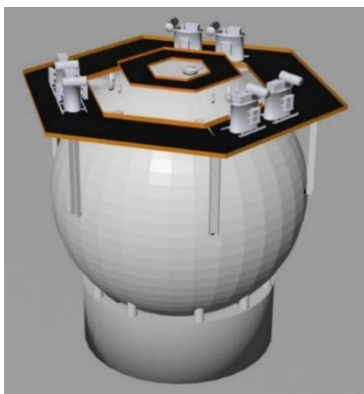


Рисунок 1 – Шаровой электродегидратор

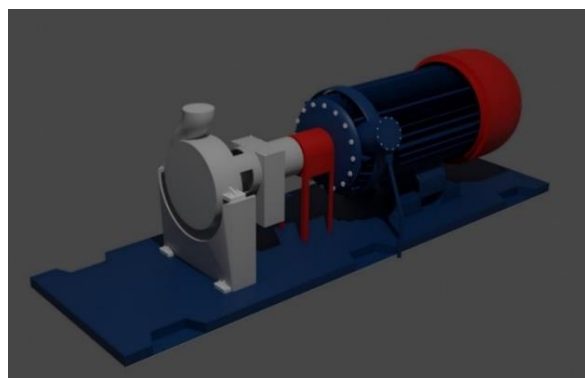


Рисунок 2 – Центробежный насос

Более простым для выполнения, но не менее значимым устройством является лестница (рисунок 3)

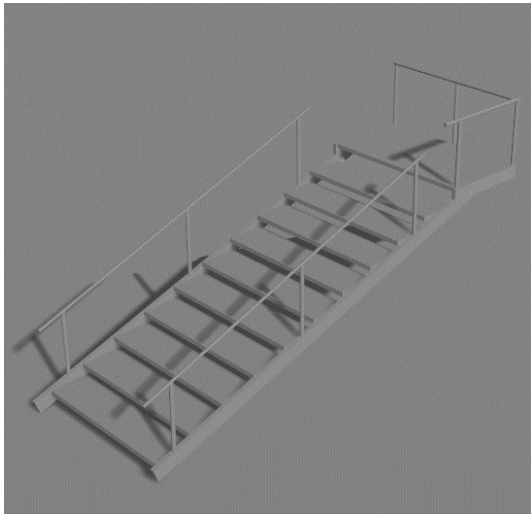


Рисунок 3 – Лестница



Рисунок 4 – Емкость

Возможность опции дублирования в Blender позволяет без труда разместить необходимое количество оборудования в проекте (рисунок 5).

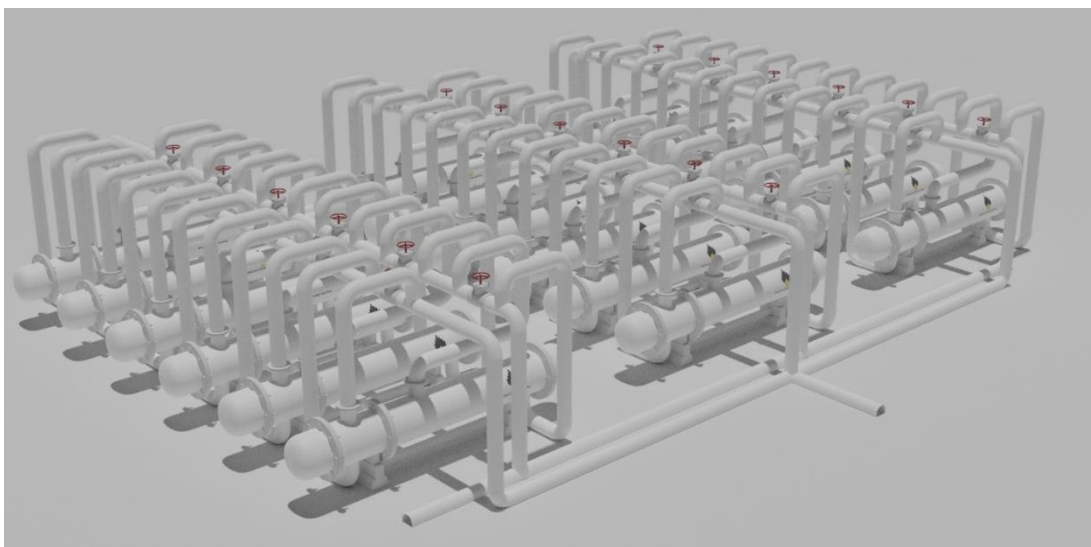


Рисунок 5 – Кожухотрубчатые теплообменники с плавающей головкой

После выполнения полноценных моделей каждой единицы оборудования было определено, что быстрое формирование ИТ-компетентности студентов в области информационных технологий способствует реализации следующего шага проекта: компоновке оборудования в блок ЭЛОУ. На данный момент происходит реализация второго этапа.

На третьем этапе планируется выполнить оборудование в разрезе, для улучшения восприятия информации, а также понимания протекания процесса внутри аппарата.

Технология 3D-моделирования по меркам развития информационных технологий не молода. Но современное молодое поколение Z принуждает

использовать современные технологии на профессиональных дисциплинах. В связи с этим, завершающим этапом планируется выполнить интерактивный альбом для профессиональных дисциплин, в котором изучаемое оборудование и установки будут представлены в виде QR-кодов.

Список использованных источников

1. Кронистер Дж. Blender Basics. Classroom Tutorial Book (5-th Edition) v. 2.78 – 2017. – 266 page.

УДК 658.5.012.1

ГРНТИ 06.54.31

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННО ПРОСТРАНСТВА

К.Д. Серов

аспирант, УрГУПС, г. Екатеринбург

Научный руководитель: В.М. Самуйлов

*доктор технических наук, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика»,
УрГУПС, г. Екатеринбург*

Аннотация. *Необходимость снижения уровня затрат и участия человека в производственном процессе привела к поиску новых подходов к организации производственной деятельности. Методы, использованные для создания кибер-физических систем, легли в основу концепции «Индустрия 4.0» и «Умных заводов» в частности. В статье рассматривается абстрактный объект цифрового производства и описываются процессы информационного взаимодействия агентов в его рамках. В данной статье рассмотрим модель информационного пространства «Умный Завод», созданную на основе концепции теории множеств.*

Ключевые слова: *«Индустрия 4.0», «Умный завод», модель, едино информационное пространство.*

MODELING THE PROCESS OF CREATING A SINGLE INFORMATION SPACE

K.D. Serov

Postgraduate student, UrGUPS, Ekaterinburg

Scientific Supervisor: V.M. Samuilov

*Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of World Economy and
Logistics, UrGUPS, Yekaterinburg*

Annotation. *The need to reduce the level of costs and human participation in the production process led to the search for new approaches to the organization of production activities. The methods used to create cyber-physical systems formed the basis of the concept of "Industry 4.0" and "Smart Plants" in particular. The article examines the abstract object of digital production and describes the processes of information interaction of agents within its framework. In this article, we will consider the model of information space "Smart Plant", created on the basis of the concept of set theory.*

Keywords: *"Industry 4.0", "Smart Plant", model, unified information space.*

За прошедшее столетие общество совершило мощный скачок в различных областях науки. В связи с растущими потребностями общества возникла необходимость пересмотреть подходы к организации производства и переходу к высокотехнологичным, «умным», цифровым производственным концепциям. Цифровое производство, или «умное» производство - это информационная модель высокотехнологичного завода, включающая в себя области исследования новых технологий и материалов. Цифровая экономика, т.е. экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях, связана с цифровым производством. Она включает в себя электронный бизнес, методы которого используются на конечных стадиях производства.

Эта концепция также называется Индустрия 4.0. Она основана на сенсорах, которые собирают информацию, Интернете в целом и облачных сервисах в частности. Концепция «Индустрия 4.0» воплощена в военной, промышленной, бытовой сферах. Сейчас вопрос обеспечения информационной безопасности этой концепции становится все более актуальным.

В частности, концепция «Умный Завод» основана на взаимодействии элементов в рамках киберофизической системы и объединяет методы интернета вещей, которые обеспечивают взаимодействие физического и информационного уровней системы [1]. Ранее опубликованные работы в области Индустрии 4.0 [2-4] затрагивают вопросы, связанные с определением критериев функционирования уровней их функций «Умный Завод», выявлением проблем, препятствующих переходу к новой индустриальной эпохе [5-7], ряд работ [8-10] содержит подробное описание моделей, разработанных на основе ИОТ.

Недостатком современного состояния изучения Индустрии 4.0 является отсутствие математических описаний заводов и, более того, нет исследований, в которых рассматривались бы информационные процессы. Концепция Smart Factory основана на технологиях интернета вещей и сервиса, следовательно, информационные (или информационные сообщения) являются наиболее существенными объектами модели. Целью было создание информационного пространства с функциями, использующими различные точки зрения на него.

В данной работе авторы представляют теоретическую модель «умного завода» как кибер-физической системы и вводят концепцию информационного пространства, которое используется как канал связи между агентами системы. Определены свойства информационных сообщений, составляющих информационное пространство. Заключительная часть работы представляет собой анализ безопасности информационного пространства системы, в котором рассматриваются основные уязвимости системы, представлены основные модели поведения злоумышленников, оказывающих разрушительное воздействие на систему.

В общем случае, процесс передачи информационных сообщений – это процесс, включающий в себя последовательное создание информационного сообщения, кодирование, отправку в канал связи (информационное пространство), отправку сообщения из канала связи получателю, декодирование и проверку целостности декодированного сообщения агентом отправителя и агентом получателя. UML-схема, описывающая процесс передачи информационного сообщения.

Информационное пространство, как уже было описано, является промежуточным звеном в процессе передачи информационных сообщений и служит для их записи в постоянную память системы. После получения закодированного сообщения из информационного пространства ему присваиваются следующие атрибуты:

- время создания ячейки памяти для ее хранения (время передачи)
- идентификаторы отправителя, получателя и агента
- параметр уровня доступа

Проверка целостности (проверка контрольной суммы) является обязательным этапом в процессе обмена информацией в связи с тем, что не исключаются ошибки при записи, кодировании и декодировании сообщений.

Любой из агентов, участвующих в процессе передачи сообщений, может ссылаться на них с целью чтения или использовать в качестве параметров для поиска время записи сообщения и идентификационный номер собеседника-агента. В этом случае невозможно переписать сообщение или изменить его данные.

Передача сообщений через информационное пространство может осуществляться в одностороннем порядке при $i_k \in I_{main}$ или $i_k \in I_{agents}$.

Предлагается модель взаимодействия, включающая в себя процесс кодирования сообщений.

Предполагается, что описанный канал передачи информации является дискретным каналом без помех, характеризующимся системой значений $[Y, c(y), a]$ [11].

Анализируя систему Smart Factory, можно сказать, что информационное пространство и роботы-агенты уязвимы к разрушительному воздействию, результатом которого является нарушение функционирования системы, ее остановка и хищение информации. Вследствие деструктивного воздействия на канал связи агентов, нарушается синтаксическая целостность информационных сообщений, что приводит к нарушению семантических и прагматических ценностей информации. В случае прямого воздействия на агентов, агент может быть отключен, передать ложную информацию или передать информацию сторонним злоумышленникам-агентам.

При рассмотрении разрушительного информационного воздействия на описанную систему предлагается следующая классификация возможных уязвимостей:

- Уязвимости сетевого уровня (уязвимости сетевого протокола)
- Уязвимости уровня операционной системы (ОС)
- Уязвимости на уровне базы данных. В связи с введенным допущением неизменности большинства информационных сообщений, написанных в информационном пространстве, будем считать, что данный класс уязвимостей связан с информационными сообщениями, которые могут быть переписаны или переданы в реальном времени. К этому классу уязвимостей относится и отсутствие резервного копирования, которое может привести к остановке работы системы.
- Уязвимости с точки зрения физической безопасности
- Уязвимости в общении. К таким уязвимостям относятся уязвимости в криптографических алгоритмах, отсутствие валидации входных данных (робот-агент может посылать некорректные данные), отсутствие валидации обрабатываемых данных (уязвимости, которые могут быть использованы на этапах кодирования, передачи в канале связи, декодирования), угроза неконтролируемого копирования сообщений.
- Уязвимости контроля доступа. В системе описаны механизмы контроля доступа к информационным сообщениям и аутентификации, идентификации агентов системы. Система не масштабируема, так как внедрение стороннего агента возможно только в случае отключения работающего агента.

Модели поведения злоумышленника

Нападающий - субъект, который оказывает влияние на информационный процесс с целью вызвать его отклонение от условий его нормального протекания. Модель поведения злоумышленника будет рассматриваться как алгоритм действий, которому он следует в соответствии со своей целью.

Целью злоумышленника является достижение определенного состояния информационной системы или информации в ней. В соответствии с выявленными уязвимостями системы, можно сказать, что целью

злоумышленника может быть неисправность или остановка работы системы, или хищение информации.

Методы, используемые злоумышленником для достижения цели, определяются его позицией относительно размещения системы на начальном этапе атаки. Нападающий считается внешним, если он находится вне системы и не имеет прав доступа к информации, передаваемой внутри нее. Внутренний атакующий является агентом системы. При этом внешний злоумышленник может реализовать внутренние угрозы информационной безопасности. Используя описание злоумышленников, их целей и уязвимостей системы, можно описать их основные модели поведения (поведенческие модели).

В статье описываются взаимодействия агентов, использующих информационное пространство внутри Smart Factory. Определены свойства информационных сообщений и представлены модели поведения злоумышленников.

Модель информационного пространства предоставляет широкий спектр возможностей для разработки и реализации новых методов взаимодействия агентов и может стать отправной точкой для разработки более широкой модели злоумышленника и модели угрозы.

Новые задачи для работы мы определили следующим образом:

- Разработка модели информационной безопасности для Smart Factory.
- Разработка симулятора и проверка эффективности и устойчивости модели информационного пространства.
- Должен быть представлен более комплексный подход к описанию информационного пространства.

Разработка проекта требует, с одной стороны, создания единого информационного пространства внутри системы для повышения скорости доступа к данным (что является решением проблемы доступности информации), с другой - обеспечения конфиденциальности данных, что решается путем введения прав доступа объектов системы к информационным сообщениям. Широкое распространение концепций «Smart Factory» и «Индустрия 4.0» вызывает необходимость сделать их использование безопасным как для компаний, так и для потребителей услуг и продукции, в том числе обеспечить безопасность данных, используемых на различных этапах производства.

Список использованных источников

1. Х.С. Канг и др. «Умное производство»: Прошлые исследования, современные направления и будущие направления», Международный журнал точного машиностроения и технологии производства - «Зеленая технология», т. 3, стр. 111128, 2016.

2. S. Wang, J. Wan, D. Li и C. Zhang, «Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook», Международный журнал распределенных сенсорных сетей, т. 12(1), 2016, стр. 3159805.
3. Д. Зюльке, «Умная фабрика - к заводу-изготовителю», Ежегодные обзоры в области контроля, том 34(1), 2010 г., стр. 129-138.
4. J. Lee, «Smart factory systems», Informatik-Spektrum, том 38(3), 2015 год, стр. 230-235.
5. М. Бауэр, Л. Жандуби и О. Симонейт, «Умные заводские системы - мобильные вычисления в производственных условиях», Материалы семинара MobiSys 2004 по применению мобильных встраиваемых систем, июнь 2004 года.
6. А.Р. Садеги, К. Вассманн и М. Вайднер, «Проблемы безопасности и конфиденциальности в промышленном Интернете вещей», Конференция по автоматизации проектирования (DAC), 52-й ACM/EDAC/IEEE, 2015 г., стр. 1-6.
7. К. Чжоу, Т. Лю и Л. Чжоу, «Индустрия 4.0: На пути к будущим промышленным возможностям и вызовам», «Нечеткие системы и открытие знаний» (FSKD), 12-я международная конференция 2015 г., авг. 2015 г., стр. 2147-2152.
8. D. Lucke, C. Constantinescu и E. Westkämper, «Умный завод - шаг к следующему поколению производства», Производственные системы и технологии для новых рубежей, 2008, стр. 115-118.
9. S. Wang, J. Wan, D. Zhang, D. Li и C. Zhang, «На пути к «умному заводу» для промышленности 4.0: самоорганизующаяся мультиагентная система с большой обратной связью и координацией на основе данных», Компьютерные сети, 2016, том 101, стр. 158-168.
10. Иванов Д., Долги А., Соколов Б., Вернер Ф., Иванова М., «Динамическая модель и алгоритм краткосрочного планирования цепочек поставок в отрасли «Индустрия 4.0.», Международный журнал производственных исследований, 2016, т. 54(2), стр. 386-402.
11. Р.Л. Стратонович, Теория информации. Москва, 1975.

УДК 004.09

ГРНТИ 73.29.21

ГРУЗОВАЯ СТАНЦИЯ. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ANYLOGIC

А. В. Станковец

студент специальности Информационные системы и технологии, СГУПС, г. Новосибирск,

Научный руководитель: И. С. Волегжанина

канд. пед. наук, доцент, СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. К настоящему моменту времени сформировалось довольно огромное число методов решения задач, возникающих на жд транспорте. В последнее время все большее распространение как метод и способ исследования железнодорожных станций приобретает имитационное моделирование. В этой работе показана графическая модель грузовой станции в AnyLogic. Разработанная модель отображает корректную деятельность грузовой станции со учетом ряда дополнительных параметров.

Ключевые слова: AnyLogic, грузовая станция, моделирование

FREIGHT STATION. MODELING IN ANYLOGIC

A. V. Stankovets

student of the specialty Information systems and technologies,
Siberian Transport University, Novosibirsk

Scientific adviser: I. S. Volegzhanina

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Siberian Transport University, Novosibirsk

Аннотация. To date, a fairly large number of methods for solving problems arising in railway transport have been formed. Recently, simulation modeling has become more and more widespread as a method and method for studying railway stations. This work shows a graphical model of a freight station in AnyLogic. The developed model displays the correct activity of a freight station, taking into account a number of additional parameters.

Ключевые слова: AnyLogic, freight station, modeling

Business process modelling is a method for improving the quality, efficiency and analysis of the organization's activities. This method is based on the description of a process through various elements (actions, data, events, materials, etc.) inherent in the process [1].

The object of study is a cargo station, and the subject of study is the modelling of business processes within the cargo station.

Simulation is an important tool in studying the operation of railway stations.

Visual modelling is a type of modelling using some graphical notation. In its turn, a model is an abstraction of a physical system considered from a certain point of view and presented in a certain language or a graphical form. Without a model it is difficult to cope with the growing complexity of a systems being developed. Visual modelling uses the universal modelling language UML. Visual models are implemented with the aim of depicting the architecture of software systems.

Visual modelling is an application of notations with advanced semantics, graphics and text content to capture software sketches. A notation such as UML allows increasing the level of abstraction while providing complete syntax and semantics.

Freight station is a complex of track and cargo devices, technical and office premises intended for carrying out cargo and commercial operations, receiving, disbanding, forming, commercial inspection, maintenance and dispatch of freight trains. Such stations are junction points for various types of transport (railway with road, water, industrial, pipeline), as well as railway transport of wide, narrow and Western European gauge [2].

AnyLogic is a simulation software with a modern graphical interface and Java language for model development. The program contains special libraries and palettes, which contain objects for work. The Railway Library is used to model a freight station [3].

Let's consider the algorithm of a cargo station in the AnyLogic environment.

The process of functioning of the developed station is shown in Figures 1 - 8.

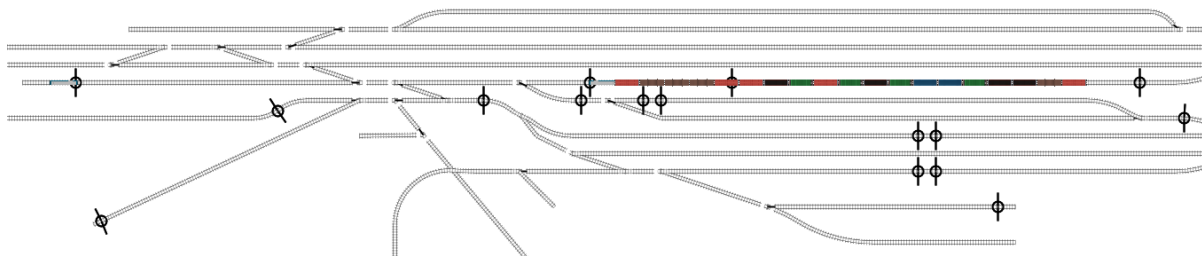


Figure 1 - An odd group train arrives at the station, takes track 4, the locomotive leaves 15 cars, and leaves the station with the rest

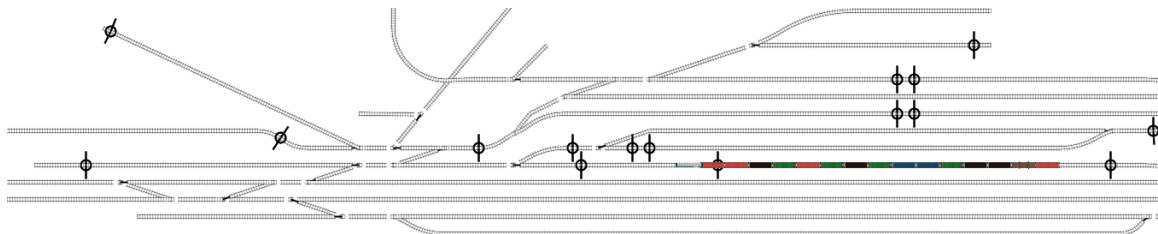


Figure 2 - Shunting train from track 11 attaches wagons

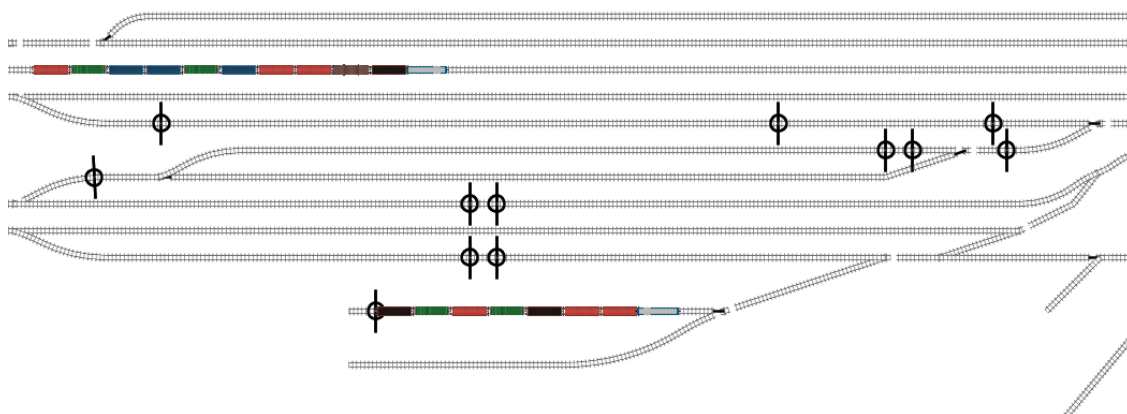


Figure 3 - Through trains follow the main even and odd track

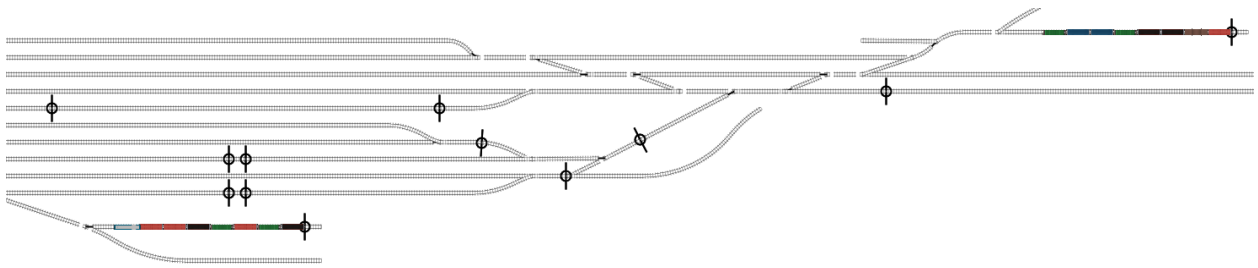


Figure 4 - The locomotive sends the required number of cars to the 3rd and 4th access tracks, after which they are there for a certain time

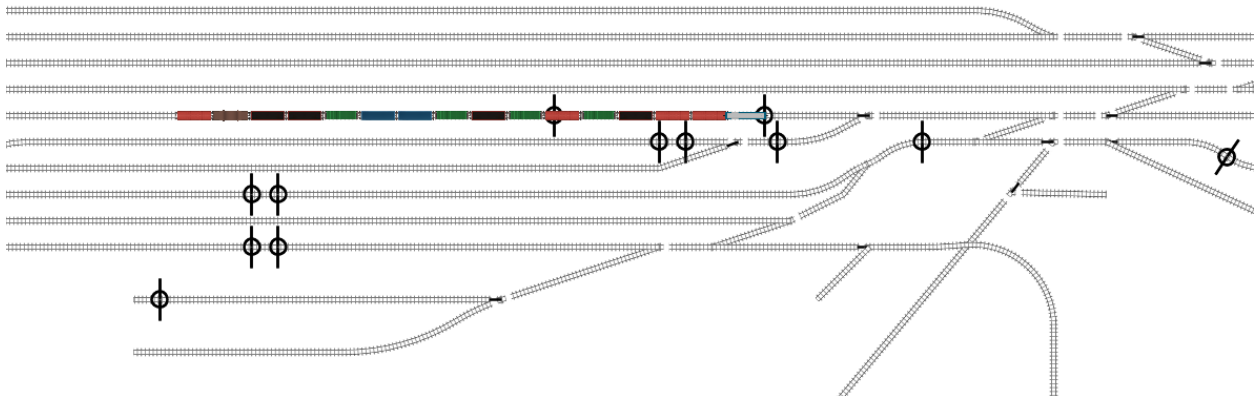


Figure 5 - The locomotive assembles the train on 4 tracks

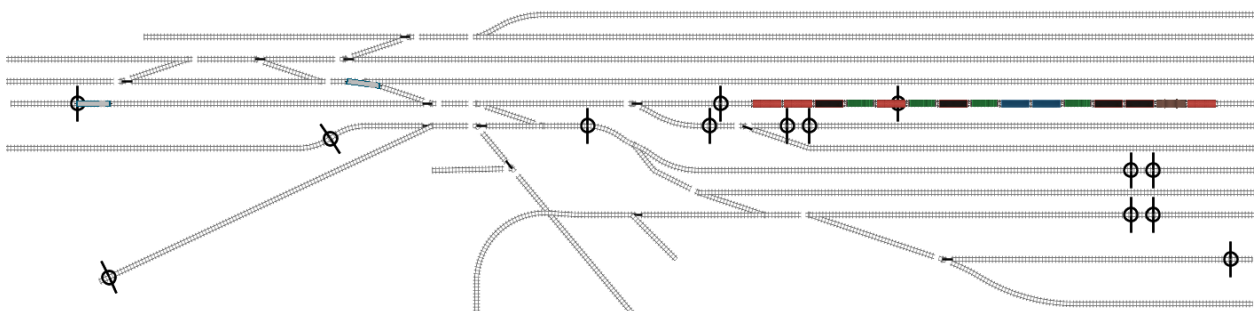


Figure 6 - A locomotive arrives, hooks up the wagons and leaves the station

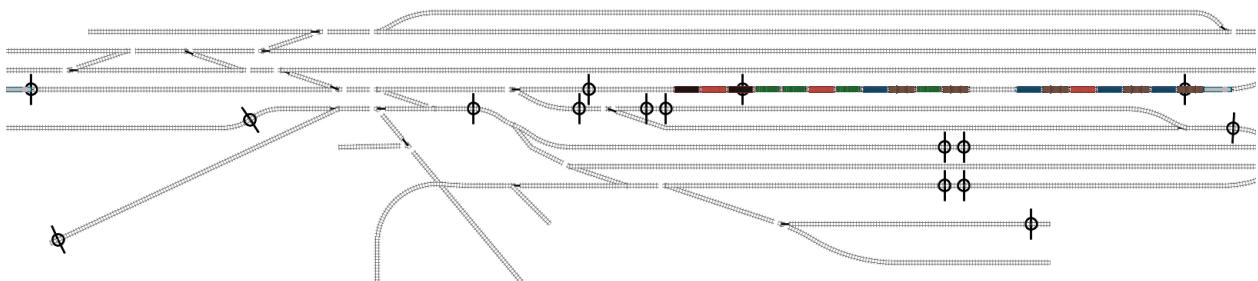


Figure 7 - An even group train arrives at the station, takes track 4, the locomotive leaves 11 cars, and leaves the station with the rest

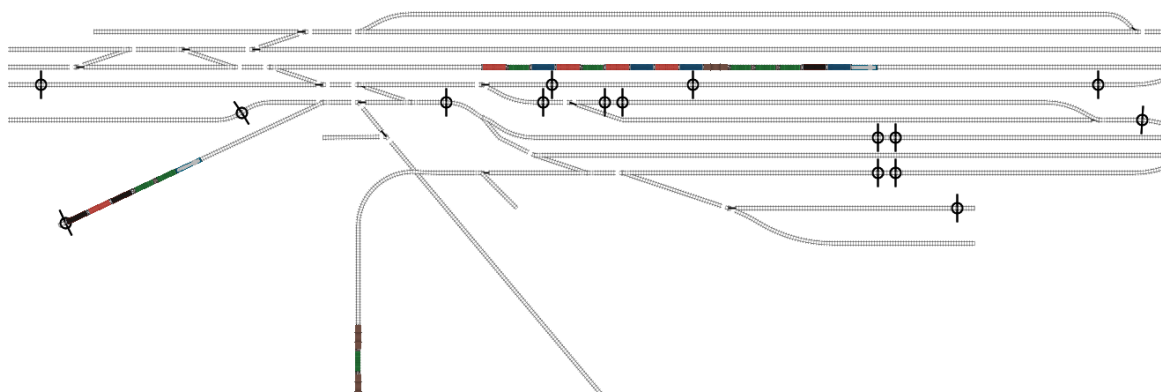


Figure 8 - The locomotive sends the required number of wagons to 1 and 2 access tracks, after which they stay there for a certain time

This cycle repeats several times until 13 through trains from the even and odd sides, as well as 7 trains (3 even and 4 odd) pass through the station. The model of the cargo station operation is shown in Figure 9.

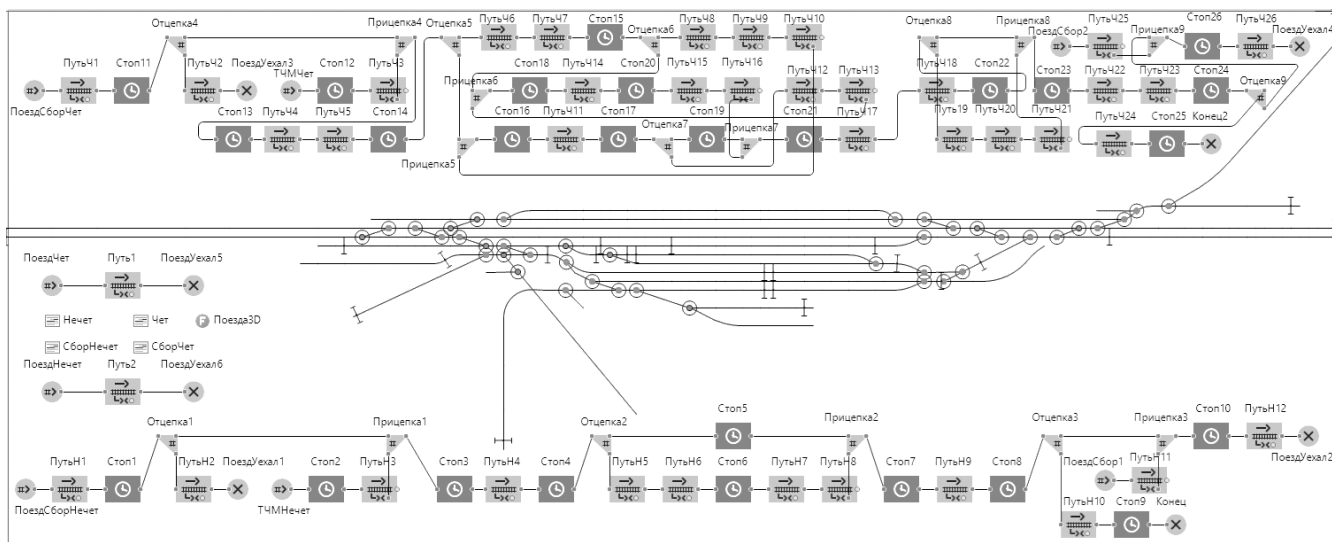


Figure 9 - Model of the work of the cargo station

As a result of the work, a model of the cargo station was created in the AnyLogic environment.

Bibliographic references

- 1 Моделирование бизнес-процессов: официальный сайт URL: <http://www.kpms.ru/Automatization/BPM.htm> (дата обращения 12.03.2021);
- 2 Технология работы грузовой станции: официальный сайт URL: <https://infopedia.su/4xb57.html> (дата обращения 09.03.2021);
- 3 Справка AnyLogic: официальный сайт URL: <http://www.anylogic.ru/anylogic/help/index.jsp> (дата обращения 24.02.2021).

УДК 629.423.1

ГРНТИ 73.29.41

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ 2ЭС5К В РЕЖИМЕ ТЯГИ В РАСЧЕТЕ НА ОДНУ ТЕЛЕЖКУ

Д.А. Тихонов

студент ПСЖ.3-17-2, ИрГУПС, г. Иркутск

Научный руководитель: Т.В. Волчек

аспирант кафедры «Электроподвижной состав», ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. В настоящее время одними из самых современных электровозов переменного тока являются электровозы серии «Ермак», которые имеют различные модификации Э5К, 2(3,4)ЭС5К. Данные электровозы являются следующей эволюционной ступенью в развитии грузовых электровозов семейства ВЛ80 и позиционируются как их основная замена. В данной статье разработана функциональная и принципиальная схемы электровоза переменного тока серии 2ЭС5К в режиме тяги в расчете на одну тележку, позволяющие показать все элементы силовой цепи электровоза, а также связи между ними.

Ключевые слова: электровоз переменного тока, функциональная схема, принципиальная схема, блок управления, выпрямительно-инверторный преобразователь, тяговый электродвигатель

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL AND SCHEMATIC DIAGRAMS OF THE AC ELECTRIC LOCOMOTIVE OF THE 2ES5K SERIES IN THE TRACTION MODE PER BOGIE

D.A. Tikhonov

student PSG.3-17-2, IrGUPS, Irkutsk

Supervisor: T.V. Volchek

postgraduate student of the department "Electromobile composition", IrGUPS, Irkutsk

Annotation. Currently, one of the most modern AC electric locomotives are electric locomotives of the Ermak series, which have various modifications of the E5K, 2(3,4)ES5K. These electric locomotives are the next evolutionary step in the development of freight electric locomotives of the VL80 family and are positioned as their main replacement. In this article, a functional and schematic diagram of the AC electric locomotive of the 2ES5K series in the traction mode per bogie has been developed, allowing you to show all the elements of the power circuit of the electric locomotive, as well as the connections between them.

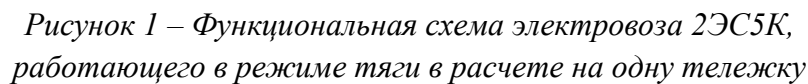
Keywords: AC electric locomotive, functional circuit, schematic diagram, control unit, rectifier-inverter converter, traction motor

В настоящее время электровозы серии «Ермак», выпускаемые с 2005 года, являются одними из самых современных отечественных электровозов переменного тока, которые имеют различные модификации – Э5К, 2(3,4)ЭС5К. Данные электровозы являются следующей эволюционной ступенью в развитии грузовых электровозов семейства ВЛ80 и позиционируются как их основная замена [1]. Поэтому студентам железнодорожных высших учебных заведений специальности «Электрический транспорт железных дорог» необходимо подробно изучать работу современных электровозов, что позволит сделать их грамотными специалистами. Для этого разработаем функциональную и принципиальную схемы электровоза переменного тока серии Э5К, позволяющие показать все элементы силовой цепи электровоза, а также связи между ними.

На рисунке 1 изображена функциональная схема электровоза серии Э5К, работающего в режиме тяги в расчете на одну тележку. Схема включает в себя тяговый трансформатор (ТТ), за прототип которого принят ОНДЦЭ-4350/25-У2, питающийся от контактной сети напряжением 25 кВ; выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) типа ВИП-4000М, сглаживающий реактор РС-19 и тяговый электродвигатель (ТЭД) типа НБ-514Б, а также блоки измерения, к которым относят датчики токов якоря и возбуждения (ДТЯ, ДТВ), датчик скорости (ДС) [2].

Управление ВИП осуществляется с помощью контроллера машиниста (КМЭ) или автоматически (в режиме автоведения) путем изменения углов открытия тиристоров ВИП, за счёт задания скорости и тока [3]. Сигналы от КМ подаются на БУ электровоза. Информация об углах коммутации на БУ поступает от датчиков углов коммутации (Т21 и Т22), о значениях токов якоря и возбуждения – от датчиков тока (ДТЯ и ДТВ), которые формируют напряжения, пропорциональные токам якоря и возбуждения ТЭД. На БУ от датчиков скорости (ДС) поступает сигнал пропорциональный фактическому значению скорости движения электровоза, с помощью которого контролируются скорости вращения осей колесных пар (n) для поддержания заданной скорости электровоза. При помощи ДС обеспечивается защита от боксования и юза. Также к БУ подаётся сигнал от трансформатора (Т18) для обеспечения работы системы синхронизации аппаратуры с сетью и трансформатора (Т17) – для обеспечения работы системы, устанавливающей необходимую величину α_0 в зависимости от формы и уровня напряжения контактной сети.

БУ формирует управляющие импульсы на систему формирования импульсов (СФИ) ВИП, которая служит для включения его тиристоров. Блок питания (БП) СФИ ВИП питается от обмотки собственных нужд (ОСН) 380 В ТТ. БУ обеспечивает плавное четырехзонное регулирование напряжения на ТЭД.



На основании функциональной схемы электровоза 2ЭС5К, разработана принципиальная электрическая схема электровоза 2ЭС5К с его блоком управления в расчете на одну тележку, которая включает схемы замещения системы электроснабжения, ТТ, ВИП на четвертой зоне регулирования и ТЭД, работающего в режиме ослабления поля, рисунок 2.

168

клапанами песочниц, преобразователями частоты фаз вентилятора и панелью индикации пульта машиниста [4].

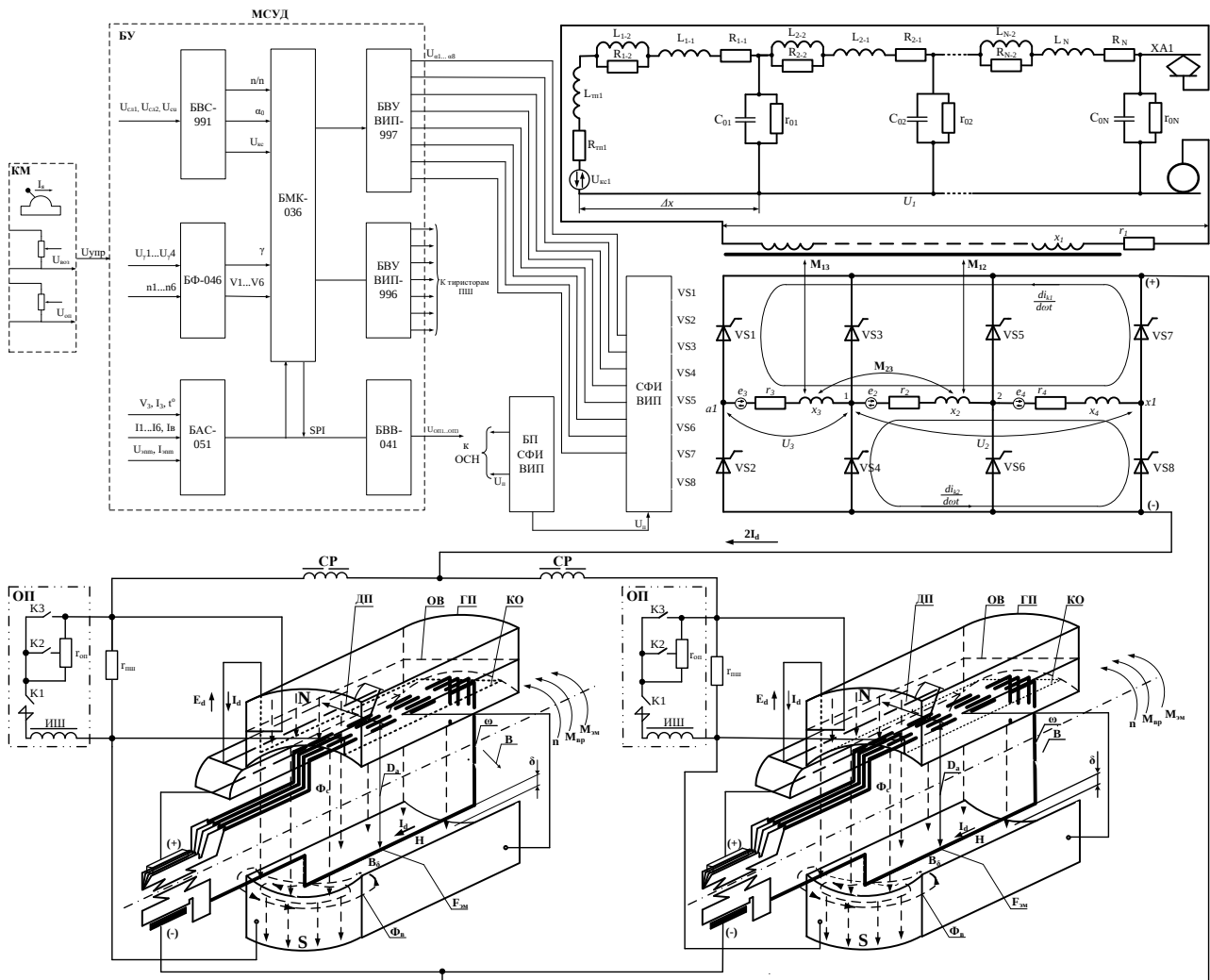


Рисунок 2 – Принципиальная схема силовой цепи электровоза 2ЭС5К, работающего в режиме тяги в расчете на одну тележку

Сигналы ($\alpha_1 - \alpha_8$ для ВИП, α_9, α_{10} для выпрямительной установки возбуждения) сформированные в БМК-036 усиливаются в блоках выходных усилителей БВУ-997 ($\alpha_1 - \alpha_{10}$), БВУ-996 ($\alpha_{ш1} - \alpha_{ш4}$).

Таким образом, разработаны и описаны функциональная и принципиальные схемы силовой цепи электровоза 2ЭС5К в режиме тяги в расчете на одну тележку, позволяющие изучить работу современного электровоза.

Список использованных источников

1. Мощнее электровоза в мире нет. Выпуск №228 (266601) 18.12.2018
2. Электровоз 2ЭС5К: Руководство по эксплуатации Книга 1 / ОАО «ВЭЛНИИ». – М.: Транспорт, 2006. – 249 с.
3. Тихменев Б.Н. Электровозы переменного тока со статическими преобразователями. М.: Транспорт, 1958. 277 с.

4. Волчек Т.В., Мельниченко О.В., Шрамко С.Г. Современный подход к регулированию ослабления поля тяговых электродвигателей электровозов переменного тока // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2020. №3(20). ДВГУПС. Хабаровск. С.23-26.

УДК 621.316

ГРНТИ 44.29.29

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Н.И. Федотова, М.А. Куликов

студенты специальности 23.05.05 Системы обеспечение движения поездов,

КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: В.О. Колмаков

к.т.н, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Данная статья описывает основные перспективы и проблемы применения светодиодных источников света с точки зрения качества электроэнергии и способов повышения ее качества. Были описаны негативные воздействия высших гармоник. Обозначены проблемы при применении светодиодных энергосберегающих ламп: возникновение импульсных помех и снижение качества электрической энергии; высокая степень вероятности увеличения числа аварийных сбоев и увеличение числа аварийных сбоев и выходов из строя электронного оборудования; вследствие чего возникает необходимость принятия дополнительных мер по установке устройств для компенсации гармоник тока.

Ключевые слова: светодиодный светильник; генерация гармоник тока и напряжения; снижение качества электроэнергии; электроэнергия.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF LED LIGHTING ON THE QUALITY INDICATORS OF THE ELECTRICAL NETWORK

N.I. Fedotova, M.A. Kulikov

Students of the Train traffic support systems specialty

*Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: V.O. Kolmakov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

*Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Abstract. *This article describes the main prospects and problems of using LED light sources from the point of view of the quality of electricity and ways to improve its quality. The negative effects of higher harmonics have been described. Problems with the use of LED energy-saving lamps are identified: the occurrence of impulse noise and a decrease in the quality of electrical energy; a high degree of probability of an increase in the number of emergency failures and an increase in the number of emergency failures and failures of electronic equipment; as a result, it becomes necessary to take additional measures to install devices to compensate for current harmonics.*

Keywords: *LED lamp; generation of harmonics of current and voltage; decrease in the quality of electricity; electricity.*

Светодиод (led) – это полупроводниковый элемент, в котором при прохождении электрического тока создается видимое глазу оптическое излучение. В настоящее время такие устройства используются практически в любом приборе: телефоны, бытовая техника, автомобили, светильники и многие другие. Led-элементы потребляют гораздо меньше энергии, что важно для энергосбережения.

Прогрессивные коммунально-бытовые объекты наполнены огромным количеством электронной, телекоммуникационной, цифровой и прочей аппаратурой, которая в целом имеет низкую защиту от импульсных помех и перенапряжений. Множество промышленных предметов имеет неудовлетворительное или недостаточное качество электропитания, в результате чего происходит нарушение режимов работы оборудования, переучет электрической энергии системами устройствами учета и контроля потребления электрической энергии, повреждение электронной техники.

Качество электроэнергии

Качество электрической энергии – это степень соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям. К параметрам электрической энергии относят напряжение, частоту и форму кривой электрического тока.

Сокращение качества электрической энергии может привести к заметным изменениям режимов работы электроприёмников и в результате сокращению производительности рабочих механизмов, ухудшению свойства продукции, уменьшения срока службы электрооборудования, увеличению вероятности аварий.

Способы повышения качества электроэнергии:

– Использование синхронных машин для регулирования величины реактивной мощности

- Использование вентильных преобразователей для изменения напряжения и частоты электрического тока с помощью электронных и ионных вентилях
- Использование фильтров гармоник (Активных, пассивных и комбинированных) для борьбы с высшими гармониками
- Использование конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности

Гармоники

Постоянное использование устройств с нелинейными вольтамперными характеристиками (ВАХ) приводит к увеличению уровня высших гармоник токов и напряжений в электрических сетях и, следовательно, является одной из причин ухудшения качества электроэнергии.

Токи и напряжения несинусоидальной формы можно представить в виде суммы гармоник. Частоты, которых кратны основной частоте питающей сети.

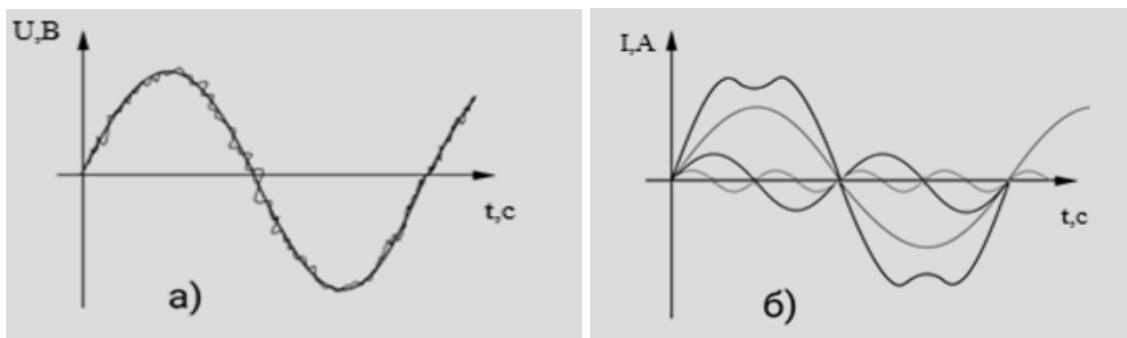


Рисунок 1 – а) график изменения напряжения, б) график изменения тока

Гармоники, увеличивающие пик напряжения, могут вызвать искажения изображения и изменение яркости. Приводят к искажению считываемых показаний электронных узлов учета и систем АСКУЭ (автоматизированная система контроля учета электроэнергии) [1].

При производстве новых проектных решений по сооружению и модернизации электроустановок, проектировщики не предусматривают высокие показатели нелинейных характеристик драйверов светодиодных светильников, наличие в них гармонических составляющих тока и напряжения, генерации реактивной мощности в сеть, наличие импульсных токов в момент пуска и влияние данных факторов на электромагнитную совместимость.

Отмечены некоторые случаи, когда при включении светодиодных осветительной нагрузки возникали радио и электромагнитные помехи, которые полностью заглушали сигнал теле-радио-приемников. В большинстве случаев оказывалось, что установленные блоки питания светодиодных светильников не удовлетворяли условиям нормативной технической документации не только к радиопомехам, но и к гармоническим составляющим тока. К сожалению, в наше

время многие поставщики и начинающие разработчики пренебрегают требованиями к электромагнитной совместимости.

В настоящий момент ухудшение качества электроэнергии распределительных сетей больших развитых городов является частой проблемой. Есть источники которые отмечают увеличение уровня высших гармоник в электрических сетях мегаполисов. Приведенный в статье анализ, показывает, что уровень третьей и пятой гармоник в некоторых случаях превышает 20%. [2]

Описанные выше проблемы формируют цель данного исследования, которая состоит в том, чтобы определить насколько действительно эффективно массовое использование светодиодного осветительного оборудования с точки зрения экономичности и энергоэффективности, и какие это может повлечь за собой проблемы.

Материалы и методы

Высшие гармоники генерируются в сеть при наличии любой нелинейной нагрузки. В первую очередь к таким нагрузкам относятся импульсные и бесперебойные источники питания, электронные балласты. Главным недостатком импульсных источников питания является генерация импульсов тока, которые содержат большое количество нечетных гармоник. [3]

Гармонические составляющие токов появляются с однофазной нагрузкой и имеют специфическое результирующее воздействие на трехфазную сеть. В лучшем случае, при сбалансированной пофазной нагрузке гармонические (синусоидальные) токи имеют фазовый сдвиг равный 120 градусам относительно друг друга. В результате чего их сумма в нейтрали равна нулю и падения напряжения на нулевом проводнике не появляется.

Однако в трехфазных цепях нечетные гармоники кратные трем могут быть одинаковы по фазе в результате чего будет образована нулевая последовательность. Таким образом, гармоническая составляющая суммируется в нулевом проводнике, составляя большую долю в действующем значении фазных токов. В результате чего общий ток в нулевом проводнике может превысить фазный.

Кроме вопросов связанных с качеством электрической энергии, возникает и вопрос, который напрямую касается экономии денежных средств. Данный вопрос связан с тем, что на российском розничном рынке современные поставляемые светодиодные лампы и светильники не имеют того заявленного ресурса работоспособности. Данное некачественное оборудование, к сожалению, обширно представлено как в простых магазинах, так и в специализированных магазинах. Эти факты вносят определенные сомнения в вопрос экономической выгоды применения такого оборудования, ведь

проведение работ по замене любого источника света также требует экономических и временных затрат.

Вероятность активного перехода на светодиодные источники света с нелинейными характеристиками потребления не могут считаться однозначно положительными без учета электромагнитной совместимости внешней сети и источников вторичного питания, используемых в данных источниках света, а также параметров надежности основных элементов устройства.

Из чего следует что, многочисленное использование светодиодных источников света, как промышленное так и бытовое может привести к появлению существенного ухудшения общего гармонического тока электрической сети, и уменьшению параметров надежности чувствительного оборудования. В силу того, что источники питания потребляют ток импульсным характером, где амплитуда импульсов может достигать значений, в несколько превышающих средний ток потребления, что может привести к искажению сигнала переменного напряжения в сети потребителя, дисбалансу трехфазных линий электропитания, просачиванию наибольшей части энергетического потенциала обратно в сеть, это значит, что для решения данных проблем необходимо улучшение имеющихся методик испытаний светодиодных источников света, ужесточение требований применения средств для снижения гармоник в схеме драйверов светодиодных светильников.

Список использованных источников

1. Влияние светодиодного освещения на показатели качества электрической сети [сайт] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-svetodiodnogo-osvescheniya-na-pokazateli-kachestva-elektricheskoi-seti> (Дата обращения 11.04.2021)
2. В.О. Колмаков, В.И.Пантелеев : качество электроэнергии в системах светодиодного освещения [сайт] URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2012/C29/037.pdf> (Дата обращения 10.04.2021)
3. Электрические сети//влияние высших гармоник [сайт] URL: <https://leg.co.ua/knigi/raznoe/vyshhie-garmoniki-v-nizkovoltnyh-elektricheskikh-setyah-4.html> (Дата обращения 12.04.2021)
4. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ
Колмаков В.О., Колмаков О.В.
The Newman in Foreign Policy. 2020. Т. 5. № 56 (100). С. 67-69.
5. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСЕТИ КАК НОВЫЙ ВИД СБЕРЕЖЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ
Платоненко А.А., Пшеничникова Д.И., Колмаков В.О., Колмаков О.В.

В сборнике: Образование - Наука - Производство. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 178-182.

6. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗОРА Колмаков Виталий Олегович, Колмаков Олег Витальевич The Newman in Foreign Policy. 2021. Т. 1. № 58 (102). С. 44-47.

7. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА Колмаков В.О., Колмаков О.В., Петров М.Н. В книге: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Труды XXIV Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 72-77.

8. ПРОБЛЕМЫ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ Колмакова А.И., Колмакова М.О., Галиахметов Р.Н., Колмаков В.О. В сборнике: Молодая нефть. Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа. 2016. С. 237-242.

9. НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТЬ ТОКА В СЕТЯХ ДО 1000 В. Колмаков В.О., Колмакова Н.Р. В сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Труды XXII Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС. Ответственный редактор В.С. Ратушняк. 2018. С. 43-46.

10. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ТРАДИЦИОННЫХ И ЛУЧЕВЫХ ФИЛЬТРОВ. Колмаков В.О., Колмакова Н.Р. Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2018. Т. 1. С. 319-325.

УДК 614.8.027

ГРНТИ 73.29.75

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ НА ТРАНСПОРТЕ

А.С. Щелкунова

студент специальности 23.02.01: Организация и управление движением на транспорте (по видам), филиал СГУПС, г. Новоалтайск

Научный руководитель: Е.Н. Шишова

преподаватель высшей квалификационной категории, филиал СГУПС, г. Новоалтайск

Аннотация. В данной статье описано понятие травматизма, его роль на производстве ОАО "РЖД", причины его возникновения, а также меры по устранению количества производственного травматизма на железнодорожном транспорте. Осуществлен системный анализ случаев производственного травматизма на полигоне Западно-Сибирской дороги, который приведен в виде таблиц, схем и графиков. Кроме того, описан ряд мероприятий по снижению количества травмоопасных ситуаций на всей сети

железных дорог и выявлена разница в количестве производственных травм за 2019-2020 года.

Ключевые слова: Охрана труда, производственная травма, причины, факторы, меры.

INDUSTRIAL INJURIES IN TRANSPORT

A.S. Shchelkunova

specialty student 23.02.01: Organization and management of traffic in transport,
the branch of STU, Novosibirsk

Scientific supervisor: E.N. Shishova

teacher of the highest category, the branch of STU, Novosibirsk

Annotation: This article describes the concept of injuries, its role in the production of Russian Railways, the reasons for its occurrence, as well as measures to eliminate the number of industrial injuries in railway transport. A systematic analysis of cases of industrial injuries at the West Siberian Road landfill was carried out, which is given in the form of tables, diagrams and graphs. In addition, a number of measures to reduce the number of traumatic situations on the entire railway network were described and a difference in the number of industrial injuries for 2019-2020 was revealed.

Keywords: Occupational safety, occupational injury, causes, factors, measures.

В процессе организации грузовых и пассажирских перевозок занято огромное количество людей, которые постоянно подвергаются воздействию опасных и вредных производственных факторов. Трудовой кодекс в разделе «Общие положения» определяет, что вредный производственный фактор приводит к профзаболеваниям, а опасный к травме. Оценить состояние рабочего места в настоящее время позволяет спецоценка условий охраны труда (СУОТ).

Совершенно очевидно, что любой несчастный случай легче предупредить, чем впоследствии устранять его причины, и поэтому в настоящее время пересмотрено огромное количество законодательных документов, базирующихся на риск-ориентированном подходе к осуществлению трудовой деятельности,

Железнодорожный транспорт – один из травмоопасных видов транспорта, на котором ежегодно происходит большое количество несчастных случаев. И происходит это в связи с разными причинами. Самым актуальным вопросом в области охраны труда является безопасность людей. Именно поэтому железная дорога проводит ряд мер по предотвращению травмоопасных ситуаций на транспорте.

Производственная травма – травма, которую работник получил на производстве, случившаяся вследствие несоблюдения требований безопасности труда. А также производственная травма – это результат несчастного случая.

Таблица 1 – Причины производственного травматизма

Причины производственного травматизма			
Технические (несовершенство технологических процессов, недостатки оборудования)	Организационные (несоблюдение техники безопасности, неправильная организация работы, отсутствие нужного контроля за производственным процессом)	Санитарно-гигиенические (повышенное содержание в воздухе вредных веществ, высокий уровень шума, вибраций)	Психофизиологические (высокая напряженность труда, усталость, несоответствие организма человека условиям труда)

Кроме причин, указанных в таблице, существуют еще несколько факторов, которые могут влиять на появление производственного травматизма. Этими факторами являются: экономический (стремление получать большую заработную плату при этом пренебрегая охраной труда), а также природный (стихийные бедствия, массовые эпидемии). Все эти причины (Рисунок 1) тесно связаны между собой, поэтому меры их предотвращения должны быть комплексными и целенаправленными. [1]



Рисунок 1. Причины возникновения производственного травматизма

Изучая ситуацию, связанную с травматизмом на полигоне Западно-Сибирской железной дороги на 2019-2020 год была выявлена разница в количестве пострадавших на данном участке (Рисунок 2):

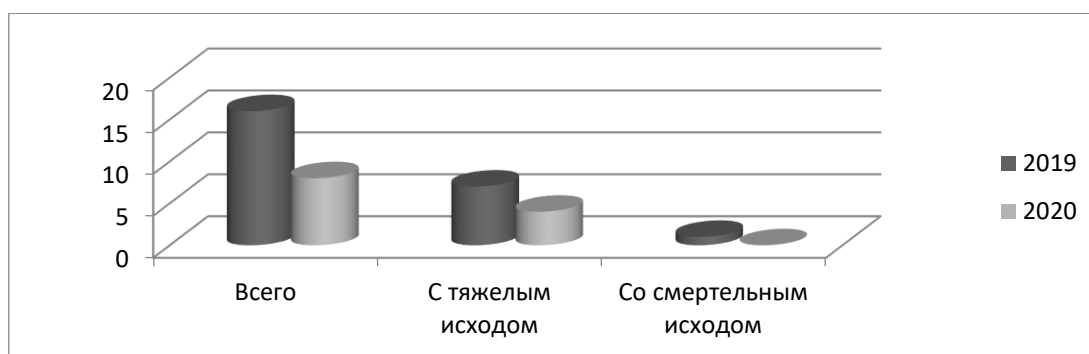


Рисунок 2. Сравнение количества случаев со смертельным и тяжелым исходами

Основные причины травматизма с тяжелым и смертельным исходом – это воздействие электрического тока, наезд подвижного состава и падение с высоты. Причем виды причин происшествий разнообразны: начиная от неосторожности работника, заканчивая пожаром, избиением, авариями и т.д.

На диаграмме (Рисунок 3) можно увидеть анализ наиболее травмоопасных профессий за 2020 год, которые наиболее часто подвергаются производственному травматизму на железнодорожном транспорте:

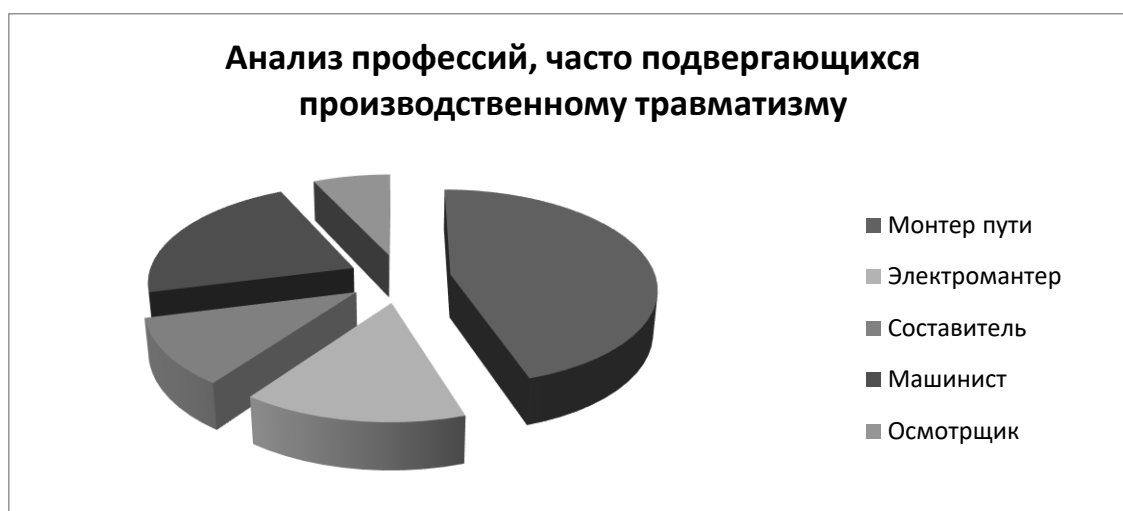


Рисунок 3. Анализ профессий, часто подвергающихся производственному травматизму

Для того чтобы еще больше разобраться в той или иной причине несчастного случая, проводят анализ каждой произошедшей ситуации. К главным методам анализа относятся: топографический, групповой, монографический, статистический. [2]

В 2020 году на Западно-Сибирском полигоне было проведено большое количество мероприятий (Рисунок 4) для улучшения показателей с производственным травматизмом, таких как:

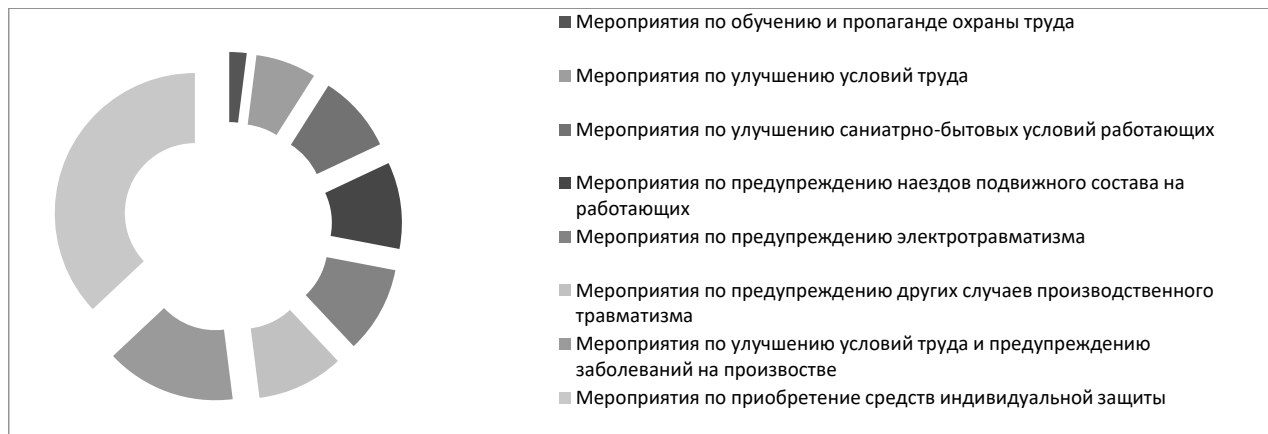


Рисунок 4 – Мероприятия по улучшению показателей производственного травматизма

Для снижения производственного травматизма на предприятиях была создана специальная трехступенчатая программа контроля КСОТП:

1 ступень: ежедневный контроль (Руководитель участка отслеживает готовность рабочих мест на своем участке и их состояние, следит за соблюдением техники безопасности и технологическим процессом);

2 ступень: ежемесячный контроль (Один раз в месяц руководитель подразделения с другими специалистами проверяет исполнение всех нормативных актов и технологических норм);

3 ступень: ежеквартальный контроль (Комиссия во главе руководителя предприятия проверяет все подразделения, проведение всех инструктажей, знания сотрудников и многое другое)

Железнодорожный транспорт является одним из специфичных и крайне опасных видов труда. Дополнительно к этому, железная дорога работает круглый год и в любую погоду, что придает еще большей специфичности данному виду деятельности. [3]

В настоящее время проводится большое количество мероприятий по снижению производственного травматизма на всей сети железных дорог. Кроме того специалистами по охране труда внедряется система нулевого травматизма, которая положительно зарекомендовала себя на международном уровне.

И, по моему мнению, благодаря этой системе случаи производственного травматизма будут предотвращаться с еще большей скоростью, и несчастных случаев будет происходить все меньше и меньше.

Список использованных источников

1. Перечень случаев производственного травматизма по полигону Западно-Сибирской железной дороги за 2020 год. Новосибирск, 2021.
2. Материал по обеспечению безопасности производственных процессов на полигоне Западно-Сибирской железной дороги за 2020 год. Новосибирск, 2021.
3. Иван Жмыхов. Охрана труда. 2013. 870 с.

СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ»

УДК 681.121.4

ГРНТИ 59.37.35

ПРИМЕНЕНИЕ РАСХОДОМЕРОВ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н.В. Бенько

студент 09.03.04, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: А.С. Фролов

канд. техн. наук, доцент, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В данной работе описана проблема достоверного измерения, а также мониторинга объема сточных вод, образующихся от хозяйственной деятельности железнодорожных предприятий. В качестве примера, показана схема очистки сточных вод с применением расходомеров. Проанализированы основные типы применяемых приборов для учета расхода различных жидкостей и проанализированы особенности их работы. Перечислены достоинства и недостатки приборов, применяемые для измерения сточных вод отходящих от предприятий железной дороги.

Ключевые слова: сточные воды, мониторинг, расходомер, достоверный учет.

APPLICATION OF FLOWMETERS IN WASTEWATER TREATMENT OF RAILWAY ENTERPRISES

N.V. Benko

student 09.03.04, Reshetnev SibSU, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: A.S. Frolov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Reshetnev SibSU, Krasnoyarsk

Annotation. *This paper describes the problem of reliably measuring, as well as monitoring the volume of wastewater generated from the economic activities of railway enterprises. As an example, the scheme of wastewater treatment using flow meters is shown. The main types of devices used to account for the consumption of various liquids are analyzed and the features of their work are analyzed. The advantages and disadvantages of devices used to measure wastewater are listed. departing from the enterprises of the railway.*

Keywords: *wastewater, monitoring, flow meter, reliable accounting.*

В настоящее время загрязнения водоемов – одна из преобладающих технических, экологических, биологических и социальных проблем крупных городов и населенных пунктов. В связи с постоянно возрастающими требованиями к охране окружающей среды, необходимо стремиться к снижению сбрасывания вредных веществ в водохозяйственные объекты. Там, где есть канализационная сеть, стоки стекаются в дождеприемники и выводятся с территории населенного пункта организованным образом. В случае если дождевая сеть не предусмотрена, поверхностные сточные воды удаляются по рельефу местности в нижележащие места. На многочисленных железнодорожных путях, станциях и перегонах сбор и водоотведение не предусмотрены. Следовательно, поверхностные сточные воды, возникающие на железнодорожном полотне, отводятся по рельефу местности и попадают в ближайшие водные объекты [1]. Кроме того израсходование воды и водоотведение на железнодорожных предприятиях могут достигать больших объемов [2].

В соответствии с требованиями охраны окружающей среды, сточные воды предприятий должны не только подвергаться соответствующему дренажу, но и подвергаться мониторингу и соответствующей очистке. Таким образом, экологические проблемы, связанные с деятельностью железнодорожных предприятий, не могут быть решены без мониторинга сточных вод, одна из составляющих которого – строгий учет их объема. Для этого учета требуется соответствующее расходоизмерительное оснащение: расходомеры и водосчетчики. На рисунке 1 показана применение расходомера в схеме очистки сточных вод методом пенной сепарации.

Поскольку сточные воды содержат большое количество поверхностно-активных веществ (ПАВ) и фенолов, то устройства для измерения их расхода должны работать в загрязненных жидкостях.

В России сертифицировано свыше 400 типов расходомеров и счетчиков жидкости производства из разных стран. Эти приборы распределяются на типы: переменного перепада давлений, тахометрические, электромагнитные, ультразвуковые, вихревые [3].

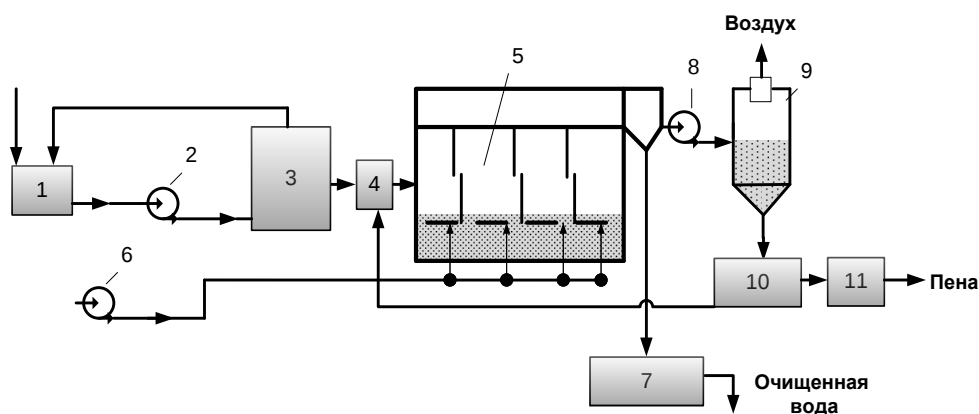


Рисунок 1 – Схема установки очистки сточных вод методом пенной сепарации:
1 – емкость; 2 – насос; 3 – промежуточный сборник; 4 – расходомер; 5 – сепаратор; 6 – воздушодувка; 7 – сборник; 8 – вентилятор; 9 – циклон; 10 – отстойник; 11 – камера концентрирования пены

Тахометрические расходомеры и счетчики имеют подвижный элемент, частота вращения которого пропорциональна объемному расходу. Преимущества тахометрических приборов – быстроедействие и большой спектр измерения. Недостаток таких приборов – изнашивание опор, из-за чего они непригодны для жидкостей, содержащих механические примеси. Кроме того, по мере увеличения вязкости жидкости линейный диапазон измерения сужается, что особенно заметно при измерении объема концентрированных сточных вод.

Основа работы электромагнитных расходомеров – взаимодействие движущейся электропроводной жидкости с магнитным полем, подчиняющееся закону электромагнитной индукции. К преимуществам электромагнитных расходомеров относятся: независимость показаний от вязкости и плотности измеряемой жидкости, отсутствие потерь давления и возможность измерения агрессивных, абразивных и вязких жидкостей [4]. Недостаток таких приборов – повышенная чувствительность к помехам и наводкам, что ограничивает длину соединительных проводов между преобразователями расхода и вторичным прибором, делает необходимым тщательное их экранирование и заземление экранов и корпусных деталей.

Акустические (ультразвуковые) расходомеры основаны на измерении эффектов, образующихся при прохождении акустических колебаний через поток жидкости. Работа таких расходомеров основана на перемещении звуковых колебаний движущейся средой или на эффекте Доплера. Преимущество этих приборов – измерения высокой точности. Но при измерении расхода жидкостей с наличием загрязнений или жидкостей, содержащих пузырьки газа, возникает значительная погрешность из-за рассеяния ультразвуковых колебаний. На работу приборов ультразвукового типа оказывает влияние засорение пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП), изменение температуры среды и

осадки, образующиеся на стенках внутри трубопровода, нарушающие акустический контакт ПЭП.

Вихревые расходомеры – приборы, основанные на измерении частоты колебаний, образующихся в потоке при вихреобразовании или струйных колебаниях [5]. Принцип работы такого расходомера представляет собой явление, заключающееся в том, что за любым телом, обтекаемым газом или потоком жидкости, образуется вихревая дорожка, называемая «дорожкой Кармана». Тело, помещенное в поток с целью образование вихрей, называется телом обтекания. Известно, что в первом приближении частота вихреобразования пропорциональна скорости потока с определенной точностью. Поэтому измерение сводится к измерению частоты вихреобразования с помощью приемников-преобразователей вихревых колебаний.

Обширное использование вихревых приборов, которое наблюдается в последнее время – простота конструкции, отсутствие вращающихся частей в потоке жидкости. Повреждения элементов не оказывают значительное влияние на процесс вихреобразования, поэтому при правильном выборе преобразователя вихревых колебаний в выходной сигнал данные приборы могут использоваться для измерения расхода загрязненных, агрессивных и абразивных сточных вод. Счетчики и вихревые расходомеры имеют линейную шкалу в широком диапазоне измерений, а их показания не зависят от давления и температуры. Так же процесс вихреобразования происходит в открытом канале. Пример приведен на Рисунке 2.

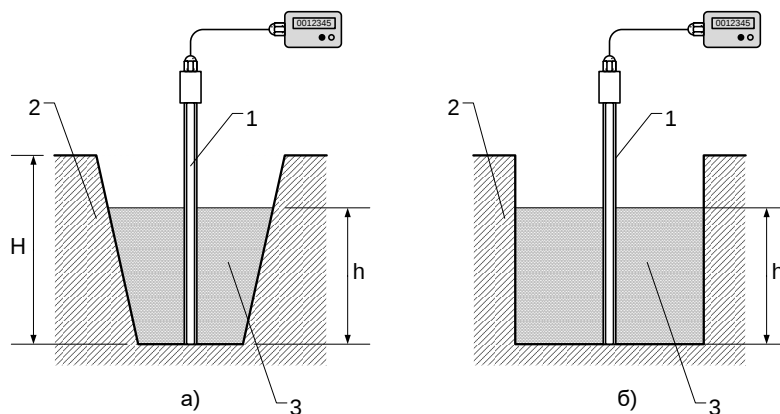


Рисунок 2 – Измерение расхода в открытых каналах
1 – погружной расходомер; 2 – стенки канала; 3 – поток жидкости

Поэтому, зная поперечное сечение потока, легко определить его расход, что актуально для измерения сточных вод в открытых каналах.

Список используемых источников

1. Горшкалев П.А. Комплексная система определения качественных и количественных показателей поверхностного стока с железнодорожных путей:

автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.23.04 / СамГАСУ. Самара, 2010. 20 с.

2. Нормы водопотребления и водоотведения в технологических процессах отрасли: ОН 016 – 01124328. Утвержден Зам. министра путей сообщения Российской Федерации 14.10.2000. 10 с. Доступ из справ. - правовой системы «Консультант плюс».

3. Лурье М.С., Лурье О.М., Фролов А.С. Погружные вихревые расходомеры для мониторинга сточных вод // Вода: Химия и Экология. 2014. №2 (67). С. 108–113.

4. Новое поколение приборов комплекса расходоизмерительной техники РОСТ // Приборы и системы управления. 1997. №11. С. 14–15.

5. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества. Л.: Машиностроение, 1989. – 701 с.

УДК 681.121.4+681.121.8(035)

ГРНТИ 59.37.35

ИМИТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАСХОДОМЕРОВ ВТОРИЧНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.В. Бенько

09.03.04, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: М.С. Лурье

д-р техн. наук, профессор, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В работе описываются вопросы имитационных испытаний погружных вихревых расходомеров больших диаметров для точного измерения расхода волокнистых материалов. Предложено специальное оборудование, позволяющее проводить подробную имитацию гидродинамических процессов в технологическом трубопроводе при работе расходомера. Разработана имитационная модель стенда в приложении Simulink пакета Matlab. Имитационная модель позволила оптимизировать наиболее ответственные узлы имитационного оборудования и исследовать погрешность воспроизведения расхода разработанного оборудования.

Ключевые слова: погружной, расходомер, вихревой, имитационный стенд, технологические испытания, математическая модель.

SIMULATION TESTS OF FLOWMETERS OF SECONDARY FIBROUS MATERIALS

N.V. Benko

student 09.03.04, Reshetnev SibSU, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: M.S. Lurie

Dr. Techn. Professor, Reshetnev SibSU, Krasnoyarsk

Annotation. *The paper describes the issues of simulation tests of submersible vortex flowmeters of large diameters for accurate measurement of the flow rate of fibrous materials. Special equipment is proposed that allows for a detailed simulation of hydrodynamic processes in the technological pipeline during the operation of the flowmeter. A simulation model of the stand in the Simulink application of the Matlab package has been developed. The simulation model allowed to optimize the most important components of the simulation equipment and to investigate the error of reproduction of the flow rate of the developed equipment.*

Keywords: *submersible, flow meter, vortex, simulation stand, technological tests, mathematical model.*

Погружные вихревые расходомеры – перспективное средство измерения расхода волокнистого материала, оборотной, пресной и горячей воды. Применяются для учета объемов сточных вод из различных источников. Эти устройства представляют собой генераторы вихрей (или тела обтекания) в виде штанги, которые с помощью специального стакана устанавливаются в технологическом трубопроводе. Вместе с рабочим трубопроводом представляет собой расходомер практически для любого условного прохода.

Известно, что частота вихреобразования в диапазоне чисел Рейнольдса за телом обтекания пропорциональна скорости потока в трубопроводе с высокой точностью. Расход среды можно измерить, учитывая сечение рабочего трубопровода. Для устойчивого вихреобразования в теле обтекания делают поперечное отверстие – канал обратной связи (КОС). Он оснащен приемником – преобразователем вихревых колебаний (ППВК). В процессе работы в КОС устанавливается знакопеременный переток жидкости с частотой вихреобразования, которая регистрируется ППВК.

Преимущества погружных расходомеров максимально проявляются только при условии тщательной первичной, периодической поверки, которая в реальных условиях проблематична. Поэтому разработка оборудования и методов для имитационных испытаний крайне актуальна. Значимость имеют технологические испытания расходометрической аппаратуры на таких стендах в рабочих условиях эксплуатации, в частности на реально измеряемой среде.

Оборудование для технологических испытаний и поверки расходомеров в виде специального стенда предложено ранее. Ниже, на рисунке 1 показан модифицированный вариант стенда, позволяющий не только проводить испытания одиночного прибора, но и сравнивать работу двух его экземпляров, работающих на разных жидкостях.

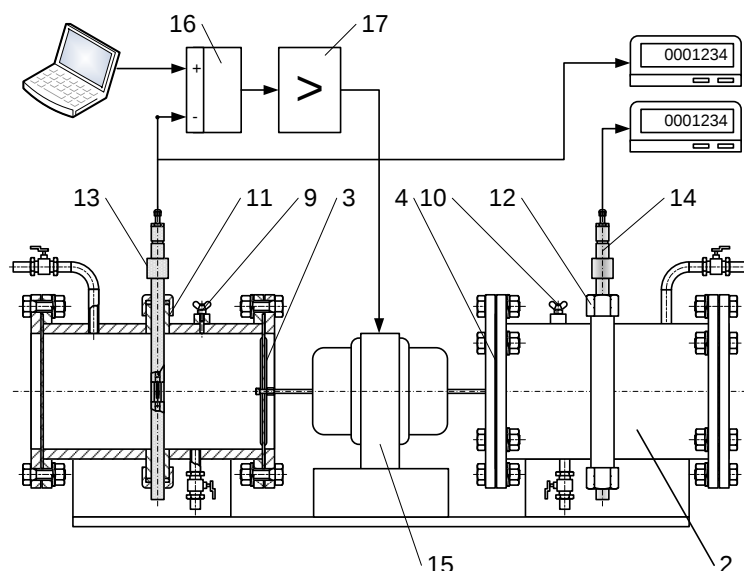


Рисунок 1 – Стенд для технологических испытаний погружных вихревых расходомеров

Считая расходомер, установленный в воде образцовым, можно исследовать дополнительные факторы, возникающие при работе прибора на разных технологических жидкостях. Анализ полученных данных позволяет учесть влияние рабочих условий эксплуатации на показания прибора и при необходимости скорректировать их.

В работе стенда допускается, что для получения электрического сигнала определенной формы и величины с ППВК нужно воздействовать перепадом давления строго определенной формы. Если на выходе ППВК формируется сигнал близкий к реально заданному действующему, то и гидродинамический режим работы КОС и ППВК будет близок к реально существующему.

Стенд состоит из двух одинаковых цилиндрических камер 1 и 2, торцевые стенки – мембраны 3, 4 с жестким центром и мембраны 5, 6 без жесткого центра. Через патрубки 7 и 8 камеры заполняются рабочей жидкостью. Остаточный воздух выпускается через пробки 9, 10. Поперек камер установлены перегородки 11, 12, в которые через уплотнения вставляются тела обтекания образцового 13, боковые стенки которого вместе с отверстиями КОС, направлены параллельно перегородке, и испытываемого расходомеров 14. Линейный электромагнитный привод 15 соединен с центрами мембран 2 и 3, и приводит их в колебательное движение. Привод стенда через ПИД-регулятор 16 и усилитель мощности электропривода 17 охвачен обратной связью по выходному сигналу расходомера.

Предварительно записанный на проливной установке электрический сигнал с выхода образцового расходомера при заданном расходе является для стенда входным эталонным сигналом. За счет цепи обратной связи при работе стенда на мембранах обеих камер создаются одинаковые механические колебания, параметры которых определяются эталонным сигналом. В обеих камерах на срезах КОС создаются знакопеременные перепады давления, а через чувствительные элементы образца и проверяемого расходомера протекают знакопеременные потоки вещества.

В процессе поверки электронные блоки эталонного и поверяемого расходомеров формируют определенное количество импульсов, пропорциональное имитационному объему вещества, прошедшему через приборы. Количество фиксируется соответствующими счетчиками 18 и 19, по их показаниям можно судить о погрешности измерения на данном поверочном расходе. Более подробно методика испытаний изложена в работе.

Для оптимизации различных параметров установки и исследования погрешностей воспроизведения расхода на имитационном стенде, на основании изложенных теоретических предпосылок описанных в [2], разработана имитационная модель стенда в среде Simulink программы Matlab. На рисунке 2 показана модель одной из камер стенда.

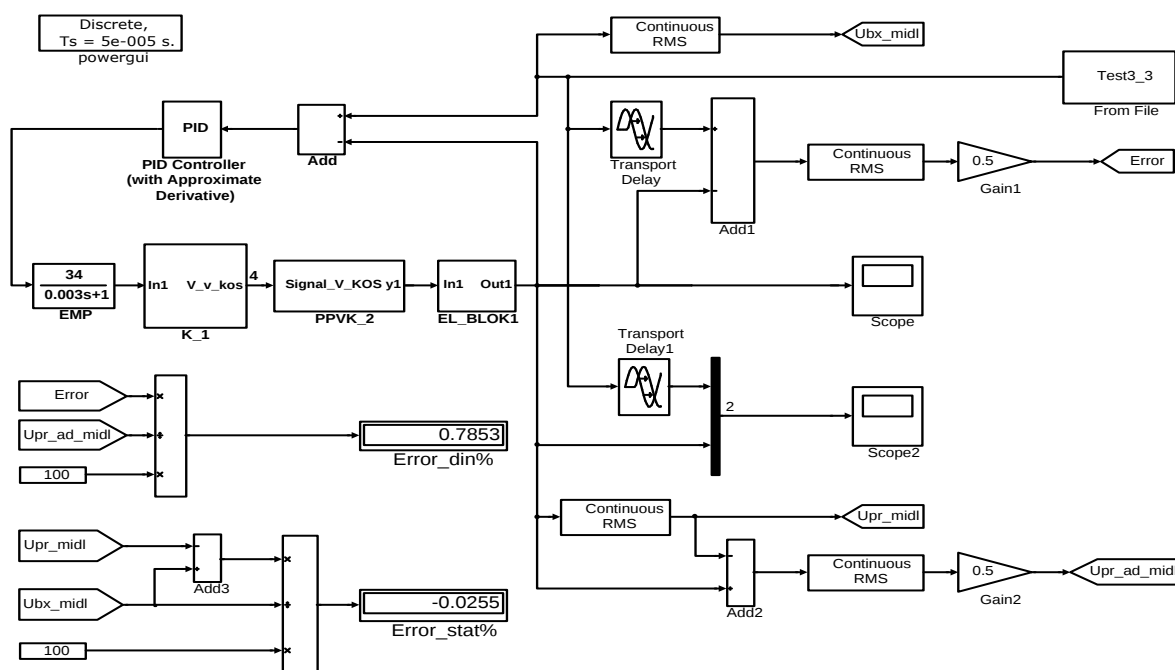


Рисунок 2 – Имитационная модель стенда

Группы блоков, имитирующих процессы в отдельных узлах представлены подсистемами: K_1 – моделирует камеру стенда; PPVK_2 – решает дифференциальное уравнение движения электрода ППВК под действием набегающего потока в КОС; EL_BLOK1 – электронного блока, преобразует отклонение электрода в электрический сигнал; EMP – блок, моделирующий

электромагнитный привод станда; PID – ПИД регулятор цепи обратной связи с устройством сравнения Add. Дисплеи Error_din% и Error_stat% - показывают ошибки воспроизведения эталонного сигнала. Блоки Transport Delay необходимы для устранения фазового сдвига между входным и выходным сигналами при их вычитании.

Исследования станда проводились с эталонными сигналами, соответствующими диапазону реальных скоростей жидкости в трубопроводе с реальным расходом от 0,1 до 4 м/с. При этом стенд воспроизводит эталонный сигнал со всеми его особенностями с высокой точностью.

В качества критерия работы станда использовались показатели динамической и статической погрешности. Динамическая погрешность не превышала 1 – 2% в исследуемом диапазоне и определялась как отношение разности действующих значений входного и выходного сигналов к действующему значению входного. Статическая погрешность составила менее 0,1% и определялась, как разность показаний приборов за все время испытаний.

Таким образом, предложенный подход к технологическим испытаниям приборов, совместно с моделированием работы отдельных узлов и испытательного оборудования в целом позволят выйти на новое качество проектирования, испытаний и эксплуатации данного вида расходомеров.

Список используемых источников

1. Елизарьева М.Ю., Расходомеры сточных вод для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности / М.Ю. Елизарьева, М.С. Лурье, // Экология и промышленность России. – 2004. – №12. – С. 9 – 11.
2. Патент 2005101549/28 Российская Федерация, МПК G 01 F 1/32, Имитационный стенд для поверки вихревых водосчетчиков /Лурье М.С., Елизарьева М.Ю., Плотников С.М., Филиппова О.М.; заявитель и патентообладатель Сибир. госуд. технолог. ун-т. – Заявл. 24.01.2005, Бюл. № 24 (ч.II), 2006.–7 с.
3. Лурье М.С. Имитационная поверка вихревых расходомеров / М.С. Лурье, В.Н. Волынкин, Э.М. Шейнин // Измерительная техника. – 2005. - №5. – С. 38 – 40.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДОМЕРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Н.В. Бенько

09.03.04, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: О.М. Лурье

канд. техн. наук, доцент, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация: В работе представлена погрешность метода измерения для погружных вихревых расходомеров, связанная с непостоянством числа Струхала (Sh) во всем диапазоне измерения. Для устранения погрешности предложены различные методы ее коррекции. Представлены результаты обработки данных эксперимента в виде зависимости числа Sh от числа Re для различных веществ. Проведена обработка эксперимента с применением метода планирования эксперимента, которая была реализована в варианте трехуровневого полного двухфакторного эксперимента. По результатам получена поверхность отклика и регрессионная модель изменения числа Sh . По результатам исследования приведены рекомендации по расширению диапазона измерения данных вихревых расходомеров.

Ключевые слова: погружной, расходомер, вихревой, численный эксперимент

ERROR ANALYSIS OF THE MEASUREMENT METHOD OF CELLULOSE SLURRY FLOWMETERS

N.V. Benko

09.03.04, Reshetnev SibSU, Krasnoyarsk

Supervisor: O.M. Lurie

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

, Reshetnev SibSU, Krasnoyarsk

Abstract: The paper presents the error of the measurement method for submersible vortex flowmeters associated with the inconstancy of the Struchal number (Sh) in the entire measurement range. To eliminate the error, various methods of its correction are proposed. The results of processing the experiment data in the form of the dependence of the Sh number on the Re number for various substances are presented. The experiment was processed using the experiment planning method, which was implemented in a version of a three-level complete two-factor experiment. Based on the results, the response surface and the regression model of the Sh number

change were obtained. According to the results of the study, recommendations are made to expand the measurement range of these vortex flowmeters.

Keywords: *submersible, flowmeter, vortex, numerical experiment*

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) – наиболее стратегическая и социально-значимая отрасль лесной промышленности России.

Поскольку эта отрасль отличается высокой водоемкостью, важно точно учитывать потребление технологических жидкостей из различных пород древесины.

Одним из современных приборов для измерения расхода воды и волокнистой суспензии в ЦБП могут служить погружные вихревые расходомеры с кондуктометрическим приемником-преобразователем вихревых колебаний (КППВК) [1].

В потоке жидкости устанавливается тело обтекания (ТО) – генератор вихрей, устанавливаемый в технологический трубопровод с помощью специального стакана. За ТО возникают периодические вихревые формации, частота вихреобразования которых в широком диапазоне чисел Рейнольдса (Re) строго пропорциональна скорости потока в трубопроводе [2].

Для стабилизации вихреобразования в ТО делают одно или несколько поперечных отверстий, образующие канал обратной связи (КОС), в котором монтируется датчик частоты вихреобразования – система электродов, один из которых гибкий и колеблется с частотой вихреобразования под действием перетока жидкости в КОС. Совместно с рабочим трубопроводом конструкция превращается в расходомер, на любой условный проход.

Как известно, устойчивое вихреобразование начинается с чисел $Re \approx 1000$. Поэтому важной задачей модернизации данных приборов, является увеличение динамического диапазона измерения данного оборудования за счет сдвига нижнего предела измерений в сторону низких значений чисел Re , что позволит правильно контролировать потери и утечки измеряемой жидкости.

Измерение расхода жидкости заключается в подсчете количества импульсов с выхода измерительного тракта прибора. Если каждый импульс нормирован, то подсчет числа импульсов в единицу времени дает величину расхода жидкости, а подсчет числа импульсов дает прошедший через прибор объем или массу измеряемой среды. Для задания веса импульса частота вихреобразования делится в тракте на некоторый коэффициент деления.

Поскольку вариация погрешности значительна, для устранения следует использовать метод динамического изменения коэффициента деления [3,4].

Общий принцип снижения погрешностей основан на том, что водосчетчики работают в режиме непрерывного накопления сигналов, в результате чего

случайная составляющая погрешность в таких приборах значительно снижена и систематическая погрешность становится основной.

Принцип непрерывной коррекции показаний прибора, изложенный в работе [2] и реализованный в кондуктометрическом расходомере, основан на изменении коэффициента деления частоты в измерительном тракте прибора. Коэффициент деления изменяется с помощью микропроцессора, обрабатывающего получаемый с КК ППВК сигнал [5].

В связи с большими затратами времени и средств использовался метод численного моделирования гидродинамических процессов с помощью программы Comsol Multiphysics [6].

Расширение диапазона в сторону меньших чисел Рейнольдса в пределах $2500 \leq Re \leq 8000$, позволяет использовать линейную зависимость для аппроксимации функции $Sh=f(Re)$. При дальнейшем снижении чисел Re наблюдается резкое изменение числа Sh , требующее более сложную аппроксимацию. Дальнейшая обработка проводилась с применением метода планирования эксперимента, реализованный в варианте трехуровневого полного двухфакторного эксперимента по плану, который относится к D - оптимальным планам Коно. Результаты обработки представлены на Рисунке 1 в виде поверхности отклика.

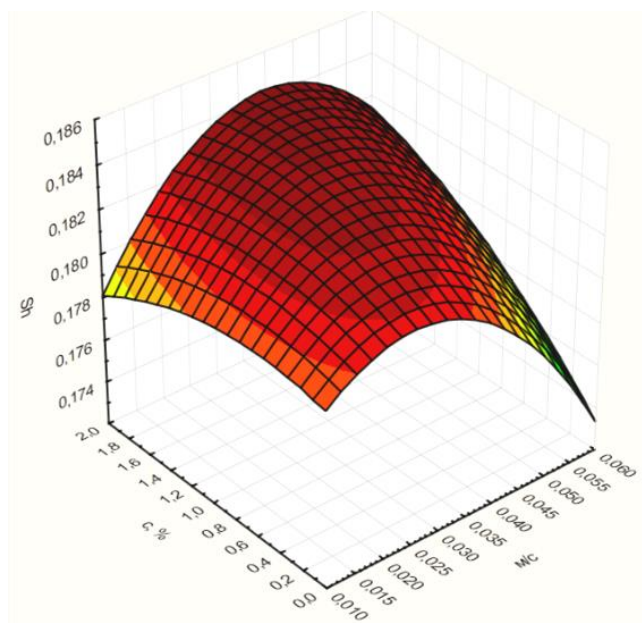


Рисунок 1 – Поверхность отклика зависимости $Sh=f(Re)$

Для получения экспериментально-статистических моделей изменения числа Sh был проведен регрессионный анализ полученных результатов эксперимента. Экспериментально-статистические модели изменения числа Sh представлены в виде следующей регрессионной модели (1).

$$Sh = 0,1772 + 0,3574 \cdot c + 0,0004 \cdot V - 7,0213 \cdot c^2 + 0,1008 \cdot c \cdot V - 0,0012 \cdot V^2, \quad (1)$$

где c - концентрация волокнистой суспензии, %;

V - скорость жидкости, м/с.

Полученная зависимость, представленная в регрессионной модели, в виду ее не монотонности может быть использована лишь в диапазоне чисел $2500 \geq Re \geq 1250$.

Если принять в качестве опорного значение числа Струхала для $Re = 2500$, то погрешность числа Струхала, выраженная в процентах относительно опорной величины будет определяться выражением (2).

$$\Delta Sh = 100\% \cdot \left[\frac{0,1772 + 0,3574 \cdot c + 0,0004 \cdot V - 7,0213 \cdot c^2 + 0,1008 \cdot c \cdot V - 0,0012 \cdot V^2}{0,1772 + 0,3574 \cdot c + 0,0004 \cdot V_{оп} - 7,0213 \cdot c^2 + 0,1008 \cdot c \cdot V_{оп} - 0,0012 \cdot V_{оп}^2} - 1 \right], \quad (2)$$

где $V = \frac{Re \cdot D}{\nu}$ - текущая скорость жидкости;

$V_{оп} = \frac{2500 \cdot D}{\nu}$ - опорная скорость жидкости;

ν - кинематическая вязкость жидкости;

D – диаметр трубопровода;

Для модернизации погружных вихревых расходомеров с контактно-кондуктометрическим приемником вихревых колебаний, которая заключается в расширении его динамического диапазона измерений в сторону меньших расходов следует использовать метод непрерывной коррекции показаний [2].

При этом, диапазон измерений может быть разбит на три участка.

На первом участке, в диапазоне чисел Рейнольдса $1250 \leq Re \leq 2500$ коррекция показаний прибора должна производиться с учетом зависимости (2).

На втором участке, в диапазоне чисел Рейнольдса $2500 < Re < 8000$, вследствие незначительных изменений значений числа Струхала по диапазону коррекция показаний может осуществляться по линейному закону.

На третьем участке - $Re > 8000$, коррекция показаний прибора при изменении числа Рейнольдса может вообще не проводится. Коэффициент деления частоты в измерительном тракте прибора может оставаться постоянной величиной, которая определяется нормированным весом выходного импульса.

Список используемых источников

1. Лурье, М.С., Лурье, О.М. Погружные вихревые расходомеры для целлюлозно-бумажной промышленности // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2009. – №10. – С. 62 – 66.
2. Лурье М.С., Лурье О.М., Фролов А.С. Модернизация вихревых расходомеров для целлюлозно-бумажной промышленности // Москва: Ремонт. Восстановление. Модернизация – 2018. – № 2. – С. 20–24.
3. Лурье, М. С. Разработка оборудования для учета расхода воды и волокнистых суспензий в технологических процессах целлюлозно-бумажного

производства: дис. д-ра техн. наук: 05.21.03 : защищена 24.11.2006 : утв. 6.03.2007. Красноярск, СибГТУ, 2006. 384 с.

4. Лурье М.С., Лурье О.М., Фролов А.С. Выбор параметров аналого-цифрового преобразования выходных сигналов вихревых расходомеров // Датчики и системы. – 2015. - №4. - С. 3-7.

5. Лурье, М. С., Жуков С.П. Вихревой расходомер с измерительным трактом на микропроцессоре // Вестник КрасГАУ. – 2005. – №7. – С. 246 – 251.

6. Шмелев В.Е. Femlab 2.3. Руководство пользователя. М.: Диалог-МИФИ, 1999. – 442 с.

УДК 676.1.054.1

ГРНТИ 87.53.13

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАЗМЕРНОКАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ ВИДА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

А. И. Биленко

студент специальности 23.03.03, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск,

Научный руководитель: Н. Г. Чистова

доктор технический наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В лесной промышленности добыча древесины не обходиться без большого объёма отходов древесного типа, например, таких как опилки или дефектная древесина, что требует дальнейшей переработки. Решить проблему утилизации можно путем использования данных отходов в качестве доли сырья для изготовления древесноволокнистых плит, но разные отходы и их процентное содержание в той или иной мере влияют на характеристики готового продукта (ДВП), а также на ресурсы необходимые для производства, такие как электроэнергия и смена технологического режима производства, поэтому необходимо опытным путем выяснить оптимальные составы для производства.

Ключевые слова: *древесноволокнистые плиты, переработка отходов, производство ДВП.*

STUDY OF DEPENDENCE OF THE SIZE-QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF FINISHED PRODUCTS ON THE TYPE OF INITIAL RAW MATERIALS

A.I. Bilenko

student of the specialty 03.23.03, KrIZhT IrGUPS, Krasnoyarsk

Scientific Supervisor: N.G. Chistova

Doctor of Technical Sciences, Professor, Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. *In the forestry industry, timber mining cannot do without a large volume of wood-type waste, such as sawdust or defective wood, which requires further processing. The problem of disposal can be solved by using this waste as a share of raw materials for the manufacture of fiberboard, but different waste and its percentage in one way or another affect the characteristics of the finished product (fiberboard), as well as the resources required for production, such as electricity and a change in the technological mode of production, therefore, it is necessary to experimentally find out the optimal compositions for production.*

Keywords: *fibreboards, waste processing, fiberboard production.*

Производство древесноволокнистых плит (ДВП) призвано решить проблему более полной утилизации кусковых отходов лесопиления и некондиционной древесины. Практика производства древесноволокнистых плит показывает, что в основном на всех предприятиях страны отходы древесного сырья деревоперерабатывающих предприятий составляют лишь часть объема материалов для производства плит, а большая часть древесины используется в круглой форме [1, 2]. Но из-за истощения сырьевой базы на предприятиях при производстве досок в общем балансе сырья увеличивается доля древесины лиственных пород, лесозаготовительных отходов, малогабаритных деревьев, топливной щепы, опилок и стружки. В результате снижается производительность, увеличиваются затраты на электроэнергию, снижается внешний вид и качество готовой продукции [3].

Проведены исследования качественных характеристик технологической щепы - фракционного состава ($Fr_{ш}$); полуфабрикаты из древесных волокон - степень измельчения (ДС), фракционный показатель качества (Fr), средняя длина волокна (La), средний диаметр волокна (d_{cp}); физико-механические показатели древесноволокнистых плит – прочность (Pr), плотности (P), водопоглощения (S) и набухания (R) из следующих четырех составов сырья: № 1 - 100% деловая древесина (круглое сечение); № 2 - $50 \pm 5\%$ деловой древесины и $50 \pm 5\%$ отходов лесопиления; №3 - 100% - отходы лесопиления; №4 - $70 \pm 5\%$ отходов лесопиления и $30 \pm 5\%$ некачественной древесины.

Результаты исследования древесного сырья на качественные характеристики древесной щепы, волокон и готовых плит представлено в таблице 1.

На данный момент чаще всего работают с двумя последними составами исходного сырья. Исследования проводились при всех равных условиях технологических процессов получения волокнистых полуфабрикатов,

формирования деревянного ковра и прессования плит при производстве ДВП сухим и мокрым способами.

Исследования показали, что даже при одинаковых системах оборудования и технологических методах производства качество готовой продукции и технико-экономические показатели отличаются друг от друга при использовании разных видов сырья. При ухудшении его состава наблюдается рост расхода древесных ресурсов и топливно-энергетических ресурсов на единицу готовой продукции.

Таблица 1 – Качественные характеристики древесной щепы, древесного волокна и готовых плит

№ состава древесного сырья	Fr _щ , гр.	L _щ , мм	h _щ , мм	DC			L, мм		d _{волокна} , мм		Удельная поверхность, мм ² /кг		Fr _в , %		
				I ступень размола	II ступень размола	сух.с	I ступень размола	II ступень размола	I ступень размола	II ступень размола	I ступень размола	II ступень размола	I ступень размола	II ступень размола	сух.с
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	79,6	31,3	4,6	11,8	21	18	6,65	5,14	0,26	0,12	42,7	70,23	30,9	48,3	48,2
2	72,0	26,4	4,7	12	19	17	6,7	5,89	0,29	0,12	37,5	81,06	29,4	43,2	46,5
3	76,2	31,5	4,7	12	20	19	8,3	5,16	0,28	0,13	49,4	68,26	29,8	50,9	47
4	77,4	30,9	5,1	11,6	19	17	7,6	5,5	0,27	0,12	47,6	74,52	27,5	44,3	41,2

Продолжение таблицы 1 – Качественные характеристики древесной щепы, древесного волокна и готовых плит

№ состава древесного	Fr _щ , гр.	L _щ , мм	h _щ , мм	Pr, МПа		P, кг/м ³		S		R		E	
				мок.с	сух.с	мок.с	сух.с	мок.с	сух.с	мок.с	сух.с	Е _д	Е _р
				13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	79,6	31,3	4,6	35	32,2	1100	980	34,3	31,8	39,4	34,6	214	290
2	72,0	26,4	4,7	37,4	33,9	1122	976	32,7	35,2	36,6	32,8	223	320
3	76,2	31,5	4,7	44,5	38,6	1066	981	30,6	31,7	28,1	29,4	235	390
4	77,4	30,9	5,1	31,6	35	1074	845	38,8	33,2	32,9	31,7	230	342

- 1 – 100 % деловая древесина;
- 2 – 50 % деловая древесина, 50 % отходы лесопиления;
- 3 – 100 % отходы лесопиления;
- 4 – 70 % отходы лесопиления, 30 % низкокачественная древесина;
- $F_{гщ}$ – фракционный состав щепы;
- P – плотность;
- $L_{щ}$ – длина щепы;
- P_r – прочность;
- $h_{щ}$ – толщина щепы;
- ДС – степень помола массы;
- $F_{гв}$ – фракционный состав волокна;
- L – длина волокна.

Щепа из некондиционной древесины и отходов лесопиления отличается от щепы, полученной из деловой древесины, как по внешнему виду, так и по фракционному составу. Наилучшие показатели качества технологической стружки наблюдались у состава сырья №1, худшие - у состава №4. При производстве полуфабрикатов для ДВП однородность параметров стружки составляет большое значение. Крупная стружка вызывает колебания плотности древесины во время пропаривания и увеличивает потребление энергии на измельчение. Фракция толстой стружки содержит значительное количество сучковатой древесины. Такая щепа в пропарочной камере нагревается неравномерно, что затрудняет ее подачу в дисковую мельницу, измельченная масса содержит немолотые древесные волокна, волокна и сгустки. Мелкая фракция забивается корой, песком, повышенное содержание экстрактивных веществ увеличивает получаемую массу.

Исследования показали, что с увеличением толщины стружки увеличивается потребление энергии на измельчение. При использовании в составе отходов лесопиления (№ 2 и 3) значительно увеличивается содержание коры в щепе, а при использовании некачественной древесины - гнили, сучков.

Содержание коры и гнили в массе ухудшает внешний вид плит, увеличивает шероховатость поверхности, меняет их цвет, снижает прочностные и водостойкие характеристики плит.

Породный состав существенно влияет на сам процесс измельчения и напрямую зависит от такой древесины, как плотность и содержание экстрактивных веществ. Исследования проводились с видовым составом для мокрого способа производства древесноволокнистых плит - $93 \pm 3,4\%$ хвойных пород, для сухого способа - $81 \pm 3,1\%$ твердых пород древесины. Более высокая плотность древесины. Таким образом, при производстве полуфабриката из древесины хвойных пород требуется больше усилий для разрушения древесины,

чем при производстве полуфабриката из древесины твердых пород. При изучении древесины европейский опыт играет роль в получении высококачественного полуфабриката с минимальным потреблением энергии.

Исследования показали, что с увеличением доли некондиционной древесины в составе сырья качественные характеристики древесных полуфабрикатов и готовых плит из нее ухудшаются. Наилучшие качественные характеристики древесных полуфабрикатов и готовой плиты показал древесный материал из состава сырья №3. Поскольку в составе сырья увеличивалось количество древесины, непригодной для использования в промышленной переработке, исследуемое качество ухудшились показатели древесных полуфабрикатов и плит. Наихудшие показатели наблюдались у сырья состава №1. По всей видимости, причина этого в следующем. При среднем возрасте 20 лет балансовая древесина содержит значительное количество ювенильной древесины (около десяти годовых колец), а ювенильная древесина отсутствует в отходах лесопиления, полученных с помощью этого баланса. Наличие молодой древесины в щепе из составов сырья №№ 1, 2 и 4 с учетом ее свойств объясняет ухудшение показателей качества полуфабриката, используемого при производстве ДВП, для чего Важнейшим показателем является прочность готовых плит на растяжение и излом. Таким образом, с увеличением процентного содержания балансов в составе сырья, несмотря на то, что качественные свойства технологической щепы улучшаются, показатели прочности плит ухудшаются.

Показатели качества древесного волокна, готовых плит, энергозатрат и производительности помольных цехов, как видно из таблицы, существенно различаются при использовании сырья разного состава. Это связано с тем, что волокна из разного состава древесного сырья имеют разные морфологические характеристики. Шлифовка некачественной древесины требует больше энергии, чем измельчение деловой древесины для получения тех же механических свойств. При этом увеличивается стоимость плит, снижается производительность основных производственных потоков (участок измельчения, горячий пресс). Так, состав №4 по сравнению с первым содержит большое количество сучковатой и пяточной древесины, соответственно такое сырье содержит больше лигнина и смолистых веществ, его волокна твердые и толстостенные. Производство древесной массы из этого вида древесины требует больше энергии. И все же при выборе сырья необходимо руководствоваться, прежде всего, качеством готовой продукции. Несмотря на значительную энергоемкость и снижение производительности помольных цехов, наилучшие качественные характеристики ДВП при выбранных режимах процесса измельчения при прочих равных показал состав сырья из отходов лесопиления (состав № 3).

Таким образом, используя древесное сырье различного вида, типа состава и качественных характеристик, при производстве ДВП, предприятия вынуждены корректировать технологические режимы, вводить упрочняющие добавки. Без комплексного изучения и анализа закономерностей протекания технологических процессов производства на различных его этапах невозможно установить разумные параметры работы, оптимизировать основные производственные процессы и целенаправленно управлять ими с учетом получения необходимого качества продукции, снижению затрат электроэнергии и повышения эффективности производства.

Список использованных источников

- 1 Чистова, Н. Г. Переработка древесных отходов в технологическом процессе получения древесноволокнистых плит [Текст]: дис. докт. техн. наук / Н. Г. Чистова. – Красноярск, 2010. – 415 с.
- 2 Челпанова, М. Красноярский край в цифрах [Текст] / М. Челпанова // Леспром Информ: науч.-практ. журн. - 2008. -№ 9. - С. 54-63.
- 3 Федеральная программа развития лесопромышленного комплекса РФ [Текст]. - М., 1995. - 67 с.

УДК 676.1.054.1

ГРНТИ 66.45.00

ОСОБЕННОСТИ ПОВТОРНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Д.Г. Болгов, В.И. Шуркина, М.М. Попова

студенты направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование,

СибГТУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Р.А. Марченко

кандидат технических наук, доцент, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В статье дается описание перспективному и экологически привлекательному пути развития целлюлозно-бумажной промышленности. Дано обоснование использования целлюлозосодержащих отходов в качестве сырья для производства бумаги и картона. Кратко дано описание различных способов обработки. Представлено достоинства и недостатки ножевого и безножевого способов воздействий на волокнистый материал. Исходя из положительных качеств безножевого воздействия, при обработке

волокнистой суспензии можно получить массу с повышенными качественными показателями, что в свою очередь скажется на качестве готовой продукции.

Ключевые слова: возобновляемые природные ресурсы, макулатура, безножевой размол, волокнистые материалы, установка типа «струя-преграда».

FEATURES OF RECYCLING OF RENEWABLE NATURAL RESOURCES IN PULP AND PAPER PRODUCTION

D.G. Bolgov, V.I. Shurkina, Popova M.M.

students of the direction 15.03.02 Process machines and equipment, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk)

Scientific supervisor: R.A. Marchenko

PhD in Technical, associate professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Annotation. The article describes a promising and environmentally attractive way to develop the pulp and paper industry. The justification for the use of cellulose-containing wastes as raw materials for the production of paper and cardboard is given. The various processing methods are briefly described. Advantages and disadvantages of knife and knife-free methods of influencing fibrous material are presented. Based on the positive properties of the knife-free action, when treating the fibrous suspension, it is possible to obtain a mass with increased qualitative characteristics, which in turn will affect the quality of the finished product.

Keywords: renewable natural resources, waste paper, knife-free milling, fibrous materials, jet-barrier installation.

Основой производства целлюлозно-бумажной продукции является глубокая химическая переработка возобновляемых природных ресурсов (древесина, солома и др.). Основная часть предприятий целлюлозно-бумажной промышленности комплексно перерабатывают сырье и получают конечный продукт в виде бумаги или картона.

Производители продукции ЦБП внедряют в производства решения по автоматизации, рациональному использованию природных ресурсов, снижению экологических, промышленных и пожарных рисков. Современные предприятия ЦБП строят свою бизнес-стратегию на применении экологически безопасных технологий, позволяющих сохранять окружающую среду.

Одним из самых перспективных, экологических и экономически привлекательных путей развития производства бумаги является повторная переработка возобновляемых природных ресурсов, в качестве вторичных волокон (оборотный брак, макулатура) при производстве. Применение целлюлозосодержащих отходов позволяет уменьшить расход первичных

волокнистых полуфабрикатов и снизить себестоимость готовой продукции (замена 1 т первичного волокнистого сырья макулатурной массой дает экономию 3-4 м³ древесины, стоимость 1 т макулатуры в 3-4 раза ниже стоимости первичного сырья). Также перед целлюлозно-бумажными предприятиями остро стоит проблема утилизации отходов производства, в том числе и бумажных [1, 2].

Несмотря на то что ЦБП — основная отрасль ЛПК, большинство предприятий применяют в качестве сырья вторичный ресурс — макулатуру. Использование возобновляемых ресурсов — одна из важных составляющих ЦБП, а также один из драйверов всей отрасли.

Отрасль и ее продукция обладают высочайшим потенциалом цикличности: отходы производства и потребления продукции ЦБП могут использоваться в качестве сырья для производства тех же видов продукции, причем их переработка может осуществляться на тех же мощностях, на которых производится первоначальный выпуск.

Повторная переработка бумажных отходов сопровождается меньшим количеством вредных выбросов и сбросов по сравнению с производством из первичного сырья, а сама по себе бумага нетоксична и полностью разлагается в природной среде [3].

Качественные характеристики волокна оборотного брака при повторном применении существенно отличаются от присущих им первоначальных свойств, так как они в свое время уже подвергались обработке и в некоторых случаях претерпевали процесс старения. Все это очень сильно сказывается на их свойствах, т.е. произошли некоторые необратимые изменения: потеря их эластичности, ороговение поверхности и увеличение вследствие этого хрупкости волокон. Главная проблема вторичной переработки оборотного брака - это снижение качественных характеристик за счет увеличения жесткости волокон и снижения способности волокна к набуханию. Поэтому необходимо применять наиболее рациональные технологии по переработке вторичного сырья. Все дело в том, что при следующей переработке волокна целлюлозы укорачиваются, в конечном итоге они становятся непригодны для производства бумаги.

Свойства изготавливаемой бумаги всегда зависят от вида используемого волокнистого полуфабриката и химических вспомогательных материалов, а также от режима размола. Размол является важным процессом целлюлозно-бумажного производства, в значительной степени обуславливающим многие свойства листа бумаги. Наибольшее распространение на предприятиях ЦБП получили ножевые размалывающие машины, они обладают хорошей производительностью, но присутствующий эффект измельчения и дробления волокна, приводит к снижению прочностных характеристик готовой продукции [4].

Так как в ножевых аппаратах наряду с режущим, раздавливающим и расчесывающим действием ножей волокна испытывают также ударные действия ножей, гидравлическое сжатие и трение о стенки аппарата и друг о друга, то для переработки макулатуры не целесообразно использование таких машин потому, что волокна макулатурной массы однажды подвергались укорочению [5].

При размол безножевым методом имеют место различные виды гидродинамического воздействия на обрабатываемый материал: ударное воздействие, пульсационное, кавитационное, акустическое, воздействие жидкостного трения, механическое (сжатие и сдвиг). Такой способ обработки обеспечивает более щадящий режим воздействия на волокно, а это особенно важно для оборотного брака и макулатуры, так как это сырье уже подвергалось размолу. Исходя из положительных качеств безножевого воздействия, при обработки волокнистой суспензии можно получить массу с повышенными качественными показателями, что в свою очередь скажется на качестве готовой продукции.

Список использованных источников

- 1 Мороз В.Н., Сызранова Н.М. Новое в использовании вторичных волокнистых материалов // Целлюлоза. Бумага. Картон.-1992.-№2.-с.13-14.
- 2 Макулатура – эффективное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности // Целлюлоза. Бумага. Картон.: Экспрессинформ. – М.: ВНИПИЭИ Леспром, 1992. - №6. с.2-10.
- 3 Смоляницкий Б.З. Переработка макулатуры. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 171 с.
- 4 Легоцкий С.С., Гончаров В.Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. – М.: Лесн. пром-ть, 1990. – 224с.
- 5 Муравицкая А.А. Влияние вида обработки на размол различного волокнистого материала / А.А. Муравицкая, Р.А. Марченко, В.И. Шуркина // Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.1) / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2020. – 318 с. - С. 179-182

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (номер темы FEFE-2020-0016)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ В ЦБП

Д.Ю. Васильева, Д.Г. Болгов, В.И. Шуркина

студенты направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Р.А. Марченко

кандидат технических наук, доцент, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы использования и переработки вторичного волокнистого сырья. Описаны достоинства и недостатки ножевого и безножевого воздействия на вторичное сырье. Также представлены результаты исследований влияния различных способов обработки на вторичное сырье.

Ключевые слова: вторичное волокнистое сырье, возобновляемые природные ресурсы, макулатура, оборотный брак, ножевая обработка, безножевая обработка

USE AND PROCESSING OF SECONDARY FIBROUS RAW MATERIALS IN CBP

D.Yu. Vasilieva, D.G. Bolgov, V.I. Shurkina

students of the direction 15.03.02 Process machines and equipment, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: R.A. Marchenko

PhD in Technical, associate professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Annotation. The article addresses the issues of use and processing of secondary fibrous raw materials. Advantages and disadvantages of knife and knife-free action on secondary raw materials are described. The results of studies on the effect of various processing methods on secondary raw materials are also presented.

Keywords: secondary fibrous raw materials, renewable natural resources, waste paper, scrapping, cutting, knife-free processing

Целлюлозно-бумажная продукция в России изготавливается уже более века. Несколько десятилетий развитию предприятий препятствовал, прежде всего, низкий технологический уровень производства и устаревшее оборудование, при этом основным сырьем для продукции являлись различные породы древесины. В настоящее время предприятия ведут активную модернизацию мощностей,

внедряют новейшие технологии, позволяющие уменьшить вредное воздействие на окружающую среду.

Одним из перспективных путей развития является использование в производстве вторичного волокнистого сырья. В качестве такого сырья можно использовать макулатуру и оборотный брак. Отходы при производстве гофрированного картона могут служить сырьем для производства картона, из которого вновь могут изготавливать гофрированный картон. Количество таких циклов переработки может достигать шести. Для упаковки из формованного бумажного волокна, который менее требователен к качеству сырья, количество таких циклов повторной переработки может достигать уже около тридцати.

Использование макулатуры в качестве сырья дает целый ряд преимуществ как участникам отрасли, так и обществу. Переработка макулатуры более выгодна с точки зрения капитальных затрат. Заготовка макулатуры осуществляется непосредственно в местах ее образования, то есть в населенных пунктах, и опирается уже на имеющуюся дорожную сеть, а перевозка макулатуры не требует специализированного транспортного парка.

Переработка макулатуры снижает объемы вырубки леса: тонна макулатуры в качестве сырья заменяет 2–4 кубометра древесины или 4–7 деревьев. Продукция из бумаги и картона имеет более выигрышный имидж по сравнению с другими материалами в связи с дружественным характером бумаги и картона по отношению к окружающей среде.

Но при переработки вторичного волокнистого сырья возникают некоторые проблемы, качественные характеристики волокон существенно отличаются от первоначальных. Дело в том, что такое волокно уже подвергалось обработке (размолу) и в некоторых случаях старению, все это очень сильно сказывается на их свойствах и при повторной переработке волокна очень сильно укорачиваются. Поэтому при повторной переработке такого сырья необходимо применять более рациональные технологии переработки [1].

Основными способами переработки волокнистого сырья в ЦБП являются ножевой и безножевой размол. У каждого из этих способов есть свои достоинства и недостатки, если рассматривать процесс обработки вторичного сырья, то при ножевой обработке основным недостатком является – снижение качества готовой продукции, вследствие укорочения волокон из-за режущего воздействия. При безножевом воздействии основными разрушающими факторами является: кавитационное и ударное воздействие.

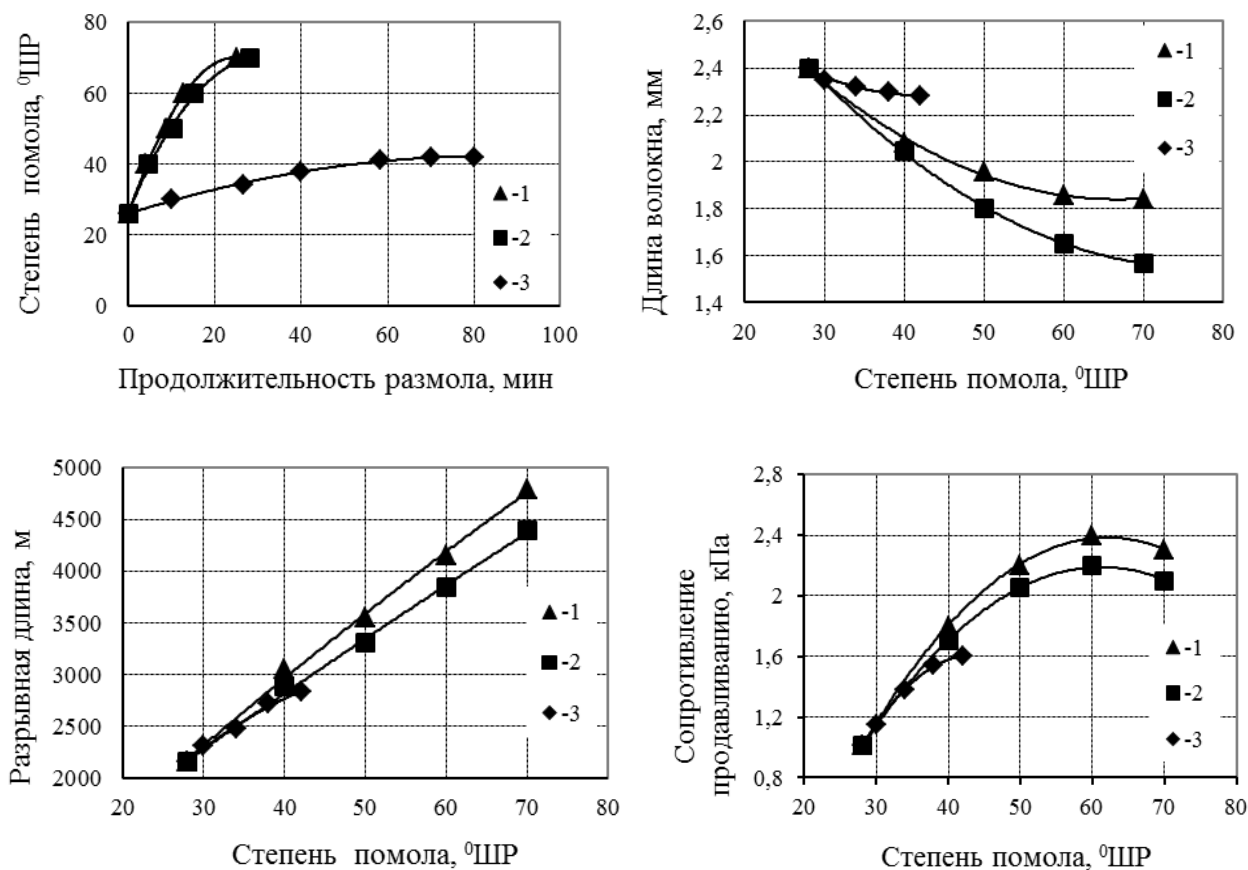
Для изучения вопросов повторной переработки вторичного волокнистого сырья были проведены исследования в научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья».

Вторичное сырье было подвергнуто различным способам обработки: ножевой размол – на лабораторной дисковой мельнице, безножевой размол – на

установке «струя-преграда», и в гидроразбивателе. В качестве вторичного сырья использовали – макулатуру марки МС-1А концентрацией 2%.

На рисунке 1 представлены графики исследований обработки вторичного волокнистого материала.

Как видно из графиков, продолжительность размола вторичного волокнистого материала безножевым способом сопоставима с продолжительностью ножевой обработки. Это объясняется подбором оптимальных параметров работы безножевой установки. Физико-механические показатели процесса размола при безножевой обработке более высокие по сравнению с размолом, при использовании ножевой обработки, так как в ножевых машинах преобладает рубящее воздействие на волокно, что в конечном итоге приводит к снижению качественных показателей готовой продукции [2, 3].



1 – безножевая установка; 2 – лабораторная дисковая мельница; 3 – гидроразбиватель

Рисунок 1 – Основные показатели волокнистой массы и физико-механические характеристики готовой продукции в зависимости от степени помола

Таким образом, при повторной переработки вторичного сырья целесообразно применять безножевой способ обработки, так как при этом качественные характеристики получаемого сырья имеют более высокие показатели, по сравнению с ножевой обработкой.

Список использованных источников

1. Марченко, Р.А. Интенсификация безножевого размол волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Р.А. Марченко; науч. рук. Ю.Д. Алашкевич. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 161 с.

2 Болгов, Д.Г. Влияние способа размол на эффективность разработки волокнистого материала / Д.Г. Болгов, Р.А. Марченко, В.И. Шуркина // Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.1) / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2020. – 318 с. - С. 17-20

3 Муравицкая, А.А. Влияние вида обработки на размол различного волокнистого материала / А.А. Муравицкая, Р.А. Марченко, В.И. Шуркина // Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и техносферной безопасности» (Ч.1) / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2020. – 318 с. - С. 179-182

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (номер темы FEFE-2020-0016)

УДК 691.278

ГРНТИ 67.15.53

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРМИКУЛИТА В ПЛИТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

О.Е. Воробьева, М.С. Савастеева, М.С. Лыжина

студентки гр. ТТПп 1-18-1, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск,

Научный руководитель: Н. Г. Чистова

доктор технических наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной работе проведен анализ характеристик вермикулита, используемого в качестве материала для производства конструкционно-отделочных плит и ДВП. Описан процесс получения путем термической обработки вспученного вермикулита, выполнено сравнение приобретаемых им свойств со свойствами исходного минерала. На основе изученных физико-химических свойств вермикулита дано обоснование

преимуществ его применения перед другими органическими материалами. Предложен способ снижения пожарной опасности ДВП, произведенных мокрым способом, до уровня трудногорючей плитной продукции.

Ключевые слова: вермикулит, древесноволокнистые плиты, огнестойкость, сухой и мокрый способ производства ДВП.

USE OF VERMICULITE IN PLATE PRODUCTION AND CONSTRUCTION

A.E. Vorobyova, M.S. Savasteeva, M.S. Lygina

student 1-18-1, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: N. G. Chistova

Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. In this paper, an analysis of the characteristics of vermiculite used as a material for the production of structural and finishing plates and fiberboard is carried out. The process of obtaining expected vermiculite by heat treatment is described, a comparison of the properties acquired by it with the properties of the source mineral is made. Based on the studied physical and chemical properties of vermiculite, the advantages of its use over other organic materials are substantiated. A method of reducing fire danger is proposed. A method of reducing fire danger is proposed. Fiberboard produced by wet method, to the level of hard-to-combustious plate products.

Keywords: vermiculite, fiberboard, fire resistance, dry and wet method of fiberboard production.

Вермикулит – минерал, имеющий слоистую структуру, входящий в группу гидрослюд. В природных условиях образуется в результате выветривания и гидролиза различных слюд, например, флогопита и биотита. До тепловой обработки представляет собой пластинчатые кристаллы, которые могут быть золотисто-желтого, бурого или серого цвета. При нагревании до температуры 400 - 1000°C расслаивается и увеличивается в объеме в 7 и более раз по сравнению с исходным минералом. Образуется, так называемый, вспученный вермикулит, который выглядит как червеобразные столбики, нити, чешуйки золотистого, желтого или серебристого цвета.

Благодаря своеобразной пластинчатой пористости, обладает насыпной массой 100-200 кг/м³, низкой теплопроводностью и упругостью, за счет чего не оседает в теплоизоляционных засыпных конструкциях. Кроме того, материал не имеет запаха, не подвержен истиранию, разложению и гниению под действием микроорганизмов, препятствует распространению плесени, насекомых и грызунов, является экологически чистым.

Сырьем для производства вспученного вермикулита служит вермикулитовый концентрат, сыпучий, пористый, мягкий материал, состоящий из частичек слюды. Его получают путем использования гравитационных методов обогащения и метода воздушной сепарации из комплексных вермикулитовых руд.

Вспученный вермикулит особенно ценится за свою высокую тепло- и звукоизоляцию, огне- и биостойкость, химическую инертность, отражающую способность. Наиболее предпочтителен перед другими органическими материалами из-за того, что в процессе сгорания не выделяет никаких газов. После удаления гидратной воды, приобретает плотность $80-150 \text{ кг/м}^3$, что делает его пригодным для использования в качестве основы для формования из него различных по свойствам материалов. Вермикулитовые плиты производятся в промышленных условиях методом горячего прессования полусухой массы [1].

Перечисленная совокупность свойств обуславливает широкое применение вспученного вермикулита в строительстве и производстве ДВП.

В условиях Сибири в сфере строительства актуален вопрос утепления и звукоизоляции вновь строящихся и уже эксплуатируемых помещений и сооружений. Его решение может быть достигнуто путем использования огнезащищенных отделочных и конструкционно-отделочных вермикулитовых плит при строительстве жилых, общественных, административных и промышленных зданий, а так же при строительстве и модернизации объектов повышенной безопасности (атомных электростанций, элементов энергетического и эвакуационно-противопожарного обеспечения). Применение вермикулитовых штукатурки и растворов позволяет обеспечить жилое пространство теплом без больших материальных затрат, повысить качество строительных работ.

На сегодняшний день наблюдается тенденция к росту объемов потребления, расширения ассортимента волокнистых плит и области их применения. Вследствие этого происходит повышение требований к качеству производимых плит с точки зрения сохранения при эксплуатации ДВП своих прочностных и деформационных характеристик под воздействием атмосферной влаги и переменной температуры окружающей среды. Зависимость прочности и водопоглощения плиты от содержания вермикулита представлена на рисунке 1. По показателям пожарной опасности древесноволокнистые плиты относятся к категории Г4, то есть к полностью сгораемым материалам. Однако по легкости и технологичности применения ДВП является очень привлекательным материалом. Возможность получения плит со специальными свойствами, высокая степень механизации и автоматизации при их производстве и др. делают их незаменимым материалом в производстве мебели, тары, строительстве, домостроении, судостроении, вагоно- и самолетостроении [1]. Это обстоятельство

требует проведения научных исследований с целью получения высококачественной трудногорючей плитной продукции.

Зависимость прочности и водопоглощения от содержания вермикулита

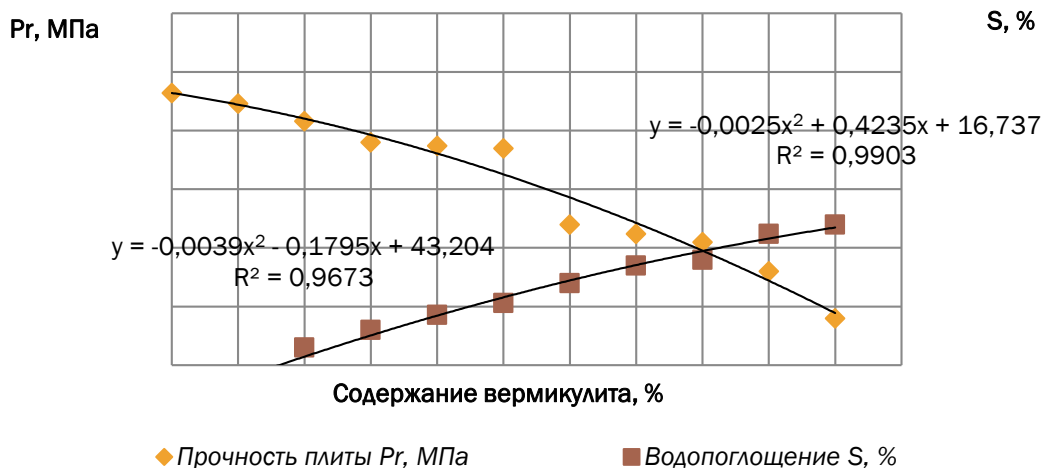


Рисунок 1 – Зависимость прочности и водопоглощения ДВП от содержания вермикулита

В настоящее время известны технические решения огнезащиты готовых ДВП: нанесение огнезащитающих покрытий; нанесение растворов антипирена на сформированный волокнистый ковер при изготовлении плит по мокрому способу; введение водонерастворимых антипиренов в волокнистую массу до стадии отлива ковра [2]. Каждый из указанных способов имеет свои достоинства и недостатки. Наиболее перспективные разработки ведутся в области огнезащиты древесноволокнистых плит, произведенных сухим способом [2, 3].

Технология получения трудногорючих древесноволокнистых плит мокрым способом применялась примерно с середины прошлого столетия. Однако ввиду низкой прочности таких плит, ненормированности водопоглощения, малой эффективности их производство было прекращено.

При выполнении данной работы нами были проведены исследования по получению трудногорючих ДВП с использованием вермикулитового концентрата и вспученного вермикулита. Содержание минерала в древесноволокнистой композиции варьирование от 5 до 15% от а.с.в. Исследования показали, что наибольшее влияние на физико-механические свойства древесноволокнистых плит оказывает гранулометрический состав вермикулита, то есть чем меньше размеры частиц, чем равномернее распределение его по всему объему плиты. Равномерность распределения обуславливает сохранение качественных показателей ДВП с одновременным приданием им огнестойкости.

Уникальный технический результат достигается за счет измельчения вермикулита до определенного фракционного состава. Вермикулит

измельчается в мельнице, работающей по способу сухого размола. Рабочим органом размольной установки является ротор с закрепленными на нем ножами и установленный в закрытом корпусе. В боковой стенке корпуса установлена специальная сетка, которая контролирует время измельчения, фракционный состав и предназначена для сепарирования вермикулита.

Оптимальное количество коры, вводимое в древесноволокнистую массу должно находиться интервале от 10 до 30 % от массы исходного неокоренного сырья в абсолютно сухом состоянии. Последовательность технологических операций и режимы работы оборудования аналогичны как при производстве ДВП мокрым и сухим способами производства. Предложенный способ снижения пожарной опасности ДВП является эффективной мерой и решает технологические и экономические задачи.

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что использование вермикулита в строительстве позволяет решить ряд важнейших технолого-экономических задач, в частности: обеспечить тепловую изоляцию зданий и сооружений, звукопоглощение и шумоподавление огнестойкость строительных конструкций, снизить затраты на материалы и людские ресурсы. Кроме того, применение вспученного вермикулита в производстве ДВП сухим и мокрым способом обеспечивает повышение огнестойкости плит с сохранением их качественных показателей.

Список использованной литературы

1. Шалашов, А. П. Тенденции и проблемы в производстве древесноволокнистых плит [Текст] / А. П. Шалашов, В. П. Стрелков // Древесные плиты: теория и практика: 12-я междунар. науч.-практ. конф. / под ред. А. А. Леоновича. - СПб., 2009. - С. 9-15.
2. Леонович, А.А. Древесные плиты специального назначения [Текст]: Учебное пособие / А.А. Леонович. – СПб.: Издательский дом Герда, 2007. – 96 с.
3. ТУ 5767-014-01-2006. Плиты вермикулитовые. Технические условия. Введен с 01.05.2006 [Текст] – Железногорск, 2006. – 8 с.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНОГО ПРОДУКТА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ТОНКОГО КИПАЩЕГО СЛОЯ НА СТЕНКЕ ВАКУУМ ВЫПАРНОГО АППАРАТА

А.В. Герман

Специальность 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»,

СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Н.А. Войнов

д-р техн. наук, профессор, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье представлен способ концентрирования термолabileного продукта путём создания тонкого кипящего слоя на стенке вакуум выпарного аппарата, приведены экспериментальные значения коэффициента теплоотдачи при кипении продукта. Рассмотрен способ осуществления теплоотдачи во вращающемся газожидкостном слое с использованием вращающихся дисков, разработана технологическая схема, для выпаривания термолabileного продукта под вакуумом.

Ключевые слова: термолabileный продукт, вакуум выпарная установка, концентрирование, выпаривание.

CONCENTRATION OF A THERMOLABILE PRODUCT BY CREATING A THIN BOILING LAYER ON THE WALL OF THE VACUUM EVAPORATOR

A.V. German

Specialty 15.03.02 "Technological machines and equipment",

Siberian State University named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

Scientific adviser: N.A. Voinov

Doctor of Technical Sciences, Professor, SibGU named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

Annotation. This article presents a method for concentrating a thermolabile product by creating a thin fluidized bed on the wall of a vacuum evaporator; experimental values of the heat transfer coefficient during boiling of the product are presented. A method of heat transfer in a rotating gas-liquid layer using rotating disks is considered, a technological scheme is developed for evaporating a thermolabile product under vacuum.

Keywords: thermolabile product, vacuum evaporator, concentrating, evaporation.

Концентрирование жидких термолabileных продуктов является одним из способов их консервирования, при котором наиболее полно сохраняются

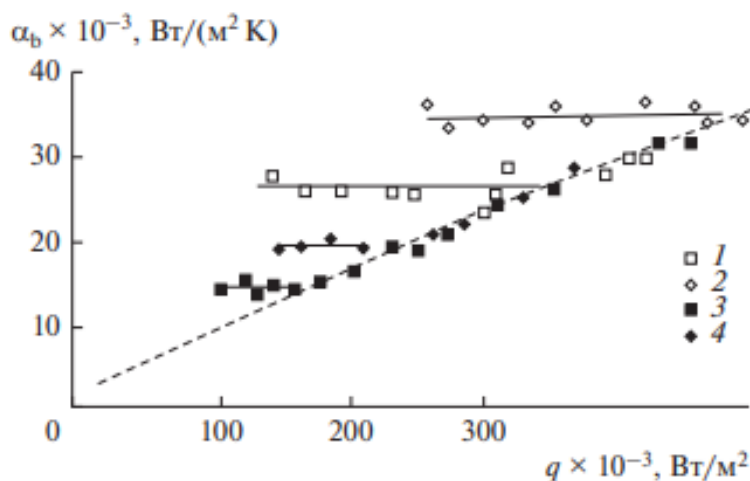
исходные свойства продукта, повышается их устойчивость при хранении, сокращаются расходы на хранение и транспортирование.

Ведение технологического процесса выпаривания под вакуумом позволяет уменьшить температуру кипения, повысить производительность, использовать теплоносители с низкой температурой.

Пленочные испарители со стекающей пленкой эффективно работают при низкой полезной разности температур (2 - 6)⁰С по сравнению с традиционными аппаратами циркуляционного типа (10 - 17) ⁰С. Обеспечивают высокие коэффициенты теплоотдачи до 20000 Вт/(м² К), низкую температурную депрессию 0,5 ⁰С, не большое время обработки продукта (3-10) сек [1].

На данный момент известен способ осуществления теплоотдачи во вращающем газожидкостном слое с использованием вращающихся дисков [2], при котором значительно повышается удельная тепловая нагрузка. Силы инерции обеспечивают удерживание жидкости на поверхности, а вращение газожидкостной смеси интенсифицирует процесс кипения за счет увеличения частоты съема пузырьков с центров парообразования. При такой организации теплоотдачи уменьшается время пребывания жидкости в области высоких температур и снижается ее рабочий объем, что положительно отражается на свойствах термолабильного продукта .

При подаче воды на вращающийся диск величина коэффициента теплоотдачи возрастает с ростом угловой скорости вращающегося слоя, при этом достигнуто его увеличение в сравнении с кипением в объеме в 1.7 раза. Результаты исследований показаны на рисунке 1 [2].



$F = 0.1 \text{ м}^2$, $m = 0.8 \text{ кг}$. Экспериментальные точки (1–2) при $t = 100^{\circ}\text{C}$:
 1 – $\omega = 9 \text{ с}^{-1}$, 2 – $\omega = 14 \text{ с}^{-1}$; точки (3, 4) при $\omega = 14 \text{ с}^{-1}$ и температуре жидкости на входе $t = 10^{\circ}\text{C}$ и на выходе с камеры соответственно 75 и 60°C . Пунктирная линия – расчет по (1)

Рисунок 1. Зависимость коэффициента теплоотдачи при кипении от удельной тепловой нагрузки при подаче воды на вращающийся диск

Экспериментальные значения коэффициента теплоотдачи α_b Вт/(м² К) при кипении рассчитывались по формуле:

$$\alpha_b = 3,2p^{0,15}q^{0,7} \quad (1)$$

где q - удельная тепловая нагрузка, Вт/(м² К);

p - плотность, кг/м³.

Исходя из полученных данных было принято решение разработать лабораторную вакуум-выпарную установку с поддержанием тонкого кипящего слоя на поверхности рубашки и малым временем воздействия температуры за счет кратковременного пребывания концентрата в аппарате для сохранения полезных свойств и качеств термолабильных продуктов.

На рисунке 2 представлена технологическая схема, разработанная для выпаривания термолабильного продукта под вакуумом.

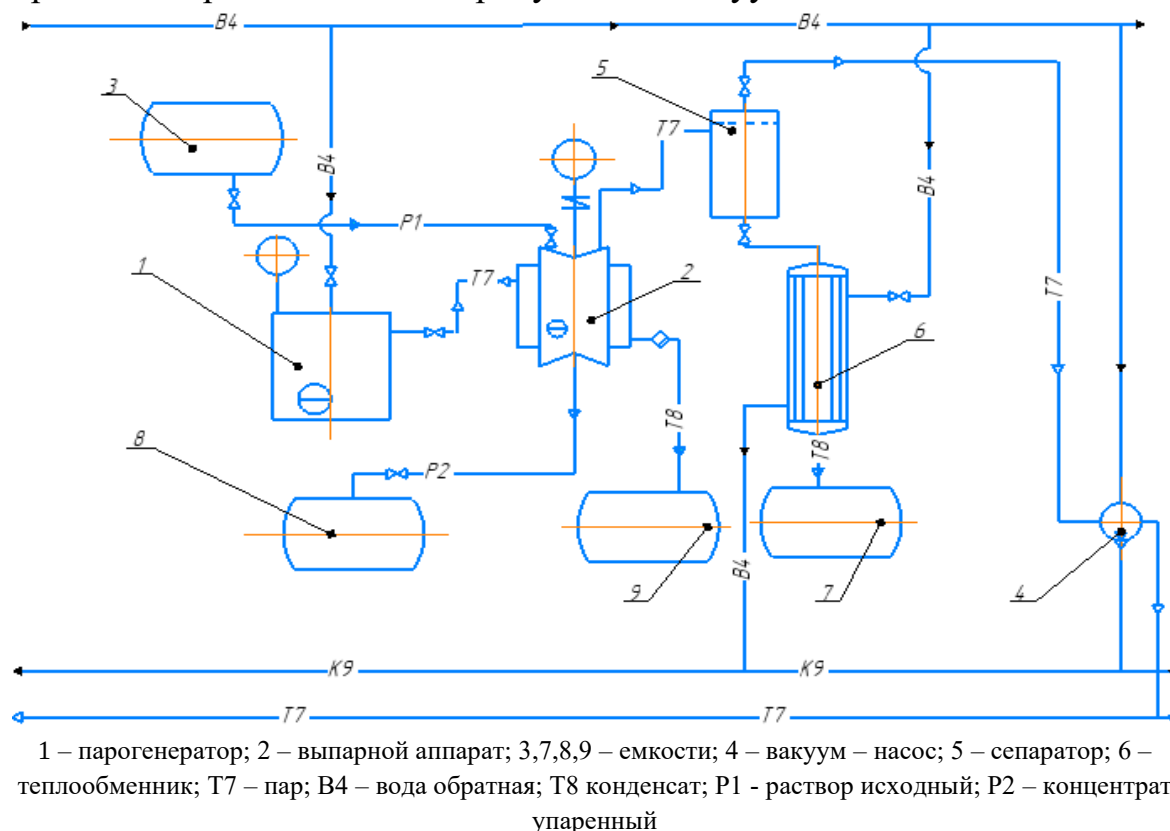


Рисунок 2 – Технологическая схема концентрирования термолабильного продукта

Описание работы технологической схемы. Насыщенный водяной пар из парогенератора 1 под давлением 0,4 МПа подаётся по трубопроводу в рубашку вакуум выпарного аппарата 2. Исходный раствор определенного расхода, регулируемого вентилем, из емкости 3 самотёком подаётся в выпарную установку 2 через штуцер, установленный на крышке аппарата. Оттуда, через сливные патрубки, поступает на поверхность вращающихся дисков. Затем под действием центробежной силы раствор перетекает на внутреннюю стенку

корпуса аппарата, где формируется в виде вращающегося газо-жидкостного слоя и приобретает вращательное движение. Вследствие теплового потока, полученного при конденсации водяного пара в рубашке аппарата, происходит процесс кипения раствора в слое с образованием вторичного пара и упаренного концентрата.

Заданный вакуум в аппарате обеспечивается с помощью вакуум насоса 4, который отсасывает паро-воздушную смесь из корпуса аппарата в сепаратор 5. В сепараторе происходит разделение пара от капель раствора. Далее вторичный пар поступает в теплообменник 6, где конденсируется, собирается в емкости 7 и затем измеряется его объем, а не сконденсировавшиеся пары отводятся по газоходу в атмосферу через газоход T_7 . Из выпарного аппарата упаренный концентрат отводится в ёмкость 8. Конденсат из рубашки аппарата отводится через конденсатоотводчик в ёмкость 9. Вращение дисков, установленных на валу через 150 мм, осуществляется электродвигателем, число оборотов которого регулируется частотным преобразователем.

Преимуществом представленной установки является достижение равномерного орошения теплопередающей поверхности и ее смачиваемости по сравнению с кипением в объеме или при пленочном течении за счет интенсификации отрыва пузырьков пара с теплопередающей поверхности, возможность использовать небольшой объем теплоносителя и ограничить время пребывания исходного раствора, склонного к разложению при длительном воздействии температуры.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (Номер темы FEFE-2020-0016).

Список использованных источников

1. Н.А. Войнов, Ю.В. Плеханов, Н.Ю. Смирнова, Н.В. Лаишевкин. Анализ пленочных испарителей для обработки (облагораживания и охлаждения) гидролизата древесины. // М.: Химия растительного сырья, 2004, № 2, с. 83 -96 – Текст: непосредственный.

2. Войнов, Н. А. Гидродинамика и теплоотдача при кипении во вращающемся газожидкостном слое, научная статья / О. П. Жукова, Н. М. Коновалов. - Текст : непосредственный // Теоретические основы химической технологии, 2018, том 52, № 6, с. 689–697.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ СО СВОЙСТВАМИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

С.А. Дашкевич

студент специальности «Лесное хозяйство», Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет» (БГТУ), г. Минск)

Научный руководитель: Н.В. Черная

профессор, профессор кафедры химической переработки древесины, БГТУ, г. Минск

Аннотация. Современное лесовосстановление нуждается в применении биологически активных препаратов и веществ, улучшающих развитие и повышающих сопротивляемость древесных пород.

Тема статьи посвящена актуальной проблеме поиска перспективных препаратов со свойствами стимуляторов. Мы экспериментальным путем исследовали влияние лигносодержащего раствора на прорастание семян сосны обыкновенной *pinus sylvestris*. Результаты эксперимента показали стимулирующий эффект лигносодержащего раствора на сеянцы древесных пород. Будучи побочным продуктом целлюлозного производства, лигносодержащие препараты представляют собой перспективный материал, способный улучшить качества посевного материала древесных растений.

Ключевые слова: Стимуляторы роста, сеянцы, лигнин, древесные породы, лигносодержащие продукты.

PROSPECTIVE METHODS FOR OBTAINING LIGNIN-CONTAINING PRODUCTS WITH THE PROPERTIES OF GROWTH STIMULATORS FOR TREE SEEDLINGS

S.A. Dashkevich

student of the specialty "Forestry" of "Belarusian State Technological University" (BSTU), Minsk

Scientific supervisor: N.V. Chornaya

Professor, Professor of the Department of Chemical Wood Processing, BSTU, Minsk

Annotation. Modern reforestation is impossible without the use of biologically active drugs and substances that improve the development and resilience of tree species. The topic of the article is devoted to the urgent problem of finding promising drugs with stimulant properties. We experimentally investigated the effect of a lignin-containing solution on seed germination of the Scots pine *pinus sylvestris*. The results of the experiment showed the stimulating effect of the lignin-containing solution on tree seedlings. As a retreat product of cellulose production, lignin-containing preparations represent a promising material that can improve the quality of the seed material of woody plants.

Keywords: *Growth stimulators, seedlings, lignin, tree species, lign-containing products*

Перспективным направлением развития лесного хозяйства является использование стимуляторов роста для семян древесных пород. Химическая обработка семян основана на их намачивании в течение необходимого времени в водных растворах различных полимеров, отличающихся составом и концентрацией. Эффективность конкретного вида стимулятора роста оценивают по его пленкообразующей способности и возможности образовывать на поверхности семян непроницаемую оболочку, обладающую водоотталкивающими (гидрофобизирующими) свойствами. Желательно, чтобы применяемые стимуляторы роста обеспечивали защиту семян от вредителей и болезней. К существенным достоинствам таких стимуляторов роста относится возможность добавлять к полимерным растворам необходимые микроэлементы бора, меди, йода, цинка и другие полезные соединения. Важно, чтобы добавки, во-первых, оказывали стимулирующее действие на ростовые процессы семян, во-вторых, не нарушали саморегуляцию растительных организмов и, в-третьих, совместно со стимулятором повышали посевные качества долго хранившихся семян.

В качестве стимуляторов роста семян древесных пород традиционно применяют композиционные полимерные материалы [1], отличающиеся составом и содержанием используемых связующих веществ. К перспективным таким материалам относятся три композиции. Первая композиция содержит натрийкарбоксиметилцеллюлозу, экстракт торфа водный «черный доктор» и эпин. Во второй композиции присутствуют натрийкарбоксиметилцеллюлоза, карбамидоформальдегидная смола, Топаз и Гумат-80. Третью композицию получают путем смешивания поливинилового спирта, сапропеля и марганца сернокислого. Известные композиции содержат природные продукты – натрийкарбоксиметилцеллюлозу (NaКМЦ) и сапропель. При этом NaКМЦ получают из дорогостоящего целевого продукта сульфатного завода – целлюлозы, в то время как не рассматривается возможность использования черного щелока, представляющего собой побочный продукт этого производства и содержащий лигнин.

Использование модифицированной целлюлозы приводит к удорожанию стимулятора роста, что сдерживает масштабирование таких материалов для лесовыращивания в целом и для семян древесных пород в частности.

Поэтому научный и практический интерес представляют исследования, направленные на разносторонней утилизации недорогих и доступных лигносодержащих продуктов, количество которых ежегодно возрастает в связи с наращиванием мощностей целлюлозных заводов и, следовательно, с

увеличением объемов химической переработки древесного сырья – хвойных и лиственных пород древесины.

При рассмотрении лигносодержащих продуктов в качестве компонентов для дальнейшего получения на их основе других ценных материалов (например, для получения стимуляторов роста семян древесных пород), то их, по нашему мнению, можно отнести к возобновляемым сырьевым источникам.

На перспективность применения лигносодержащих продуктов для получения материалов со свойствами стимуляторов роста при лесовыращивании обратили особое внимание белорусский ученые в 2002 г. [2]. Исследования в этом направлении продолжаются, поскольку имеют важное научное и практическое значение.

Цель работы – синтезирование лигносодержащего продукта с ростостимулирующими свойствами и исследование его влияния на рост семян древесных пород на примере семян сосны обыкновенной *pinus sylvestris*.

Исследования проводились согласно ГОСТ 13056.6-75 и включали в себя такие факторы, как изменение концентрации лигносодержащего раствора (от 0,05 до 0,80%) и продолжительность замачивания семян *pinus sylvestris* в растворе стимулятора. Временной интервал мацерации всех образцов составлял 6, 10, 14 и 18 ч. Контрольные образцы обрабатывались водой соответствующее количество часов. Начиная с 3 дня проращивания, проводился учет нормально проросших семян. Эксперимент длился 14 дней, по истечении которых был проведен анализ всхожести и энергии прорастания семян, а также показателей длины проростков и корешков сосны обыкновенной.

Результатами исследования подтверждено положительное влияние лигносодержащего продукта на семена древесных пород при концентрациях раствора 0,10% и время предварительной обработки 6 ч; при концентрации 0,70% и предварительном вымачивании в течение 10 ч; при концентрации препарата 0,70 и 0,80% и длительности мацерации 14 ч и 18 ч соответственно.

Список использованных источников

1. Копытков В.В. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании. Минск: Белорусская наука, 2008. 304 с.
2. Кебич М.С., Зырина Н.А., Шишаков Е.П., Жабровская Н.Ю. Проблема получения и использования регуляторов роста в растениеводстве (Обзор) // материалы. Технологии. Инструменты, 2002. Т 7. № 4. С. 48–53.
3. Дашкевич, С.А. Получение материалов со свойствами стимуляторов роста на основе лигносодержащих продуктов и применение их при выращивании семян древесных пород (обзор) / С.А. Дашкевич, В.В. Носников, Е.П. Шишаков // 70-я науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов: сб.

науч. работ. – Минск, 15–20 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 16–21.

4. Дашкевич, С.А. Получение и применение лигносодержащих стимуляторов роста для семян древесных пород / С.А. Дашкевич, В.В. Носников, Е.П. Шишаков // Наука – шаг в будущее : тез. докл. XII студ. науч.-практ. конф. факультета технологии органических веществ, 4–5 декабря 2019 г., Минск. – Минск : БГТУ, ф-т ТОВ, 2019. – С. 106.

5. Дашкевич, С.А. Изучение влияния хинонполикарбоновых кислот на всхожесть и энергию прорастания сосны обыкновенной / С.А. Дашкевич, В.В. Носников, Е.П. Шишаков // 71-я науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов: сб. науч. работ. – Минск, 20–25 апреля 2020 г. [Электронный ресурс]. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 137–141.

6. Носников, В. В. Оценка возможности применения хинонполикарбоновых кислот для регулирования прорастания семян сосны обыкновенной / В.В. Носников, Е.П. Шишаков, С.А. Дашкевич // Лесное хозяйство : тезисы 84-й науч.-технич. конф. профессорско-преподавательского состава (с международным участием), Минск, 03–14 февраля 2020 г. [Электронный ресурс]. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 54–56.

УДК 676.1.054.1

ГРНТИ 66.45.00

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.П. Лехмус, Митрофанова М.С.

студентки филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде.

По специальности «Организация перевозок и распределение транспорта по видам.»

Научный руководитель: В.Ф. Долгова

преподаватель «ТПП» и «ОД» в филиале СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

PROMISING AREAS OF USE AND PROCESSING OF RENEWABLE NATURAL RESOURCES IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

E.P. Lekhmus, Mitrofanova M.S.

students of the branch of SamGUPS in Nizhny Novgorod. In the specialty "Organization of transportation and distribution of transport by types."

Scientific supervisor: V.F. Dolgova

teacher of "CCI" and "OD" in the branch of SamGUPS in Nizhny Novgorod

Использование природных ресурсов всегда должно сопровождаться их восстановлением. Восстановительные мероприятия могут использоваться

только для возобновляемых природных ресурсов, к которым относятся растительный, животный мир и плодородие почв.

Под экономической эффективностью подразумевается, что источник энергии экономичен по отношению к чистым затратам на производство. Возобновляемые источники соответствуют этому критерию, но некоторые объекты требуют предварительных инвестиций с очень низкими затратами. Это, в отличие от ископаемого топлива, обеспечивает стабильные цены на энергоносители с течением времени. Фактически, в последние годы наблюдается продолжающееся снижение стоимости единицы возобновляемой энергии.

Последовательное снижение стоимости новых возобновляемых источников энергии является ключевой причиной того, что они способны эффективно конкурировать со старыми технологиями использования ископаемого топлива. Это должно сохраниться в течение следующего десятилетия, особенно для береговых ветров и солнечных фотоэлектрических установок.

В свете антропогенного экологического кризиса, например как глобальное потепление, вызванное чрезмерной закачкой CO₂ и других парниковых газов в атмосферу из-за увеличения потребления энергии, которое продолжается со времен промышленной революции, акцент делается на экологически чистые альтернативные источники.

Доказано, что ископаемая энергия вредна для долгосрочного выживания нашей планеты как в смысле неблагоприятных климатических условий, которые разрушают нашу окружающую среду, так и в смысле воздействия на здоровье побочного продукта. Перспективы возобновляемых источников энергии являются лучшими для обеспечения экологической устойчивости. Это связано с тем, что эти ресурсы практически не производят выбросов глобального потепления. Хотя, в зависимости от ресурсов и от того, является ли они устойчиво добываемые и собираемые, биомасса, например, может выделять широкий спектр согревающих газов. Однако это количество бесконечно мало по сравнению с ископаемым топливом, даже если учитывать выбросы жизненного цикла. Выбросы от каждой стадии жизненного цикла технологии – производство, установка, эксплуатация и вывод из эксплуатации.

Хотя перспективы возобновляемых источников энергии для замены ископаемого топлива имеет такую мощную привлекательность, полный глобальный переход потребует ряда сложных и длительных процессов, которые будут стоить больших денег.

В ближайшее время наше потребительско-капиталистическое общество делает такой переход совершенно нереализуемым.

Перспективы возобновляемых источников энергии не могут обеспечить основную часть мирового спроса на энергию.

По крайней мере, не в настоящее время, учитывая тот факт, что после 50 лет субсидий, солнечная и ветровая технология, которая на сегодняшний день является самым популярным, все еще производит только около 1% мировой энергии. Если мы учитываем периодическое снабжение, которое ограничивает крупномасштабное использование, будучи также зависимым от погоды, технология еще больше теряет свою привлекательность.

Возобновляемые источники энергии имеют серьезные проблемы с масштабируемостью и хранением, особенно солнечные и ветровые источники. Например, для строительства функциональной ветроэлектростанции среднестатистически потребуется 10 гектаров продуктивной земли, когда продуктивная земля на человека составляет 1,3 гектара на планете.

Опять же, крупномасштабное производство, особенно через солнечные тепловые станции и фотоэлектрические фермы в наиболее благоприятных местах, будет включать в себя передачу на большие расстояния. Потери электроэнергии из-за передачи на большие расстояния неизбежно велики.

Возобновляемые источники энергии, наконец, будут доминировать, но это займет столетия за столетиями. Спрос уже растет, однако ископаемое топливо будет жить достаточно долго.

Наконец, хорошо знать, что прогресс есть прогресс. Если мы можем довести мировое производство возобновляемых источников энергии до 7%, мы также можем довести его до 10%, а затем до 15%, 20%...Гринпис предполагает, что ключ лежит в том, чтобы иметь сочетание источников, разбросанных по широкой территории: солнечная и ветровая энергия, биогаз, биомасса и геотермальная, даже океанская энергия могут внести свой вклад.

Восстановление природно-ресурсного потенциала на первоначальном уровне возможно, например, при использовании биотических ресурсов (древесина, охотничьи ресурсы, водные биотические ресурсы). Такие ресурсы способны восстанавливаться со скоростью, сопоставимой со скоростью их потребления.

Поскольку скорость возобновления ресурсов растительного и животного мира во многом зависит от деятельности человека, возникает задача сбалансированности масштабов потребления и возобновления природных ресурсов. В противном случае по мере роста потребления произойдет снижение возобновительной способности природных систем за счет истощения их биопродуктивности. Одновременно с этим предусмотрено использование лесных ресурсов из расчета не только полного удовлетворения текущих нужд страны, но и сбережения и возобновления лесов. В ряде решений партии и правительства уделено большое внимание охране и рациональному использованию лесных, водных и других природных богатств, их

восстановлению и умножению В свете этих решений еще большее значение приобретают вопросы правильного проведения рубок в лесах нашей страны.

Экологическая емкость экосистемы - максимальный уровень использования природной среды или ресурсов, соответствующий способности экосистемы к возобновлению, например, максимальное количество вылавливаемой в водоеме рыбы, не нарушающее ее возобновления.

Сейчас возникла качественно иная ситуация — уровень потребления возобновляемых природных ресурсов начал превышать скорость их возобновления, стала также очевидна ограниченность многих невозобновляемых видов ресурсов, в частности ископаемого топлива.

Указом Президента Российской Федерации от 17 мая 2000 г. № 867 введена новая структура федеральных органов исполнительной власти. На основании Указа принципиально меняется структура органов управления охраной, и использованием природных ресурсов. Упразднены Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды (Госкомэкология) и Федеральная служба лесного хозяйства России, а их функции переданы в Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Таким образом, управлять использованием и охраной природных ресурсов отныне будет одно министерство, что, безусловно, ослабит природоохранные функции государства. Необходим вневедомственный государственный экологический контроль и надзор. Однако бесконечные перестройки в деле управления природопользованием так и не решили этот важнейший вопрос.

Вывод: Глобальная и чрезмерная зависимость от ископаемых видов топлива должна уменьшиться. Запасы сырья не бесконечны, и по мере того, как они уменьшаются в будущем, стоимость добычи будет становиться нерентабельной, что в сочетании с глобальным потеплением сделает ископаемое топливо менее привлекательным в отдаленном будущем. Хотя был достигнут значительный прогресс в деле уменьшения этой зависимости и поиска альтернативных средств, для предотвращения потенциального кризиса необходимо добиться большего прогресса. 50%-ный вклад возобновляемых источников энергии в мировое производство энергии звучит фальшиво и выполнимо только в том случае, если мировые руководящие органы смогут собраться вместе и провести масштабные энергетические реформы.

Список использованных источников

- <https://lpk-sibiri.ru/wooden-construction/perspektivy-ispolzovaniya-vozobnovlyaemyh-resursov/>
<https://delta-eco.ru/drugoe/novejshie-tehnologii-ispolzovaniya-prirodnih-resursov.html>
<https://ru-ecology.info/term/54516/>

ВЛИЯНИЕ СЕМЯН БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ОКСИСТАБИЛЬНОСТЬ ЛЬНЯНОГО МАСЛА

Н.Н. Лозикова

студент специальности Биотехнология, БГТУ, г. Минск

Научный руководитель: М.В. Андрухова

ассистент, БГТУ, г. Минск

Аннотация. При хранении льняного масла, полученного холодным прессованием, в нем протекают гидролитические и окислительные процессы с образованием веществ, снижающих его пищевую ценность.

В работе исследовано влияние содержания семян бобовых – фасоли, гороха и люпина – на устойчивость льняного масла к окислению. Антиоксидантные свойства семян оценивали по изменению кислотного, перекисного и тиобарбитурового чисел образцов льняного масла, содержащего добавки.

Установлено, что наряду с фасолью можно рекомендовать в качестве природной добавки для повышения оксистабильности льняного масла и увеличения его срока хранения измельченные семена гороха в количестве 1,0 масс. %.

Ключевые слова: льняное масло, окисление, антиоксидант, семена бобовых, кислотное число, перекисное число, тиобарбитуровое число.

THE EFFECT OF LEGUME SEEDS ON THE FLAXSEED OIL OXIDATIVE STABILITY

N.N. Lozikova

student of the specialty Biotechnology, BSTU, Minsk

Scientific Supervisor: M.V. Andrukova

assistant, BSTU, Minsk

Annotation. When storing, there are hydrolytic and oxidative processes in the flaxseed oil obtained by cold pressing, which are leading to the formation of substances reducing its nutritional value.

The influence of the content of legume seeds – bean, peas and lupine – on the resistance of flaxseed oil to oxidation is studied. The antioxidant properties of the seeds were evaluated by measuring the acid, peroxide, and thiobarbituric numbers of flaxseed oil samples containing additives.

It was found that along with beans, crushed pea seeds in the amount of 1.0 wt.% can be recommended as natural additives to increase the oxidation stability of flaxseed oil and, therefore, to increase its shelf life.

Keywords: *flaxseed oil, oxidation, antioxidant, legume seeds, acid number, peroxide number, thiobarbituric number*

Пищевое льняное масло является источником полиненасыщенных жирных кислот (олеиновой, линолевой, α -линоленовой), что в свою очередь обуславливает нежелательные процессы, протекающие в нем при хранении в стандартных условиях – гидролитические и окислительные (окисление, прогоркание, осаливание, высыхание жиров).

В настоящее время для повышения устойчивости к окислению пищевого льняного масла, полученного холодным прессованием, авторами работ [1–3] предложены способы стабилизации льняного масла, основанные на введении в него измельченных бобов фасоли или сои в количестве соответственно 0,3–0,8 % и 0,3–1,2 % от массы масла.

Несмотря на существующие способы стабилизации льняного масла данное направление исследования остается актуальным не только с научной, но и практической точки зрения.

Цель работы – исследовать влияние вида и содержания семян бобовых растений на устойчивость льняного масла к окислению при хранении. Для этого были приготовлены образцы нерафинированного льняного масла холодного отжима («Славица», Россия), различающиеся видом и содержанием введенной в него добавки. В качестве потенциальных антиоксидантов природного происхождения были выбраны сушеные семена гороха (горох колотый шлифованный «Благая», Россия) и люпина узколистного («Василек», республика Беларусь), для сравнения использовали семена фасоли красной (Республика Беларусь). Перед введением в льняное масло семена измельчались до размера частиц 0,5–1,0 мм.

В состав сушеного гороха входит достаточно большое количество фосфора, калия, кальция, железа, а также магния и цинка. Кроме того, в нем содержится ретинол (витамин А), витамины группы В и аскорбиновая кислота (витамин С). Люпин узколистный содержит белок, антиоксиданты, пищевые волокна, в нем низкое содержание крахмала и нет клейковины, провоцирующей у отдельных людей аллергию.

Образцы нестабилизированного льняного масла и с добавками хранились на протяжении 21 сут в термостате при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$. Через 7, 14 и 21 сут были измерены кислотное (КЧ), перекисное (ПЧ) и тиобарбитуровое (ТБЧ) числа образцов как показатели, характеризующие соответственно количество продуктов гидролиза триглицеридов, первичных и вторичных продуктов окисления. Показатели исходного масла, взятого для исследования: КЧ – 0,88 мг КОН/г; ПЧ – 2,9 ммоль $\frac{1}{2}\text{O}$ /кг; ТБЧ – $1,01 \cdot 10^{-6}$. Результаты определения показателей качества образцов льняного масла представлены на рис. 1.

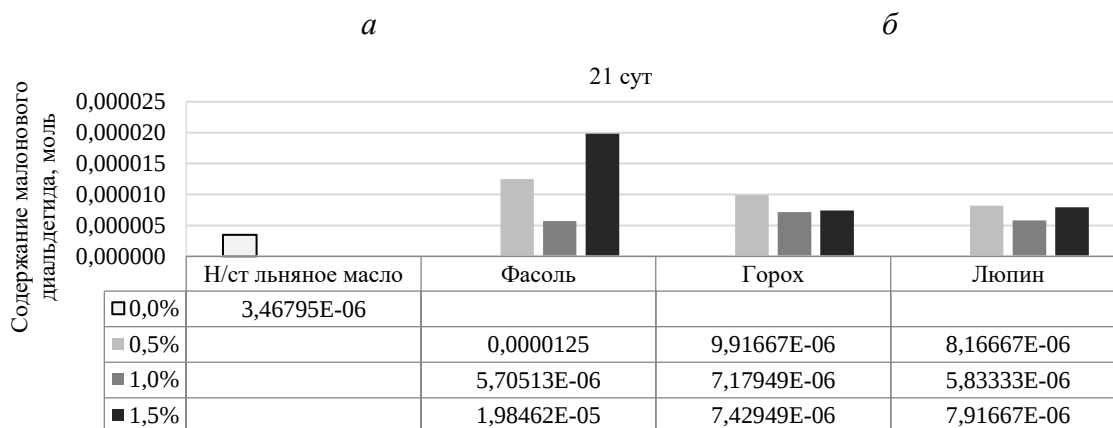
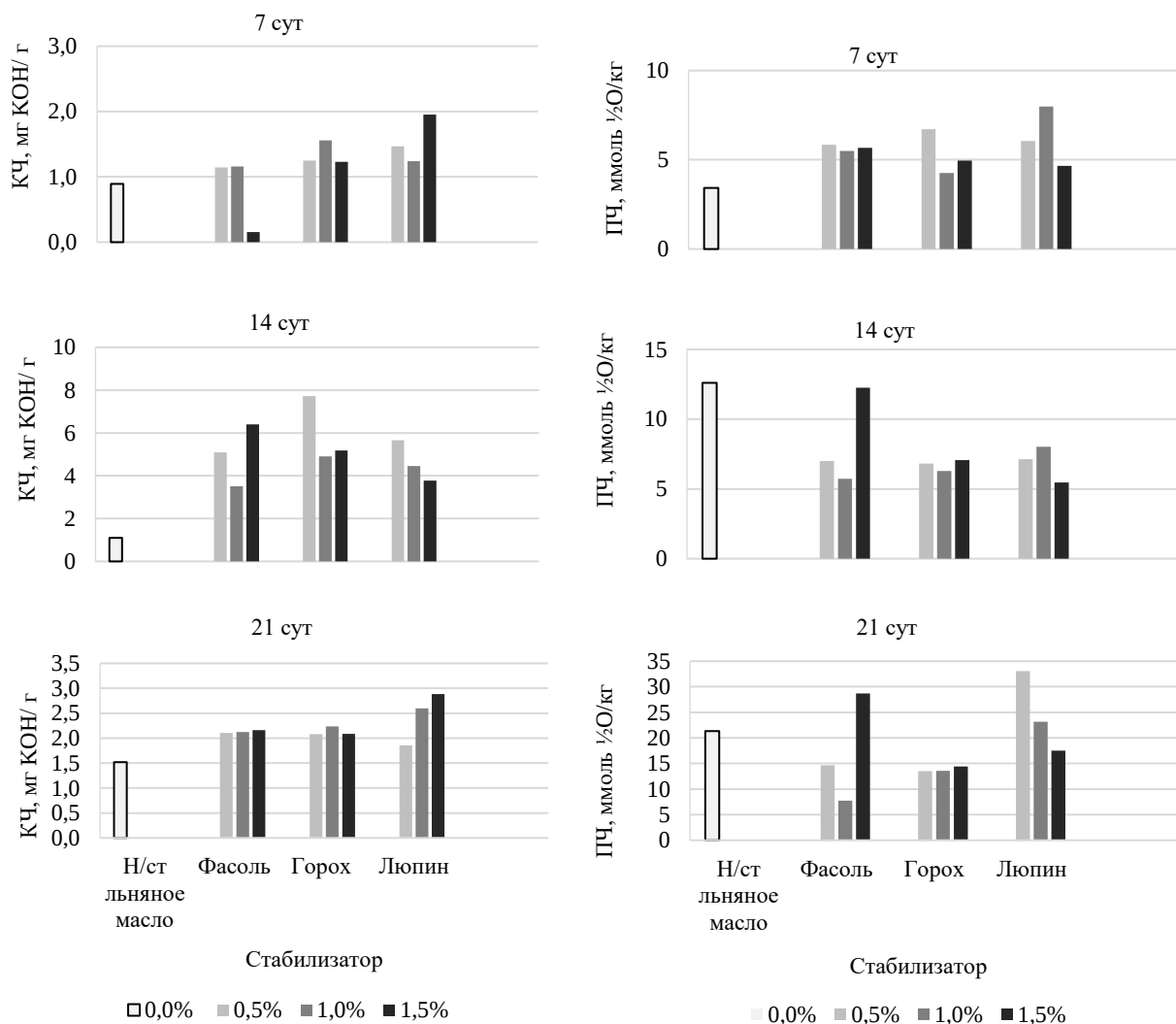


Рисунок 1 – Зависимость КЧ (а), ПЧ (б) и ТБЧ (в) образцов льняного масла от вида и содержания стабилизатора и продолжительности хранения

Установлено, что введение в льняное масло семян фасоли, гороха и люпина способствует росту КЧ льняного масла. При этом наблюдается уменьшение в 3 раза ПЧ образца масла, содержащего 1,0 масс.% фасоли. Антиоксидантная активность семян гороха в количестве 1,0 масс.% в 2 раза хуже, чем семян

фасоли. Люпин проявляет свойства проантиоксиданта. Стоит отметить, что все добавки замедляют образование в льняном масле вторичных продуктов окисления.

Таким образом, наряду с семенами фасоли в качестве природной добавки для повышения оксистабильности льняного масла и увеличения его срока хранения можно рекомендовать измельченные семена гороха в количестве 1,0 масс.%. Кроме этого, целесообразно продолжить исследование влияния на качество нерафинированного льняного масла следующих семян бобовых растений: нут, маш, чечевица.

Список использованных источников

1. Шадыро О.И., Сосновская А.А., Едимечева И.П. Разработка эффективных методов стабилизации льняного масла и продуктов на его основе // Свиридовские чтения: сборник статей. / Изд. центр БГУ. Минск, 2017. Вып. 13. С. 315–335.
2. Hirose A., Miyashita K. Inhibitory effect of proteins and their hydrolysates on the oxidation of triacylglycerols containing docosahexaenoic acids in emulsion // J. Jap. Soc. Food Sci. Technol. 1999. Vol. 46. P. 799–805.
3. Ruth S.M., Shaker E.S., Morrisse P.A. Influence of methanolic extracts of soybean seeds and soybean oil on lipid oxidation in linseed oil // Food Chem. 2001. Vol. 75. P. 177–184.

УДК 656.21

ГРНТИ 73.29.61

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В ПРОХОДНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

А.Р. Мирсаянов

студент направления СЭМС, УГАТУ, г. Уфа

Научный руководитель: М.В. Охотников

доцент кафедры электромеханик, УГАТУ, г. Уфа

Аннотация. В данной работе рассматривается компактная система для очищения и обеззараживания воздуха под воздействием электростатического поля и озono-воздушной смеси. Применение системы ориентировано для замкнутых не проветриваемых помещений с высокой пропускной способностью. Рассматривается состав и конструкция системы, приводится расчёт допустимой концентрации озона необходимой для дезинфекции помещения, но в то же время безопасной для человека.

Ключевые слова: Обеззараживание воздуха, дезинфекция, озон, загрязнение, электроды.

MULTIFUNCTIONAL DEVICE FOR CLEANING AND DISINFECTION OF AIR IN THE PASSAGE ROOMS

A.R. Mirsayapov

student of SEMS, USATU, Ufa

Supervisor: M.V. Okhotnikov

Associate Professor of the Department of Electromechanics, place of work of USATU, Ufa

Annotation. *This paper considers a compact system for cleaning and disinfecting air under the influence of an electrostatic field and an ozone-air mixture. The use of the system is focused on closed unventilated rooms with high throughput. The composition and design of the system are considered, the calculation of the permissible concentration of ozone necessary for disinfection of the room, but at the same time safe for humans, is given.*

Keywords: *Air disinfection, disinfection, ozone, pollution, electrodes.*

Вопрос очистки воздуха в любой отрасли промышленности и повседневной жизни остается и будет оставаться актуальным. Причинами наличия загрязнений в воздухе являются выхлопные газы, вредные выбросы промышленных производств, повседневной деятельности человека и самой природы. Зачастую подобные выбросы способствуют негативному изменению состава окружающего воздуха, проявляясь в различной форме, что критически сказывается на организме человека и животных.

Воздух, с примесью вредных веществ, приводит к возникновению аллергических реакций, обострению хронических заболеваний, новообразованиям, комплексному ухудшению состояния организма, что непременно сказывается на эмоциональном состоянии человека, тем самым снижая его трудоспособность, ухудшая физическое состояние вызывая ослабление организма, что на производстве приводит к снижению работоспособности. В промышленности подобный вопрос решают путём установки различных очистных сооружений (скрубберов, электрофильтров и т.д.). Их основным недостатком является большие массогабаритные показатели.

Предлагаемая авторами в данной работе конструкция системы очистки и обеззараживания позволяет не только очищать воздух, но и обогащать его безопасной концентрацией озона. В условиях распространяющейся по всему миру пандемии, данное устройство актуально, так как оно будет способно очищать воздух от пыли и вредных газов и дополнительно обеззараживать от бактерий. Еще одним плюсом multifunctional устройство, это его возможность использования в общественных местах, таких как торговые центры, государственные и медицинские учреждения, так же железнодорожный транспорт. В условиях замкнутого пространства (вагонах) концентрация

вредных веществ циркулирующих по помещению, в добавок содержащих болезнетворные элементы может негативно сказываться на общей эпидемической обстановке.

На устранение данных негативных факторов и направлена работа предлагаемой системы. Система будет прогонять через себя объемы воздуха содержащегося в помещении и задерживать твердые и газообразные частицы содержащиеся в нем на пластинах электростатического фильтра. Очищенный от взвеси воздух далее будет проходить через систему генерации озона, где будет насыщаться допустимой концентрацией озоновой смеси, что позволит нейтрализовать негативный эффект от болезнетворных бактерий и частиц. Таким образом на выходе будет получаться свежий поток воздуха не содержащий частиц пыли и пр. обеззараженный от болезнетворных элементов и запахов и имеющий приятный запах свежести грозы.

На рисунке 1 представлена принципиальная конструкция рассматриваемой системы, поясняющая суть работы устройства и его компоновку.

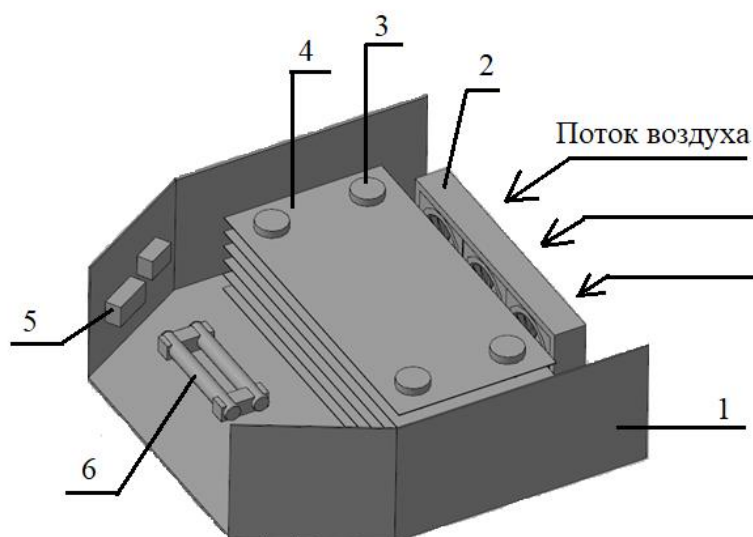


Рисунок 1. Конструктивная схема системы очистки

Корпус (1) выполняющий функции диффузора, защитного и несущего корпуса, имеет на входе систему вентиляторов (2) интенсивность работы которых зависит от состояния воздуха в помещении, системы очистки воздуха от взвеси, состоящей из осадительных (4) и коронирующих (3) электродов. Система озонирования располагается на выходе корпуса системы очистки и состоит из повышающего трансформатора (5) создающего высокое напряжение для системы осаждения и озонирования, а так же непосредственно электродов (6) генерирующих озон из проходящего через них воздуха.

Массовое содержание озона в объеме можно определить по следующей формуле:

$$M(O_3) = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{(T + \beta - \alpha Q) + \lambda M} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{1 + \beta - \alpha}{M} Q + \lambda \right) t \right] \right\} \quad (1)$$

где M - общая масса газа в помещении, кг;

$M_0(O_2)$ - массовое содержание кислорода в исходном воздухе, кг;

$T=300$ – период полураспада озона в помещении [1], 1/с;

$\lambda = 0,693/T$ – константа распада озона в нормальных условиях;

$\alpha = 0,7$ константа, полученная экспериментально [1];

Q – массовый поток газа через озонатор, кг/с;

$\beta = m(O_3)/m(O_2)$, - коэффициент преобразования кислорода в озон;

$m(O_3)$ - массовая плотность озона на выходе озонатора, $кг/м^3$;

$m(O_2)$ - массовая плотность кислорода в воздухе, $кг/м^3$;

Теоретически равновесное значение концентрации озона C_p в закрытом помещении при работе в нем озонатора можно получить из выражения (1) при $t \rightarrow \infty$

$$C_p = \frac{\beta Q M_0(O_2)}{(T + \beta - \alpha Q) + \lambda M V}, \quad (2)$$

где $V, м^3$ - объём помещения.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе определяемая ГОСТом составляет 0,03 мг/м³ [2]. Содержание озона, не превышающее данное значение, безопасно для человека и животных. Но если данное устройство будет работать в помещении, где присутствует постоянный приток и отток воздуха, высокая температура (выше 25 градусов) и повышенная влажность, то вырабатываемую системой концентрацию озона можно увеличить, при этом контролируя ее содержание в окружающем пространстве.

Наиболее эффективными и многообещающими устройствами для очистки и обеззараживания воздуха являются электрофилтры с озонатором. Конструкция обладает высокой пылеемкостью и характеризуется возможностью очистки воздушного потока от бактерий и вредных газов.

Список использованных источников

1 Расчет концентрации озона, создаваемой озонатором в замкнутом объеме / Е.Г. Безруких [и др.]. – Красноярск: Изд-во ИФ СО РАН, 1996. – 25 с.

2 Малышева А.Г. Методические основы изучения гигиенической безопасности при эксплуатации бытовых озонаторов // Гигиена и санитария. – 1994. – № 9. – С. 42–46.

УДК 676.1.054.1

ГРНТИ 66.45.00

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ОТ ВРЕМЕНИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗМОЛЬНОЙ ГАРНИТУРЫ

Д.Р. Моисеенко

Студент специальности ЭТТп.4-19-1, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск,

Научный руководитель: Н.Г. Чистова

профессор, доктор технических наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований зависимости качественных показателей древесноволокнистой массы от износа шлифовального комплекта первой и второй ступеней шлифования при производстве древесноволокнистых плит. Было исследовано влияния геометрических параметров ячеек ротора и статора на качество измельчения древесноволокнистой массы при определенном зазоре ножа в течение всего периода эксплуатации между сменой гарнитуры: дефибратор на рафинер. Зависимость степени измельчения от геометрических параметров гарнитуры на промышленных установках при изготовлении ДВП подтверждено исследованиями. Определено, что как на дефибраторе, так и на рафинере после определенного времени работы ротор изнашивается более интенсивно, чем статор, поэтому предпочтительно изготавливать ротор из более прочного материала, чем статор.

Ключевые слова: Древесноволокнистая масса, ротор, статор, измельчение, ступени размола.

DEPENDENCE OF THE QUALITY OF WOOD-FIBER SEMI-FINISHED PRODUCTS ON THE OPERATING TIME OF THE GRINDING SET

D. R. Moiseenko

Student of the specialty ETTP. 4-19-1, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: N. H. Chistova

Professor, Doctor of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. This article presents the results of experimental studies of the dependence of the quality indicators of the wood-fiber mass on the wear of the grinding set of the first and second stages of grinding in the production of wood-fiber boards. The influence of the geometric parameters of the rotor and stator cells on the quality of wood-fiber mass grinding at a certain knife gap during the entire period of operation

between changing the headset: defibrator to refiner. The dependence of the degree of grinding on the geometric parameters of the headset on industrial installations in the manufacture of fiberboard is confirmed by research. It is determined that both on the defibrator and on the refiner, after a certain time of operation, the rotor wears out more intensively than the stator, so it is preferable to make the rotor from a stronger material than the stator.

Keywords: Wood-fiber mass, rotor, stator, grinding, grinding stages.

Представлены результаты экспериментальных исследований зависимости качественных показателей древесноволокнистой массы от износа шлифовального комплекта первой и второй ступеней шлифования при производстве древесноволокнистых плит.

В России находится большое количество низкосортной древесины, непригодной для производства целлюлозы, лесопиления, фанеры и столярных изделий, но эта древесина является сырьем для производства плит. Ресурсы неиспользуемой древесины, отходов лесозаготовок, мелкозернистой древесины и отходов деревообработки достаточны для интенсивного развития производства древесноволокнистых плит для удовлетворения потребностей внутреннего рынка. Производство древесных плит во всем мире является одним из основных направлений переработки древесных отходов и не древесной древесины.

Процесс измельчения при производстве древесноволокнистых плит представляет собой сложный процесс, который до конца не изучен. Нам до сих пор не известно, как именно проходят процессы в аппаратуре при размоле древесноволокнистой массы. Такими явлениями являются: реакция гидролиза, химические и физические эффекты древесных элементов и продуктов их распада, явления дросселирования жидких и паровоздушных смесей, явления теплопередачи и диффузии. Все эти процессы зависят от огромного набора геометрических и технологических условий помола, и многие из них взаимосвязаны. Таким образом, процесс измельчения древесноволокнистой массы в настоящее время является не организованной системой. Поэтому определённый подход к решению задачи ее математического описания невозможен. В данном случае единственным способом описания процесса является использование экспериментальных и статистических методов.

В соответствии с задачами исследования, производственной практикой и изучением научной литературы для первой и второй стадий измельчения принята зависимость степени измельчения древесноволокнистой массы от факторов:

$$ДС = f\left(\frac{L}{h}, \sigma, n\right), \quad (1)$$

где $\frac{L}{h}$ - отношение высоты ячейки к ее ширине (износ сегментов);
 σ – зазор между размалывающими поверхностями, мм;
 n – скорость вращения нижнего (разгрузочного) диска об/мин;
 для рафинатора

$$ДС = f\left(\frac{L}{h}, \sigma, c\right), \quad (2)$$

где L/h – отношение высоты ячейки к ее ширине (износ частей аппаратуры);
 σ – зазор между размалывающими поверхностями, мм;
 c – концентрация древесноволокнистой массы, %;

В данной работе представлены результаты исследований влияния геометрических параметров ячеек ротора и статора на качество измельчения древесноволокнистой массы при зазоре ножа $\sigma = 0,1$ мм в течение всего периода эксплуатации между сменой гарнитуры: дефибратор (1-я ступень)-9 недель; рафинер (11-я ступень) - 23 недели. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты исследований износа размалывающей гарнитуры с течением времени

Продолжительность работы гарнитуры, недели	Отношение ширины ячейки к высоте ножа L/h, мм/мм				Продолжительность работы гарнитуры, недели	Отношение ширины ячейки к высоте ножа L/h, мм/мм				Дефибратор (ДС)	Рафинатор (ДС)
	дефибратор					рафинатор					
	ротор		статор			ротор		статор			
	отношение исходных размеров	величина отношения	отношение исходных размеров	величина отношения		отношение исходных размеров	величина отношения	отношение исходных размеров	величина отношения		
1	13/12	1,06	13/12	1,05	1	10/10	1	10/10	1	12,5	18
2	13/11,8	1,0	13/11,8	1,09	3	10/9,8	1,1	10/9,8	1,02	12,4	18,22
3	13/11,5	1,09	13/11,5	1,11	5	10/9,5	1,0	10/9,5	1,05	13,2	18,78
4	13/11	1,14	13/11,3	1,12	7	10/8	1,3	10/8	1,25	13,3	19
5	13/10	1,1	13/11	1,15	12	10/7	1,3	10/7,2	1,38	12,87	19,29
6	13/9	1,2	13/10,2	1,25	17	10/6	1,5	10/7	1,42	12,4	19,58
7	13/8	1,56	13/9,3	1,37	19	10/5	2	10/6,8	1,47	12,1	19,79
8	13/7	1,73	13/8,4	1,52	21	10/4,5	2,3	10/6,1	1,66	12	19,47
9	13/6	2,09	13/7,5	1,72	23	10/4,2	2,2	10/5	2	11,28	19
-	-	-	-	-	25	10/4	2,5	10/4,5	2,19	-	18

В предыдущих исследованиях при измельчении наблюдался больший гидродинамический эффект в рабочих органах машины, когда отношение ширины ячейки к ее высоте было равно 2. В этом случае оптимальная глубина ячейки составляла 4,5 мм. В связи с этим исследования проводились на гарнитуре с соотношением $\frac{L}{h} = 1,1$ и $\frac{L}{h} = 2$, с $h = 4,5$ мм. При геометрических параметрах перемалывающей аппаратуры $\frac{L}{h} = 2$ при прочих равных условиях наблюдалось наибольшее увеличение степени массового измельчения и наименьший расход мощности. Повышена эффективность измельчения волокнистых смесей при заданных геометрических параметрах гарнитуры. В промышленных условиях на заводе ДВП ЗАО «Лесосибирский ЛДК – 1» рассматривалась эффективность размола не только волокнистой суспензии (вторая ступень, концентрация 4 %), но и щепы (первая ступень) при параметрах оборудования ($\frac{L}{h}$), которые менялись с течением времени работы (износ гарнитуры).

Первоначально ширина L на сегментах дефибратора составляла $L = 13$ мм, при $h = 12$ мм, а на сегментах рафинера $L = 10$ мм, при $h = 10$ мм. Исследования показали, что в процессе эксплуатации ротор изнашивается быстрее, чем статор. Износ в течение двух - четырёх недель незначителен ($\frac{L}{h} = 1,08-1,18$) и одинаков как на подвижных, так и на неподвижных дисках. При дальнейшей эксплуатации износ более интенсивен и имеет наибольший интервал величин на подвижном диске ($\frac{L}{h} = 1,2-2,16$), чем на неподвижном диске ($\frac{L}{h} = 1,2-1,8$).

Менее интенсивный износ статора, на мой взгляд, связан с тем, что слой волокнистой массы в процессе шлифования образуется в основном на лопатках статора, тем самым помогая защитить его рабочую поверхность. Недостаточная чистота каналов ротора вызывает неравномерный свес волокон по длине ножа, тем самым способствуя увеличению его износа по всей его поверхности.

Когда диски изнашиваются, масса, проходящая в направлении от центра диска, увеличивает свою скорость под действием увеличивающейся центробежной силы. Поскольку поперечное сечение канавок непрерывно уменьшается, давление постепенно возрастает, присутствует трение и смятие волокон, поэтому процессы резания и фибрилляции древесных волокон проходят в меньшей степени.

Зависимость степени измельчения (ДС) от геометрических параметров гарнитуры на промышленных установках при изготовлении ДВП подтверждается исследованиями, проведенными ранее на экспериментальном оборудовании (СР0) с другими параметрами при производстве бумаги. В нашем

эксперименте наибольшее увеличение степени измельчения, как для дефибратора, так и для рафинера при $\frac{L}{h} = 1,17$.

Исследования показали, что степень измельчения древесноволокнистой массы, прошедшей обработку в дисковых дефибраторах и рафинаторах, а также характер этой массы, помимо степени износа шлифовальной гарнитуры, также зависит от величины зазора между дисками, скорости подачи и концентрации древесноволокнистой массы.

С целью выявления, оценки и описания математическим способом влияния указанных выше геометрических и технологических параметров шлифовальных станков на качество массового помола был запланирован и проведен активный трехфакторный эксперимент второго порядка на промышленных установках в условиях существующего производства.

Согласно плану эксперимента:

- нижний уровень вариации (-1) были: для $\frac{L}{h}$ -2, σ - 0,05, n - 12, c -2,5;
- основной уровень вариации (0): для $\frac{L}{h}$ -6, σ - 0,1, n - 13,7, c -3;
- верхний уровень вариации (+1): $\frac{L}{h}$ -10, σ - 0,15, n - 15,4, c -3,5.

В результате реализации запланированного эксперимента были получены зависимости:

для дефибратора:

$$\begin{aligned} \text{ДС} = 5.19 + 0.24 \cdot \left(\frac{L}{h}\right) + 16.62 \cdot \sigma + 0.69 \cdot n - 0.01 \cdot \left(\frac{L}{h}\right)^2 - 50 \cdot \sigma^2 - 0.01 \cdot n^2 \\ - 0,61 \cdot \left(\left(\frac{L}{h}\right) \cdot \sigma\right) - 0.02 \cdot \left(\left(\frac{L}{h}\right) \cdot n\right) - 0.86 \cdot (\sigma \cdot n) \end{aligned} \quad (3)$$

для рафинатора:

$$\begin{aligned} \text{ДС} = -99.92 - 0.41 \cdot \left(\frac{L}{h}\right) + 80.42 \cdot \sigma + 80.95 \cdot c + 0.02 \cdot \left(\frac{L}{h}\right)^2 - 110 \cdot \sigma^2 - \\ 13.302 \cdot c^2 + 0.66 \cdot \left(\left(\frac{L}{h}\right) \cdot \sigma\right) + 0.00012 \cdot \left(\left(\frac{L}{h}\right) \cdot c\right) - 27 \cdot (\sigma \cdot c) \end{aligned} \quad (4)$$

На рисунке 1 показана зависимость степени размола от расстояния между дисками. Смотря на точечную диаграмму, можно сказать о том, что чем больше расстояние между дисками, тем в меньшей степени будет происходить размол древесноволокнистой массы. Это связано с тем, что в наибольшее расстояние между дисками, относительно 0,1 мм, будет попадать наибольшая масса волокон, что будет препятствовать хорошему размолу этой массы.

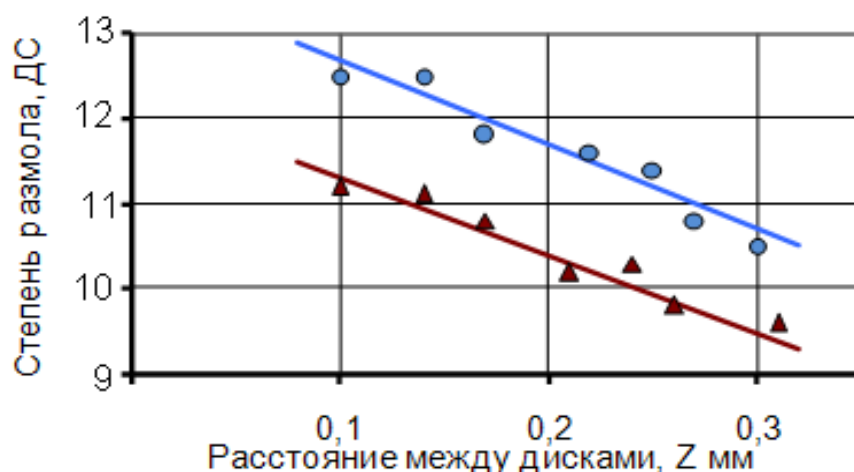


Рисунок 1 – Зависимость степени размола ДС от расстояния между дисками Z

Из диаграммы, изображенной на рисунке 2, видно, как изменяется степень помола древесноволокнистой массы при изменении скорости вращения нижнего шнека при фиксированном износе сегментов оборудования. Чем выше будет скорость вращения шнека, тем и в лучшей мере будет происходить помол массы.

На диаграмме, изображенной на рисунке 3, хорошо видно, что степень помола и фракционный показатель древесноволокнистой массы напрямую зависит от продолжительности размола массы.

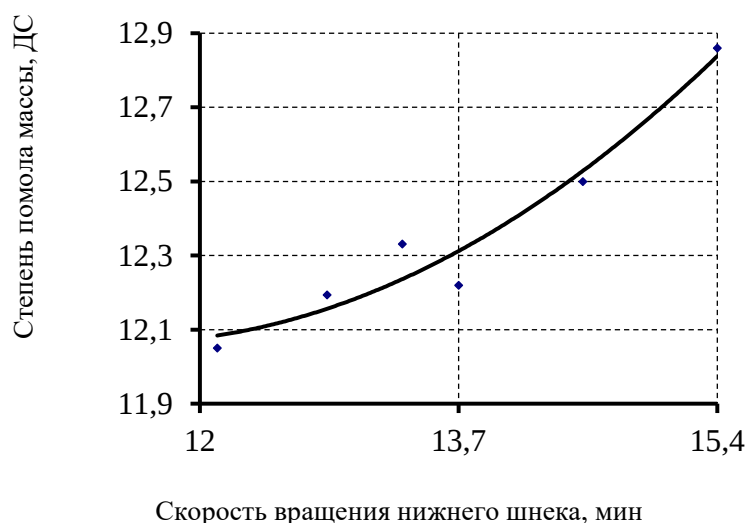


Рисунок 2 – Зависимость степени помола древесноволокнистой массы ДС от скорости вращения нижнего шнека

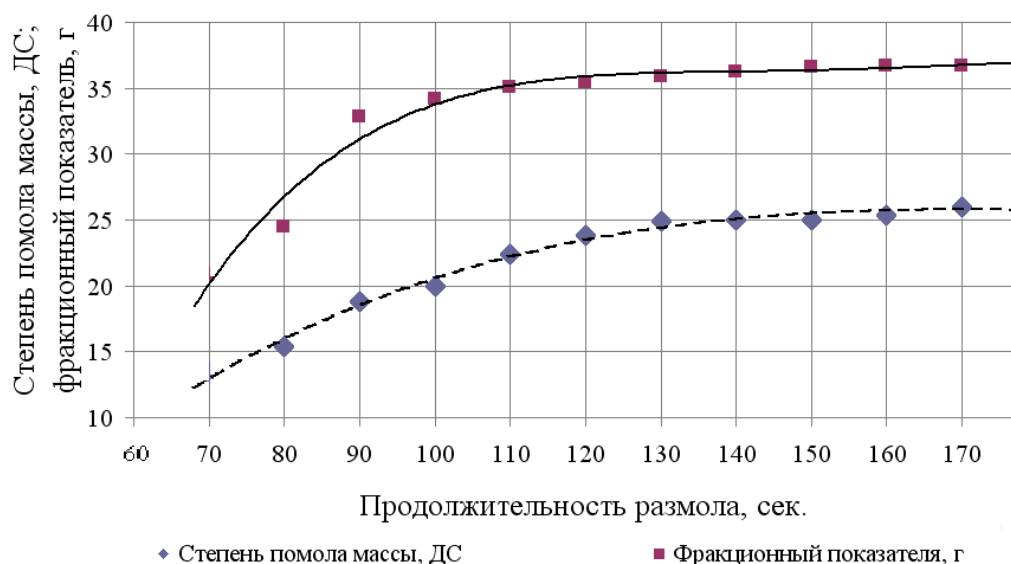


Рисунок 3 – Зависимость степени помола масса ДС и фрикционного показателя от продолжительности размола

Из первого линейного графика (степень помола) видно, что увеличение качества помола начинается со 67-68 секунды, улучшаясь до момента времени, равным 130 секундам, далее степень помола будет увеличиваться, но в меньшей степени. Из второго линейного графика (фракционный показатель) видно, что при продолжительности размола, равной 67-68 секунд, фракционный показатель качества степени помола массы будет увеличиваться до продолжительности размола, примерно равной 110 секунд, далее увеличение будет, но в меньшей мере, чем до данного момента времени. Фракционный показатель показывает сколько будет весить исходная древесноволокнистая масса, если будет состоять при том же числе волокон, но только из самой мелкой фракции.

Анализируя полученные уравнения, можно отметить, что на первом этапе шлифования с износом дисков до 10 % (отношение $\frac{L}{h}(-1)=12/10$ мм) наибольшая степень шлифования (ДС) была достигнута при зазоре $(-1)=0,05$ мм, при частоте вращения нижнего винта $n(+1)=15,4$ оборотов в минуту, а наилучший фракционный состав был найден при значениях тех же переменных коэффициентов, равных $\frac{L}{h}(-1)=12/10$ мм; $\sigma(0)=0,1$; $n(0)=13,7$ оборотов в минуту.

На второй ступени размола наибольшая степень помола (ДС) была достигнута при износе равном $\frac{L}{h}(-1)=10/8$; величине зазора между сегментами $\sigma(-1)=0,05$ мм; и концентрации древесной массы $c(0)=4$ %. Также фракционный состав оказался наилучшим при тех же варьируемых параметрах, имеющих следующие значения: $\frac{L}{h}(-1)=10/8$; $\sigma(0)=0.1$ мм; $c(0)=3$ %. При исследовании тех же самых факторов с износом сегментов 50 % и 90 % наблюдалась аналогичная закономерность. Как видно из зависимостей на ряду с влиянием износа частей размалывающей аппаратуры, скорость вращения нижнего диска на дефибраторе

и концентрация древесноволокнистой массы на рафинаторе оказывают существенное влияние на показатели размола. Правильный выбор и регулирование этих параметров позволяют влиять на весь технологический процесс получения ДВП.

Таким образом, установлено, что одним из основных факторов, влияющих на наилучшее измельчения и важных для получения высококачественной, хорошо измельченной древесной массы, является износ частей шлифовальных станков.

Определено, что как на дефибраторе, так и на рафинере (мельнице) после определенного периода времени работы шлифовальных сегментов ротор изнашивается более интенсивно, чем статор, поэтому предпочтительно изготавливать ротор из более высокопрочного материала, чем статор.

Полученные в данной работе расчетные зависимости качества шлифования (ДС) от степени износа ножевого набора в определяемый период позволяют решить следующие задачи:

- при известных значениях конструктивных и технологических параметров, представленных в настоящей работе, можно определить оптимальную степень массового измельчения и, соответственно, улучшить прочностные характеристики плиты, не увеличивая энергетических затрат на измельчение и не снижая их;

- в определенных технологических ситуациях реализуется снижение степени измельчения, без снижения качественных показателей готовой плиты, варьирование технологических и конструктивных параметров установок, в результате чего снижается износ частей шлифовального оборудования, уменьшается расход пара и электроэнергии, а, следовательно, снижается себестоимость продукции.

Список использованных источников

1. Алашкевич, Ю. Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах [Текст]: дис. докт. техн. наук / Ю. Д. Алашкевич. - Красноярск, 1990. - 361 с.
2. Чистова, Н. Г. Переработка древесных отходов в технологическом процессе получения древесноволокнистых плит [Текст]: дис. докт. техн. наук / Н. Г. Чистова. – Красноярск, 2010. – 415 с.

ПРИГЛАШЕНИЕ В АД ИЛИ ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСК

Н.А. Мухамедьярова

Студентка специальности (23.02.06) «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны). КТЖТ КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: В.В. Иванов

Преподаватель КТЖТ КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Настоящая статья посвящена исследованию современных проблем, а именно экологии. В данной статье рассказываются последствия загрязнений и как это избежать.

Ключевые слова: загрязнения, состояние воздуха, «черное небо», болезни, предложения по улучшению экологии.

AN INVITATION TO HELL OR THE ECOLOGY OF THE CITY OF KRASNOYARSK

N.A. Mukhamedyarova

Student of the specialty (02.23.06) "Technical operation of rolling stock of railways (cars). Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific adviser: V.V. Ivanov

Teacher, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Annotation. This article is devoted to the study of modern problems, namely ecology. This article explains the effects of contamination and how to avoid it.

Key words: pollution, air condition, "black sky", diseases, proposals for improving the ecology.

Добро пожаловать в ад

Зачастую данные об экологической ситуации предоставленные властями и являются до конца честными, раскрыть подлог помогают зеленые организации, которые благодаря своим исследованиям, могут представить реальные факты состояния окружающей среды.

Загрязнения

Красноярск является промышленным центром Восточной Сибири. Изобилие заводов привело к плачевному экологическому состоянию, а огромное количество автомобилей еще больше усугубляет ситуацию. Инфраструктура города способствует загрязнению окружающей среды. Лесной фонд Красноярска находится в состоянии глубокой дигрессии. Голубые ели, высаженные в 50 – х годах возле здания правительства и считавшие одним из

символов города, были вырублены по причине болезни. Попытки восстановить насаждения пока не увенчались успехом, причиной этому является пыль, оседающая на ветвях деревьев и мешающая им нормально дышать.

Состояние воздуха

Черное небо стало привычным для красноярцев. Экологические проблемы города широко известны даже для мировой общественности. Красноярск был назван самым грязным городом мира. Конечно, власти предпринимают серьезные меры по улучшению экологической ситуации, так по приглашению Губернатора, в Красноярск приехала глава росприроднадзора Светлана Родионова, развела руками и уехала. Установленная активистами на въезде в город табличка “Город Ад”, точно описывает положение дел на сегодняшний день.

Разнообразие и многокомпонентность выбросов привели к высокой степени загрязнения атмосферных слоев воздуха над городом. Транссиб, развитое судоходство на Енисее, аэропорт, а также автодороги общегосударственного, республиканского и краевого значения делают Красноярск крупнейшим в Западной Сибири транспортным узлом. Также в городе расположены очень крупные предприятия химической, металлургической и машиностроительной промышленности, которые активно влияют на процессы биогeoценоза и состояние воздушных масс. Основными веществами, которые создают очень высокий или сверхвысокий уровень загрязнения атмосферы, являются: безопорен, формальдегид, взвешенные твердые частицы, диоксид и оксид азота.

В большинстве районов Красноярска индекс AQI постоянно превышает отметку 350. Иными словами, Красноярск на грани экологической катастрофы. В безветренную погоду в воздухе Красноярска накапливаются опасные вещества. Такие условия неблагоприятны для людей с хроническими респираторными заболеваниями и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Из-за отсутствия ветра с точки зрения географического положения и рельефа Красноярска, город стоит в низине и окружен горами, это приводит к тому, что выбросы промышленных предприятий, котельных и автомобильного транспорта не рассеиваются, а образуют смог над Красноярском. В такие периоды предприятия должны сокращать выбросы в атмосферу, а жителям рекомендуется ограничить использование личных автомобилей и проводить меньше времени на улице.

Наши болезни

Вредные вещества, выбрасываемые заводами очень негативно влияют на здоровье горожан. Проанализировав статистику, можно сделать вывод, что среди населения промышленно развитых территорий Красноярского края, и в частности, города Красноярска чаще регистрируются заболевания, связанные с влиянием факторов окружающей среды. В управлении Росприроднадзор по

Красноярскому краю установлена прямая зависимость между показателем загрязнения атмосферного воздуха и его влиянием на здоровье населения.

Таким образом, для жителей высока вероятность развития заболеваний органов дыхательной системы, повышенный риск развития злокачественных новообразований, снижение иммунитета, обусловленных воздействием загрязненного атмосферного воздуха.

Как это избежать

Прежде всего, необходимо минимизировать вред от отходов производства, взять на контроль промышленные предприятия, выявлять неэффективные фильтры газоочистки и пылеулавливания. Также необходимы: замкнутый цикл производства, экологически чистые продукты, оптимизация транспортных маршрутов, а также грамотное применение экологических санкций.

Нам необходимо с умом использовать, природные ресурсы, тогда мы сможем сохранить её для будущих поколений. Новые методы очистки отходов для всех типов производств помогут сократить количество вредных веществ попадающих в окружающую среду и пагубно влияющих на экологию. Также необходим контроль в области охраны природы на законодательном уровне. Главное каждый человек должен начать с себя, осознать ответственность за бережное использование природных ресурсов. Люди должны объединиться для решения общих задач. Начать с очистки водоёмов, пляжей, посадок деревьев. Нужно понять, что спасение утопающих дело рук самих утопающих.

Предложения по улучшению экологии в городе Красноярске и Красноярском крае

- 1) Общественный транспорт перевести на газ и в перспективе на электроэнергию.
- 2) Котельные города обеспечить газом.
- 3) Частный сектор перевести на «плавающий тариф за электроэнергию» то есть на отопительный период выгоднее обогревать дома за счет электроэнергии.
- 4) Прекратить строительство высоких зданий с западного направления: Академгородок, Октябрьский и Железнодорожные районы, так как подобные строения преграждают дорогу в город чистого воздуха, и создает эффект «Газовой камеры».
- 5) Увеличить «нормативную» устаревшую норму под скверы и горки в несколько раз.
- 6) Прекратить застройку возле рек и ручьев – естественных экологических фильтров.
- 7) Повысить тарифы за нарушения норм выброса вредных веществ до 50% от готового производства для юридических лиц и 50% зарплаты физических лиц.
- 8) Расходовать уголь не на сжигание, а на производство различной продукции, такой как средства личной гигиены, строительные материалы,

фильтры для очистки воды и другое. Следовательно, можно создать химическое производство по добыванию угля. Создаются рабочие места, и улучшается экология. Продукция от переработки угля и 100% древесины позволят повысить экспортную составляющую и рост дохода края.

Список используемых источников

1 Источники загрязнения атмосферного воздуха // Красноярск. Администрация города. URL: <http://www.admkrsk.ru/citytoday/ecology/Pages/IstochZagrVozd.aspx>

2 Экологическая памятка "Культура общения с природой" // Красноярск. Администрация города. URL: <http://www.admkrsk.ru/citytoday/ecology/Pages/information1.aspx>

3 Красноярский край // Природа России: национальный портал. URL: http://www.priroda.ru/regions/air/detail.php?SECTION_ID=&FO_ID=452&ID=589
1

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.17

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ РАБОТНИКОВ, СВЯЗАННЫЙ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

А.С. Неговора

*студент специальности организация перевозок и управления на транспорте,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Научный руководитель: Н.Г. Чистова

профессор, доктор технических наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема производственного травматизма на железнодорожном предприятии. Производственный травматизм связан с несоблюдением требований безопасности труда и отличается большим разнообразием причин и тяжести последствий. В зависимости от характера воздействия различают травмы:

- механические (ушибы, переломы),
- термические (ожоги, обморожения),
- химические (отравления, ожоги),
- электрические (остановка дыхания, фибрилляция сердца, ожоги),
- психические (испуг, шок) и др.

Ключевые слова: производственная травма, охрана труда, несчастный случай.

INDUSTRIAL INJURIES OF EMPLOYEES ASSOCIATED WITH THE ORGANIZATION OF TRAIN TRAFFIC

A.S. Negovora

student of the specialty organization of transportation and management in transport, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Scientific Scientific supervisor: N. G. Chistova

Professor, Doctor of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk

Abstract. *This article deals with the problem of industrial injuries at a railway enterprise. Occupational injuries are associated with non-compliance with occupational safety requirements and are characterized by a wide variety of causes and severity of consequences. Depending on the nature of the impact, injuries may occur:*

- mechanical (bruises, fractures),*
- thermal (burns, frostbite),*
- chemical (poisoning, burns),*
- electrical (respiratory arrest, heart fibrillation, burns),*
- mental (fright, shock) , etc.*

Keywords: *industrial injury, labor protection, accident.*

Производственная травма – это неожиданное повреждение организма человека и утрата им трудоспособности, вызванные несчастным случаем на производстве.

Несчастные случаи – это действия, в результате которых застрахованное физическое лицо получило повреждения здоровья, произошедшее на рабочем пространстве на территории предприятия или же за пределами ее (в установленных случаях). Последствием этих происшествий, как правило, считается кратковременная или же устойчивая нетрудоспособность, и даже смерть.

Повторение несчастных случаев, связанных с производством, является производственным травматизмом.

Проблема производственного травматизма считается распространённой для всех сотрудников железнодорожного транспорта, так как никто не застрахован от факторов повышенной опасности. Особенно выделяется работа дежурных по станции, дежурных по паркам характерна психоэмоциональной напряженностью, обусловленной сознанием ответственности за жизнь подчиненных сотрудников.

Перечислим одни из множества факторов повышенной опасности:

Присутствие большого числа вагонов на путях, движение поездов и маневровых составов, так же как и недостаточная освещенность территории

влекут за собой ухудшение составителя поездов видимости сотрудников, оказавшихся на путях, что усугубляет опасность наезда и травмирования работающих.

Нахождение сотрудника в опасной зоне контактной сети опасно поражением электротоком.

Производство работ с использованием грузоподъемных машин опасно травмированием оказавшихся в зоне работы крана сотрудников транспортируемыми грузами и конструктивными элементами грузоподъемной техники.

Работы, связанные с подъемом на высоту, опасны травмированием работников падением.

Использование автотранспортных средств опасно травмированием работников подвижными транспортными единицами и др.

Для решения этих факторов нужно выявлять угрозы – держать под контролем риски, сделать систему безопасности и гигиены труда, обеспечивать безопасность и гигиену труда на рабочих местах, при работе с оборудованием.

Вложения в службу охраны труда дают возможность избежать человеческих страданий и защитить самое ценное, что у нас есть, – наше здоровье, физическое и психологическое благополучие.

Международные изучения доходности вложений в профилактику доказали, что каждый доллар, вложенный в охрану труда, генерирует потенциальную прибыль в размере свыше двух долларов. Безопасные условия труда – это вклад в процветание предприятия.

Список использованных источников

1 Актуальные проблемы эксплуатации железнодорожного транспорта. Сборник статей студенческой конференции – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – 116с.

2 Семищенко В.Н. Багажные перевозки: Пособие приемосдатчиС306 ку груза и багажа в поездах и багажных отделениях станций. — М.: Маршрут, 2005. 391 с.

3 VISION ZERO «Семь «золотых правил» производства с нулевым травматизмом и с безопасными условиями труда». Руководство для работодателей и менеджеров.

ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Погорелов

*студент специальности 1–48 01 05 Химическая технология переработки древесины,
БГТУ, г. Минск,*

Научный руководитель: Н.А. Герман

ассистент, канд. техн. наук, БГТУ, г. Минск

Аннотация. Фанерное производство является одной из самых материалоемких отраслей деревоперерабатывающей промышленности, количество отходов достигает 50%. Кроме того, отличительной особенностью таких отходов является их видовое разнообразие, а также повышенная влажность (более 15%) после гидротермической обработки в процессе производства лущеного шпона. Опыт передовых предприятий стран СНГ и за рубежом показывает, что существует множество способов рационального использования древесного сырья в полном объеме – наиболее эффективный в энергетическо-топливном комплексе с получением различных видов твердого биотоплива (брикетов, гранул).

Ключевые слова: гидротермическая обработка, древесные отходы, кора, биотопливо, влажность, прочность.

PRODUCTION OF SOLID BIOFUELS FROM WASTE OF PLYWOOD PRODUCTION

V.A. Pogorelov

student of the specialty 1–48 01 05 Chemical technology of wood processing, BSTU, Minsk

Scientific adviser: N.A. Herman

assistant, Ph.D., BSTU, Minsk

Annotation. Plywood production is one of the most material-intensive branches of the wood processing industry, the amount of waste reaches 50%. In addition, a distinctive feature of such wastes is their species diversity, as well as increased moisture content (more than 15%) after hydrothermal treatment in the production of rotary cut veneer. The experience of leading enterprises of the CIS countries and abroad shows that there are many ways of rational use of wood raw materials in full - the most effective in the energy and fuel complex with the production of various types of solid biofuels (briquettes, pellets).

Keywords: hydrothermal treatment, wood waste, bark, biofuel, humidity, strength.

Древесная биомасса является возобновляемым энергетическим ресурсом, ее применение в качестве топлива с целью получения тепловой и электрической энергии является эффективным решением для различных отраслей лесного комплекса, т.к. образование древесных отходов, отличающихся формой и размерами, часто остаются мало востребованными.

Одной из самой материалоемкой отраслью в деревообработке является фанерное производство, т.к., несмотря на внедрение прогрессивной техники и технологий, удельный вес отходов превышает 50%. Количество отходов зависит от породы, размеров и сорта древесного сырья; технологического оснащения процесса; требований, предъявляемых к качеству получаемой продукции. На рисунке 1 приведены основные виды и количество отходов, образующихся при получении лущеного шпона в фанерном производстве.

Известно [1], что современная технология получения твердого биотоплива основана на использовании в качестве исходного древесного сырья измельченной древесины хвойных пород с влажностью до 10%, из которых самой востребованной является сосна. Она обеспечивает стабильно высокие значения прочностных показателей и теплотворной способности биотоплива. Однако ресурсы древесины сосны имеют тенденцию к сокращению в связи с все более расширяющейся областью применения в деревопереработке. Поэтому внимание в составе настоящих исследований к отходам фанерного производства в этом качестве вполне оправдано. Исследование качественного состава исходного сырья показало, что отходы фанерного производства по породному составу состоят из ольхи и березы, в которых содержание коры до 25%, древесной составляющей – 75%.



а



б



в



г



д



е

*а – кора (до 35%), б – шпон-рванина (до 34%), в – карандаши (до 15%),
г – обрезки шпона (до 6%), опилки (до 1%), древесная пыль (до 1%)*

Рисунок 1 – Основные виды и количество отходов, образующихся при получении лушеного шпона в фанерном производстве

В таблице 1 представлены свойства отходов фанерного производства как энергоносителя, представляющих интерес с точки зрения их использования в качестве сырья для производства твердого биотоплива (брикетов, гранул).

Таблица 1 – Характеристика отходов фанерного производства как энергоносителя

Относительная влажность, %	Зольность, %	Насыпная плотность, кг/м ³	Теплотворная способность, МДж/кг
более 15%	0,4–0,8	250–300	15,5–17,5

Из таблицы 1 видно, что такие показатели как влажность и зольность существенно отличаются от требований к традиционному древесному сырью, применяемому для получения твердого биотоплива. Поэтому были проведены дополнительные исследования, направленные на установление возможности эффективного использования древесной биомассы с повышенной влажностью.

Для вовлечения сырья повышенной влажности в производство биотоплива необходимо интенсифицировать процесс сушки за счет увеличения скорости перемещения влаги в самой древесной биомассе. Это может быть достигнуто путем обработки исходного сырья гигроскопическими веществами, что позволяет исключить брак при производстве твердого биотоплива. Таким веществом является хлорид натрия в виде технического продукта – галита. Кристаллы хлорида натрия (NaCl) состоят из ионов Na⁺ и Cl⁻. При попадании такого кристалла в воду в нее переходят эти ионы. На рисунке 2 представлена схема взаимодействия хлорида натрия с водой.

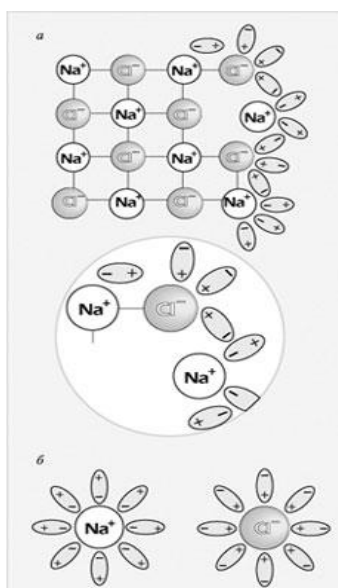


Рисунок 2 – Схема взаимодействия хлорида натрия с водой

В результате взаимодействия с водой в кристалле хлорида натрия рвутся ионные связи, а водородные связи – между молекулами воды. Попавшие в воду ионы вступают во взаимодействие с молекулами воды. В случае хлорид-ионов это взаимодействие ограничивается электростатическим притяжением дипольных молекул воды к аниону, а в случае катионов натрия оно приближается по своей природе к донорно-акцепторному. В результате ионы покрываются гидратной оболочкой, таким образом кристаллы хлорида натрия выполняют роль адсорбента влаги. Все это предотвращает вскипание влаги в процессе гранулирования (прессования) исходной древесной биомассы повышенной влажности. Эффективность применения хлорида натрия оценивали по физико-механическим показателям твердого биотоплива, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества твердого биотоплива, полученного в лабораторных условиях с использованием хлорида натрия

Наименование образца	Расход NaCl, %	Физико-механические показатели				
		Влажность, %	Зольность, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Механическая прочность – содержание древесной пыли при истирании, %
Биотопливо из древесного сырья влажностью более 15%	0,5	7,5	1,26	2,5	1,5	2,8
	1,0	8,0	1,32	3,0	1,8	2,6
Биотопливо из древесного сырья влажностью более 20%	0,5	8,2	1,51	2,0	1,4	3,8
	1,0	7,8	1,56	1,8	1,5	3,6

При добавлении хлорида натрия, обладающего высокой температурной депрессией, в отходы фанерного производства после гидротермической обработки с влажностью 15–20% возможно получение твердого биотоплива с высокой формоустойчивостью, что подтверждается определением его прочностных свойств (таблица 2). При этом достигается значительное энергосбережение за счет сокращения времени сушки исходной древесной биомассы.

Список использованных источников

1. Соловьева Т. В., Хмызов И. А., Герман Н. А. Топливные гранулы на основе лиственной древесины: учеб.-метод. пособие. Минск: БГТУ, 2018. 86 с.

МАКУЛАТУРА, КАК ИСТОЧНИК НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.И. Прикатов, М.А. Лучкин

Студент направления 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология целлюлозно-бумажного производства», СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Ю.А. Амбросович

доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры Машины и аппараты промышленных технологий, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. Поскольку в настоящее время возрастает тенденция поиска путей решения экологической обстановки в стране и мире, то одним из таких шагов на пути формирования является правило культура обращения с мусором, в частности макулатурой.

Целью данного исследования является, показать возможность получения новых материалов из макулатуры, которые будут востребованы на рынке и в различных отраслях промышленности. Новые материалы должны соответствовать качественным показателям и по своим характеристикам не уступать оригинальным.

Ключевые слова: макулатура, размол, вторичное волокно

WASTE PAPER AS A SOURCE OF NEW MATERIALS

I.I. Prikatov, M.A. Luchkin

Student of the direction 18.03.01 Chemical technology, profile "Chemical technology of pulp and paper production", Reshetnev University, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: Yu. A. Ambrosovich

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machines and Apparatuses of Industrial Technologies, Reshetnev University, Krasnoyarsk

Annotation. Since at present there is an increasing tendency to find ways to solve the environmental situation in the country and the world, one of these steps towards the formation of a new culture of waste management, in particular waste paper.

The purpose of this study is to show the possibility of obtaining new materials from waste paper that will be in demand on the market and in various industries. New materials must meet the quality indicators and their characteristics are not inferior to the original ones.

Keywords: waste paper, grinding, secondary fiber

В настоящее время в России и в развитых странах широко используются бумажные изделия разного ассортимента и назначения. В результате этого, образуется значительное количество отходов производства в виде отпечатанной

бумаги, кипы картона, журналов и другие отходы которые сдаются на утилизацию.

Представляется целесообразным для улучшения экологического и энергетического кризиса усовершенствовать и развивать отрасль переработки вторичного бумажного производства. Внедрение на предприятиях оборудования и создание новых по переработке макулатуры позволит в какой-то степени снизить затраты на сырье.

Актуальность работы заключается в следующем, что многие организации выбрасывают макулатуру и не сдают ее в переработку из-за низкой закупочной стоимости на нее. Вовлечение в производственный процесс отходов, как собственного производства целлюлозно-бумажных предприятий, так и привлечение макулатуры со стороны позволит установить более высокие цены на прием вторичного бумажного сырья.

Целью исследований является, не только экономическая оценка эффективности использования, но и разработка на ее основе практических рекомендаций, применение которых обеспечит нахождение технологических и технических решений.

Из макулатуры выпускают не только бумагу, но и новые строительные материалы. В качестве основного направления введения новых технологий в процесс переработки вторичного бумажного сырья, выбран выпуск экологически чистых товаров, примерами которых могут быть различные теплоизоляционные материалы, состоящие из различного состава: макулатуры, полимеров, связующих и др.

Картон – является одним из не дорогих материалов, который хорошо поддается вторичной переработке и при должной организации достигается многократный возврат в экономический цикл использованной при производстве картона первичной целлюлозы, что существенно экономит материальные ресурсы производителей. Данный материал находится в большом количестве после его употребления, что является еще одним преимуществом при выборе компонента в композицию. Картон имеет много достоинств: дешевизна, имеет малый вес, имеет хорошие физические показатели [1].

Задача исследования стояла в подборе исходных материалов для получения нового экологически чистого и экономически выгодного строительного материала на основе макулатуры. Следующей задачей являлось, подбор соответствующего связующего для формирования изделий и проявление адгезионных свойств с выбранным исходным материалом. В свою очередь, имеется широкий ряд термопластичных и термореактивных связующих, но не все из них являются небезопасными при воздействии на организм человека, это учитывалось при выборе связующего. Таким образом, предлагаем связующие которые отвечают экологическим требованиям и возможностью использования

их в качестве связующих: малотоксичная карбомидоформальдегидная смола и клеи на их основе; акриловая смола; и т. п. За основу берем технологию получения плит ДВП сухим способом, требующие введение в измельченную древесину синтетических смол [1; 2]. В качестве исходного сырья использовали обычный двухслойный коробочный картон, который распускали в гидроразбивателе. Продолжительность разволокнения макулатуры в гидроразбивателе составляло 5–7 мин. Наибольшее значение для распущенной массы имеет диаметр волокна, который определяет не только гибкость, но и плотность упаковки волокон в плите. Влияние диаметра волокон на плотность их упаковки больше, чем длины; поэтому целесообразнее получать распущенную массу не за счет укорочения волокон, а за счет их утоньшения. Незначительное снижение толщины волокон распущенной массы будет способствовать лучшему их переплетению при выкладывании в формы, повышению сопротивления разрыву и особенно изгибу. Разволокнение макулатуры осуществляли при низкой (до 6 %) концентрации массы. В процессе размала в массу вводили малотоксичную карбомидоформальдегидную смолу, что позволяет придать материалу требуемые свойства. Количество добавляемой смолы варьировали от 5 до 30 % от а.с.в. Полученную композиционную массу укладывали в специально подготовленную форму – шаблон, изготовленный из металлического листа 30×30×5 см с вырезанными ячейками 5×5 см. В ячейки укладывали полученную композиционную волокнистую массы смешанную со смолой в гидроразбивателе. Далее осуществляли формирование ковра, это уплотнение и прессование. На этом этапе использовали специальное оборудование для производства ДВП, горячий форматный пресс, установленный на кафедре Композиционных материалов и древесиноведения. Прессование композиции проводили при высоких температурах (до 200 градусов) и при сильном давлении, которое выдерживалось в течение 1 минуты и затем постепенно снижается (с 6,5 до 1 МПа). Полученные образцы спрессованных изделий охлаждали при комнатной температуре в течение часа. К основным физическими свойствам, которыми характеризуются ДВП относятся: плотность, влажность, водопоглощение, разбухание, усадка, линейное удлинение, теплопроводность, звукопоглощение и др. Опираясь на литературные данные полученный образец армированного композиционного материала подвергали некоторым испытаниям для пригодности использования его в строительной промышленности. При определении проведения испытаний брали методики ссылаясь на литературу [3]. За эталон взяли показатели ДВП согласно ГОСТ 4598–86 [4] марки М2 (мягкие плиты), которые нашли широкое применение в малоэтажном строительстве для обустройства звукоизоляции, утепления и финишной отделки элементов здания. Сравнение приведем в таблице.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика

Наименование показателя	ДВП марки М2	Экспериментальный образец
1	2	3
Плотность, кг/м ²	200–350	200–300
Предел прочности при изгибе, МПа	1,1	7,5
Разбухание по толщине за 24 часа, %	Не нормируется	-
Влажность, %	Не нормируется	-
Водопоглощение за 2 часа, %	34	34
Водопоглощение за 24 часа, %	Не нормируется	38–73

Из таблицы видно, что физические показатели экспериментального образца не уступает по своим характеристикам ДВП марки М2, что позволяет не сомневаться и рекомендовать полученный экспериментальный образец в качестве строительного материала. Полученные данные позволяют далее продвигать и экспериментировать в данном направлении, так как этих данных не совсем достаточно. Использование макулатуры в производстве плит для строительства значительно экономит на затратах основного сырья; дает возможность создания использования вторичного сырья в виде макулатуры, что в свою очередь влияет на экологическую обстановку в стране.

Список использованных источников

- 1 Азаров В. И., Цветков В. Е. Технология связующих и полимерных материалов. М. : Лесная пром-ть, 1985. 216 с.
- 2 Технология механической (древесной) массы : метод. указания к выполнению курсовой работы студентами спец. 260300, специализации 260301 всех форм обучения / сост.: Н. В. Каретникова, А. В. Бывшев ; Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2004. 52 с.
- 3 Производство древесных плит : учебное пособие / М. А. Баяндин, А. И. Криворотова, В. Л. Соколов ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. 58 с.
4. ГОСТ 4598–86. Плиты древесноволокнистые. Технические условия (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

УДК 547.598.5:542.943

ГРНТИ 61.55.99

ОКИСЛЕНИЕ А-ПИНЕНА ЖИВИЧНОГО СКИПИДАРА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА, КАТАЛИЗИРУЕМОЕ СОЛЯМИ КОБАЛЬТА

А.А. Сосновская

ассистент кафедры химической переработки древесины, БГТУ, г. Минск,

Научный руководитель: В.Л. Флейшер

доцент, заведующий кафедрой химической переработки древесины,
БГТУ, г. Минск

Аннотация. Проведены исследования по применению катализаторов и каталитических систем для жидкофазного окисления α -пинена живичного скипидара кислородом воздуха. Установлено, что при применении катализаторов на основе кобальта, содержание терпеновых кислородсодержащих соединений увеличивается в ряду: стеарат кобальта (II) > резинат кобальта (II) > адипинат кобальта (II). Применение соокислителя, сокатализатора и комплексообразователя в среде ацетонитрила не оказали положительного эффекта из-за низкого содержания целевых продуктов реакции (3–5 мас. %).

Ключевые слова: окисление, α -пинен, вербенол, вербенон, 2,3-эпоксипинан, стеарат кобальта (II), терпеновые спирты.

ARTICLE TITLE OXIDATION OF α -PINENE GUM TURPENTINE BY ATMOSPHERIC OXYGEN CATALYZED BY COBALT SALTS

A.A. Sosnovskaya

Assistant of Department of Chemical Processing of Wood, BSTU, Minsk,

Scientific Supervisor: V.L. Fleisher

Assistant Professor, Head of Department of Chemical Processing of Wood, BSTU, Minsk

Annotation. Research has been carried out on the use of catalysts and catalytic systems for the liquid-phase oxidation of α -pinene of living oxygen turpentine. It was found that when using catalysts based on cobalt, the content of terpene oxygen-containing compounds increases in the following order: cobalt (II) stearate > cobalt (II) resinate > cobalt (II) adipate. The use of a co-oxidant, co-catalyst and complexing agent in an acetonitrile medium did not have a positive effect due to the low content of the target reaction products (3–5 wt. %).

Keywords: oxidation, α -pinene, verbenol, verbenon, 2,3-epoxypinane, cobalt (II) stearate, terpene alcohols.

Исследования по получению терпеновых кислородсодержащих соединений (2,3-эпоксипинан, вербенол, вербенон и др.) жидкофазным окислением α -пинена кислородом воздуха сводится к поиску эффективного катализатора или каталитической системы для повышения выхода и содержания конечных продуктов, увеличении селективности и подбору параметров процесса. Немало важную роль играет природа катализатора, каталитической системы и окислителя, поэтому при правильном выборе можно устранить основные недостатки процесса – низкое содержание терпеновых кислородсодержащих соединений, высокий выход полимеров и длительность процесса [1–3].

Нами проведены исследования по жидкофазному окислению α -пинена кислородом воздуха с применением в качестве катализатора солей кобальта (II), сокатализатора – бензилтриэтиламмония хлорида, и соокислителя – пероксида водорода (таблица 1). Качественный и количественный состав продуктов окисления определяли методом газожидкостной хроматографии. Условия хроматографического анализа: газовый хроматограф «Цвет-800» с пламенно-ионизационным детектором; колонка капиллярная кварцевая, длина – 30 м, внутренний диаметр – 0,25 мм; неподвижная фаза – VB-5 – 0,25 мкм; температура термостата колонки – 90–220°C, (90°C – 15 мин; подъем температуры – 2°C /мин, до 120°C; 120°C – 20 мин), испарителя – 220°C, детектора – 220°C, скорость газаносителя (азот) – 50 мл/мин, водорода – 22,2 мл/мин, воздуха – 220 мл/мин. Избыточное давление азота на входе в колонку равно 0,045 МПа.

Применение в качестве катализатора резината, адипината и стеарата кобальта (II), приводило к содержанию терпеновых кислородсодержащих соединений 6,76, 24,48 и 38,17 мас. % соответственно. Предполагалось, что резинат, из-за сродства к скипидару, будет лучше и быстрее растворяться в α -пинене, тем самым увеличивая скорость реакции. Однако его каталитическая активность оказалась ниже, чем у стеарата.

Были выдвинуты предположения, что наличие двух карбоксильных групп в адипиновой кислоте, замещенных на кобальт интенсифицирует процесс окисления за счет количества ионов кобальта в реакционной смеси. Полученные результаты опровергают данное предположение, поскольку содержание терпеновых кислородсодержащих соединений оказалось значительно низким (менее 7,0 мас. %). В связи с этим, по каталитической активности соли кобальта (II) можно расположить в следующем порядке: стеарат кобальта (II) > резинат кобальта (II) > адипинат кобальта (II).

Таблица 1 – Результаты исследования процесса жидкофазного окисления α -пинена живичного скипидара кислородом воздуха с применением катализатора, сокатализатора и соокислителя

Наименование реагентов	Конверсия α -пинена, мас. %	Сумма терпеновых кислородсодержащих соединений, мас. %	2,3-Эпоксипинан, мас. %	Вербенол, мас. %	Вербенон мас. %	Неидентифицированные кислородсодержащие соединения, мас. %	Селективность процесса (на непрореагировавший α -пинена), %
Стеарат кобальта (II)	38,13	38,17	6,59	11,10	11,40	9,08	62,99
Резинат кобальта (II)	27,84	24,48	11,81	6,92	5,75	4,80	34,62
Адипинат кобальта (II)	8,22	6,76	2,79	3,14	0,83	3,29	7,51
Стеарат кобальта (II)/NaOH (тв.)	29,19	26,84	13,62	8,16	5,06	3,77	38,67
Стеарат кобальта (II)/H ₂ O ₂ (18%)/бензилтриэтиламмоний хлорид	5,45	4,69	0,73	3,40	0,55	2,65	5,06
Стеарат кобальта (II)/H ₂ O ₂ (18%)/дибензо-18-краунэфир/MeCN	4,28	3,67	0,95	2,02	0,71	2,52	3,92

Примечание: α -пинен (42,80 г); соли кобальта (0,4 мас. %); H₂O₂ (18%-ный водный раствор) – 0,27 мас. %; бензилтриэтиламмоний хлорид (0,2 мас. %); дибензо-18-краунэфир (0,4 мас. %), MeCN (0,18 мас. %); T = 60–65°C; расход кислорода воздуха – 700 мл/мин; продолжительность – 5 ч.

Применение соокислителя (пероксида водорода), сокатализатора (бензилтриэтиламмония хлорида) и комплексообразователя (дибензо-18-краунэфира) в среде ацетонитрила (последний солюбилизует ионы металлов тем самым выступает в качестве катализатора межфазного переноса) не показали положительного эффекта, поскольку селективность процесса не превышала 6,0 %.

Список использованных источников

1. Кислицин А.Н., Клабукова И.Н., Трофимов А.Н. О химизме жидкофазного окисления α -пинена кислородом воздуха // Химия растит. сырья. 2004. №3. С. 109–116.
2. Эмануэль Н.М., Денисов Е.Т., Майзус З.К. Цепные реакции окисления углеводородов в жидкой фазе. М.: Наука, 1965. 375 с.

3. Lajunen M.K., Maunula T., Koskinen A.M.P. Co (II) Catalysed Oxidation of α -Pinene by Molecular Oxygen. Part 2. // Tetrachedron. 2000. V.5. P. 8167–8171.

УДК 676.16

ГРНТИ 66.45.31

ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОДУКТА ИЗ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПИНАМБУРА

В. С. Федоров, О. О. Мамаева

младший научный сотрудник научной лаборатории

«Глубокой переработки растительного сырья», СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Т. В. Рязанова

профессор, доктор технических наук, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В настоящее время отечественная промышленность испытывает дефицит качественного сырья для производства целлюлозы. Одним из перспективных видов возобновляемого растительного сырья может являться вегетативная часть топинамбура или земляная груша, которая в настоящее время не нашла рационального использования. В работе показан метод проведения процесса делигнификации, с применением пероксида водорода в среде уксусная кислота – вода, который является экологически чистым способом, по сравнению с традиционными методами варки.

Ключевые слова: топинамбур, вегетативная часть топинамбура, делигнификация, экстракция, лигнин, целлюлоза.

OBTAINING A CELLULOSE PRODUCT FROM THE VEGETATIVE PART OF JERUSALEM ARTICHOKE

V. S. Fedorov, O. O. Mamaeva

Junior researcher of the scientific laboratory "Deep processing of plant raw materials»

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Scientific Supervisor: T. V. Ryazanova

Professor, Doctor of Technical Sciences, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Annotation. Currently, the domestic industry is experiencing a shortage of high-quality raw materials for the production of celluloses. One of the promising types of renewable plant raw materials can be the vegetative part of jerusalem artichoke or ground pear, which has not yet found rational use. The paper shows a method for conducting the delignification process, using hydrogen peroxide in the acetic acid –

water medium, which is an environmentally friendly method, compared to traditional cooking methods.

Keywords: *jerusalem artichoke, vegetative part of Jerusalem artichoke, delignification, extraction, lignin, cellulose.*

Среди основных задач, стоящих перед современной промышленностью особое значение, приобретает рациональное использование природных ресурсов и создание технологий получения ценной товарной продукции с одновременной переработкой отходов с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.

Применение быстро возобновляемого сырья является одним из перспективных направлений в области химической промышленности. На данном этапе это возможно за счет внедрения в технологический процесс новых нетрадиционных видов сырья, технологических приемов его переработки, приводящих к максимально возможному выходу готовых продуктов.

Одним из наиболее перспективных видов сырья для биотехнологической переработки может являться топинамбур, особенно его вегетативная часть.

Топинамбур – многолетнее крупнотравяное растение семейства астровые, живет ряд лет за счет зимующих в почве клубней. В силу экологической пластичности топинамбур произрастает в различных регионах нашей страны и мира. Возделывание топинамбура является экономически выгодным, особенно при двух – пятилетнем использовании плантаций и соблюдении агротехники. При использовании вегетативной части, не требуются затраты на посадку клубней, которые на следующий год дадут новую продукцию [1].

Топинамбур характеризуется неограниченными возможностями многоцелевого назначения – на пищевые, кормовые, технические, лекарственные и экологические цели.

Химический состав вегетативной части топинамбура, изученный сотрудниками кафедры химической технологии древесины и биотехнологии СибГУ им. М. Ф. Решетнева[2-4] позволяет рекомендовать его в качестве сырья для химической переработки с получением целлюлозы с использованием органосольвентной варки в среде « $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ » с образованием надуксусных кислот, что является экологически безопасным способом проведения процесса делигнификации [5].

Объектом исследования являлась вегетативная часть топинамбура сорта «Интерес», собранная в окрестностях г. Красноярска. Исследования химического состава проводили по методикам, принятым в химии растительного сырья, в определенной последовательности [6, 7]. Содержание основных компонентов (легко- и трудногидролизуемые полисахариды, лигнин и целлюлоза) определяли в остатке после экстракции. Содержание лигнина

проводили, путем обработки навески 72 % серной кислотой в модификации Комарова, количество целлюлозы определяли азотно-спиртовым методом.

Для проведения процесса делигнификации, преимущественно использовать послеэкстракционный остаток. Экстракцию проводят с применением дикарбоновых кислот с целью выделения пектиновых веществ. [8]. Твердый сухой осадок подвергают делигнификации. В качестве делигнифицирующего раствора используется перекись водорода в среде уксусной кислоты – воды (в одном литре раствора содержится 28,0 % перекиси водорода, 26,0 % уксусной кислоты «ледяной», 46,0 % воды дистиллированной). На первой стадии процесс проводят в течение 2,5 ч при температуре 90-96 °С, с жидкостным модулем 15, в качестве катализатора используют концентрированную H_2SO_4 в количестве 1% от объема варочного раствора. Рекомендуется делигнифицирующий раствор подвергать выдержке не менее 24 ч для образования надуксусной кислоты. Экспериментально установлено, что надуксусная кислота обладает большей делигнифицирующей способностью, о чем свидетельствует более низкое остаточное (следовое) содержание лигнина в полученной целлюлозе. Для очистки и промывки пероксидной целлюлозы проводят вторую стадию делигнификации с ГМ=15 в течение 1,0 ч. После этого реакционную смесь разделяют методом фильтрации. Пероксидную целлюлозу далее сушат. Выход получаемого продукта составляет 40 – 45 %. Отработанный варочный (делигнифицирующий раствор) может быть использован повторно после доведения его до равновесной концентрации исходными компонентами (уксусная кислота и перекись водорода) [9]. Целлюлоза, полученная путем органосольвентной варки, широко используется в настоящее время. Широкое применение обуславливается в первую очередь безопасностью для экологии, а также чистотой и белённостью целлюлозного продукта [10]. Так же перспективным является получение КМЦ и микрокристаллической целлюлозы (МКЦ). МКЦ широко используется в качестве биологически активной добавки, наполнителя и стабилизатора лекарственных препаратов, для изготовления диетических продуктов и кондитерских изделий, производства воднолатексных эмульсий и красок и во многих других областях.

Таким образом, применение недревесного сырья, а именно вегетативной части топинамбура, позволяет получить целлюлозу разного качества, которая находит широкое применение не только в лабораторных исследованиях, но и в промышленных масштабах.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (Номер темы FEFE-2020-0016).

1. Бородачев, М. Н. Редкие и лекарственные растения в садах Подмосковья. Москва: Всероссийское общество охраны природы, 1988. – 253 с.
2. Дорофеева, Л. А. Исследование вегетативной части топинамбура. Часть 2. Оптимизация процесса выделения целлюлозы // Химия растительного сырья. – 1998. – № 2. – С. 59-62.
3. Дорофеева Л. А., Ким Н. Ю., Рязанова Т. В., Чупрова Н. А. Исследование вегетативной части топинамбура. Часть 1. Оптимизация процесса получения экстрактов из вегетативной части топинамбура // Химия растительного сырья. – 1998. – № 2. – С. 53-57.
4. Шалина Ж. В., Богданов А. В., Рязанова Т. В., Чупрова Н. А. Углеводы вегетативной части топинамбура // Проблемы химико-лесного комплекса : сб. тез. докл. науч.- практ. конф. – Красноярск, 1995. – Ч. 2. – с. 63.
5. Рязанова Т.В., Федоров В. С., Харьянова Е. В.. Получение целлюлозы из вегетативной части топинамбура Всероссийская Научно-практич. Конференция «Лесной и химический комплексы – Проблемы и решения» 9 сентября 2019. Красноярск, СибГУ им. М.Ф. Решетнева С. 300-302.
6. Рязанова Т.В. Химия древесины: учебное пособие в 2-х частях / Т.В. Рязанова, Н.А. Чупрова, Е.В. Исаева– Красноярск: СибГТУ, 2011. – 389 с.
7. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. Москва, 1991. 320 с.
8. Федоров В. С., Рязанова Т.В. Получение пектиновых веществ из вегетативной части топинамбура Всероссийская Научно-практич. Конференция «Лесной и химический комплексы – Проблемы и решения» 18-19 сентября 2020. Красноярск, СибГУ им. М.Ф. Решетнева т. С. 303-305.
9. Вураско, А. В., Минакова А. Р., Симонова Е. И. Рекуперация отработанных варочных растворов при окислительно-органо-сольвентных варках недревесного растительного сырья // Химия растительного сырья. – 2019. – № 3. – С. 277-284.
10. Рязанова Т.В., Федоров В.С., Харьянова Е.В., Лоскутов С.Р., Курникова А. В. Пероксидная делигнификация вегетативной части топинамбура в среде уксусная кислота – вода// Химия растительного сырья. 2020. №4. С. 351–358.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

Д.Д. Хващевская

студент специальности/направления 532210.23.03.01., КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: Н.Г. Чистова

профессор, доктор технических наук, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье рассмотрены процессы механизации погрузочно-разгрузочных работ и разработаны направления совершенствования этих процессов. В результате определены основные перспективные направления в разработке мероприятий по улучшению технологических процессов погрузочно-разгрузочных и складских работ. Целью данной работы является анализ процесса механизации погрузочно-разгрузочных работ и разработка направлений его совершенствования. Серьезной проблемой погрузочных, разгрузочных и складских работ являются большие простои.

Ключевые слова: вагоны, механизация, простой, погрузочно-разгрузочные работы.

IMPROVEMENT OF LOADING AND UNLOADING OPERATIONS OF FOREST CARGO

D. D. Khvashchevskaya

*student of specialty / direction 532210.23.03.01., Doctor of Technical Sciences Professor,
Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,
Krasnoyarsk*

Scientific supervisor: N.H. Chistova,

*Professor, Doctor of Technical Sciences, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of
Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk*

Annotation: In this article, the processes of mechanization of loading and unloading operations are considered and directions for improving these processes are developed. As a result, the main promising directions in the development of measures to improve the technological processes of loading and unloading and storage operations were identified. The purpose of this work is to analyze the process of mechanization of loading and unloading operations and to develop directions for its improvement. A serious problem of loading, unloading and storage operations is large downtime.

Keywords: wagons, mechanization, idle time, loading and unloading operations.

Современные предприятия, закупочные компании, оптовые компании отдают приоритет оптимизации погрузочно-разгрузочных работ. Одним из

приоритетных направлений совершенствования процесса является механизация погрузочно-разгрузочных работ, а также оценка её эффективности. Действительно, в представленной области существует ряд проблем, таких как недостаточный объем свободных оборотных средств, в результате чего предприятия не могут приобретать оборудование, модернизировать логистический процесс, что значительно снижает эффективность процесса. Поэтому актуальным является рассмотрение и анализ механизации погрузочно-разгрузочных работ и определение экономической эффективности механизации данного участка.

Актуальность рассматриваемой темы заключается в эффективном использовании транспортных средств, погрузочно-разгрузочных механизмов и трудовых ресурсов, достигаемых за счет разработки технологического процесса с учетом достигнутого развития обработки грузов передовыми бригадами, эффективных методов подготовки упаковок и укладки грузов; технических характеристик малой механизации, дальности транспортировки и др.

Целью данной работы является анализ процесса механизации погрузочно-разгрузочных работ и разработка направлений его совершенствования.

В связи с этой целью необходимо выполнить следующие задачи:

1. Рассмотреть управление погрузочно-разгрузочными работами на предприятии.
2. Рассмотреть понятие складских работ, их виды и их оценку механизации.
3. Провести организационно-экономический анализ объекта исследования станции «Е».
4. Раскрыть положительные стороны и недостатки организации погрузочно-разгрузочных и складских работ на исследуемом предприятии.

Лесной груз распределяется по видам – хвойным (сосна, ель, кедр, пихта) и лиственным (дуб, береза, осина, липа, грецкий орех, тополь, ольха, вяз). Они различаются на круглую древесину, пиломатериалы, шпалы, заготовки и изделия из древесины. Круглый лес включает в себя: бревна, мосты, столбы и т.д., полученные в результате обрезки стволов деревьев, правильной обработки концов и ветвей. По способу обработки различают два вида: обрезной и необрезной.

Существует два наиболее часто используемых типа вагонов, которые подходят для перевозки лесных грузов по железной дороге. В результате осуществляется транспортировка древесины:

– полувагоны – это особый тип вагонов, в которые можно загружать сыпучие и штучные грузы, для которых не нужно создавать особых условий для защиты от воздействий окружающей среды;

– платформами – специальные железнодорожные конструкции, которые предназначены для перевозки длинномерного груза.

Погрузочно-разгрузочные работы являются одним из самых сложных и трудоемких производственных процессов. Процесс загрузки состоит из основных и вспомогательных операций.



Рисунок 1 – Содержание погрузочно-разгрузочных работ

Вид перевозимой продукции – пиломатериалы. Погрузка осуществляется козловым краном. Объем производства составляет около 1000 м³ в месяц. Перевозка пиломатериалов на станции "Е" осуществляется только на железнодорожных платформах модели 13-4012-06 и аналогичных. Способы погрузки грузов в вагоны и способы их закрепления регулируются "Техническими условиями погрузки и закрепления грузов".

Серьезной проблемой погрузочных, разгрузочных и складских работ на исследуемом предприятии являются достаточно большие простои.

Чтобы уменьшить этот негативный фактор в работе, предлагается несколько возможных решений проблемы. Возможно, для повышения эффективности погрузки добавить в команду еще двух (третьего и четвертого) стропальщиков. Благодаря этой мере планируется минимизировать время простоя на станции "Е". Следующее предложение – добавить специальные грузовые поезда. Этот

метод, вероятно, увеличит пропускную способность линий и ускорит оборот подвижного состава.

В целях сокращения сроков доставки грузов, сокращения сортировочных работ и повышения производительности вагонов необходимо стремиться к наибольшей маршрутизации движения вагонов, избегая простоев вагонов при накоплении и обработке, интенсивно использовать сортировочные устройства и маневровые средства, снижать стоимость перевозок.

Важным фактором, влияющим на качество погрузки и время погрузки, является качество получаемого пиломатериала. В первую очередь это связано с требованиями к технологии погрузки пиломатериалов на платформы.

Уровень механизации погрузочно-разгрузочного процесса является основным количественным показателем механизации. Основная задача которого позволит сравнить состояние механизации на разных участках одного объекта или на разных объектах и тем самым определить пути ее дальнейшего развития в каждом конкретном случае. Уровень механизации определяется по формуле:

$$Y_{\text{мп-р}} = \frac{Q_{\text{м}}}{Q_{\text{о}}} \times 100$$

где $Y_{\text{мп-р}}$ – уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ данного объекта;

$Q_{\text{м}}$ – объем работ, выполненных механизированным способом;

$Q_{\text{о}}$ – общий объем выполненных работ, в том числе механизированных и немеханизированных.

Этот показатель может быть использован как для определения уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ, так и отдельных ее операций.

Показатель уровня механизации труда выражается отношением механизированных затрат труда (человеко-час) к общему объему затрат труда, в том числе механизированных и немеханизированных:

$$Y_{\text{мр}} = \frac{Z_{\text{м}}}{Z_{\text{о}}} \times 100$$

где $Y_{\text{мр}}$ – уровень механизации работ на данной предприятии;

$Z_{\text{м}}$ – трудозатраты механизированные;

$Z_{\text{о}}$ – трудозатраты общие.

В целях повышения эффективности погрузки и разгрузки лесных грузов и, в частности, пиломатериалов, в статье анализируется процесс механизации погрузочно-разгрузочных работ и его эффективность; рассматриваются вопросы управления данным видом работ, оценивается уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ; дается организационно-экономическая характеристика погрузочно-разгрузочных работ на примере предприятия "Е"; определены основные перспективные направления в разработке мероприятий по

совершенствованию технологических процессов погрузочных, разгрузочных и складских операций.

Список используемых источников

1. <https://www.dissercat.com/content/covershenstvovanie-tekhnologii-uskorennykh-gruzovykh-perevozok-zheleznodorozhnym-transportom>
2. <https://andreynoak.ru/transportirovka/otgruzka-pilomaterialov/>
3. https://studwood.ru/1704438/tehnika/tehnologiya_vypolneniya_pilomaterialov
4. <https://econom-trans.ru/zd/perevozka-lesa-lesomaterialov-zheleznodorozhnym-transportom.html>

УДК 656.025

ГРНТИ 73.29.51

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПЕРЕВОЗОК ОПАСНЫХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

И.С. Цибулько

Студент направления 23.03.01 Технология транспортных процессов, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Научный руководитель: Н. Г. Чистова

д-р техн. наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье показана классификация опасных грузов и веществ, их влияние на окружающую среду, а также документация и сопровождение при их перевозке. Опасные грузы – это вещества, при перевозке которых можно нанести вред здоровью людей и их жизни, окружающей среде и материальным благам. Для их законной транспортировки понадобятся документы, которые представлены в статье.

Ключевые слова. Опасные грузы, влияние, сопровождение, документы.

SAFETY AND ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS BY RAIL

I. S. Tsybulko

Student of the direction 23.03.01 Technology of transport processes, KRIZHT IRGUPS, Krasnoyarsk

Scientific supervisor: N. G. Chistova,

Doctor of Technical Sciences, Professor, KRIZHT IRGUPS, Krasnoyarsk

Annotation. This article shows the classification of dangerous goods and substances, their impact on the environment, as well as documentation and support during their transportation. Dangerous goods are substances that can cause harm to the health of people and their lives, the environment and material goods. For their legal transportation, you will need the documents that are presented in the article.

Keywords. Dangerous goods, influence, escort, documents.

Опасные грузы – это вещества, при перевозке которых можно нанести вред здоровью людей и их жизни, окружающей среде и материальным благам. Классификация опасных грузов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация опасных грузов

Номер		Наименование подкласса
класса	Под- класса	
1	1.1	Взрывчатые субстанции с опасностью взрыва массой
	1.2	Взрывчатые субстанции, не взрывающиеся массой
	1.3	Взрывчатые вещества пожароопасные, не взрывающиеся массой
	1.4	Взрывчатые вещества, не представляющие значительной опасности
	1.5	Очень нечувствительные взрывчатые изделия
	1.6	Материалы чрезвычайно низкой чувствительности
2	2.1	Невоспламеняющиеся неядовитые газы
	2.2	Ядовитые газы
	2.3	Воспламеняющиеся (горючие) газы
	2.4	Ядовитые и воспламеняющиеся газы
3	3.1	Легковоспламеняющиеся жидкости с температурой возгорания менее минус 18 °С в закрытом тигле
	3.2	Легковоспламеняющиеся жидкости с температурой возгорания не менее минус 18 °С, но менее 23 °С в закрытом тигле
	3.3	Легковоспламеняющиеся жидкости с температурой возгорания не менее 23 °С, но не более 61 °С в закрытом тигле
4	4.1	Легковоспламеняющиеся твердые вещества
	4.2	Самовозгорающиеся вещества
	4.3	Вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой
5	5.1	Окисляющие вещества
	5.2	Органические пероксиды
6	6.1	Ядовитые субстанции
	6.2	Инфекционные вещества
7	-	Радиоактивные материалы на подклассы не разделены

Номер		Наименование подкласса
класса	Под- класса	
8	8.1	Едкие и коррозионные вещества, обладающие кислотными свойствами
	8.2	Едкие и (или) коррозионные вещества, обладающие основными свойствами
	8.3	Разные едкие и (или) коррозионные вещества
9	9.1	Грузы, не отнесенные к классам 1-8
	9.2	Грузы, опасность которых проявляется при их транспортировании навалом с помощью водного транспорта

На долю железнодорожного транспорта приходится 85% общего грузооборота Российской Федерации. На рисунке показана гистограмма объема грузов, перевезенных железнодорожным транспортом за год.

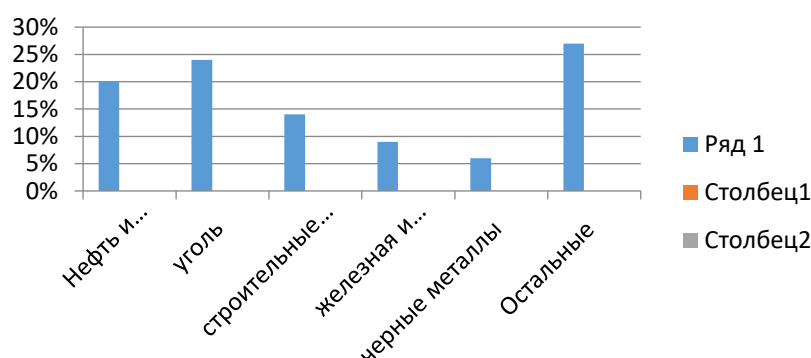


Рисунок 1 - Гистограмма объёмов перевозимых грузов железной дорогой за год

Опасные грузы и вещества перевозятся в различных цистернах, контейнерах и вагонах. Вагоны должны быть проверены на исправность перед погрузкой, чтобы убедиться, что они готовы к транспортировке. При необходимости на вагонах должны присутствовать специальные устройства для крепления груза. На автомобиле обязательно должна быть нанесена специальная маркировка, соответствующая перевозимому грузу.

Для их законной транспортировки понадобятся следующие документы:

– Лицензия. Для его получения необходимо обратиться в Департамент государственного железнодорожного надзора и представить следующие документы: заявление, уставные документы транспортной компании, договор, подтверждающий право собственности на железнодорожный поезд.

– Разрешение Министерства транспорта Российской Федерации. Для получения этого разрешения необходимо обратиться в департамент

Министерства транспорта и предоставить следующие документы: маршрут, лицензию, документы на подвижной состав и многое другое.

– Накладная. Этот документ заполняется транспортной компанией, в нем содержится основная информация о грузе. В этом документе необходимо уточнить тот факт, что перевозимый груз является опасным. Также необходимо указать следующую информацию: код опасности груза, наименование груза, номер ООН, номер карточки экстренной помощи и так далее.

– Разрешение руководства станции. Также грузоперевозчику необходимо получить разрешение от руководства станции, где будет производиться выгрузка и погрузка грузов. Для получения разрешения необходимо написать заявление, приложить документы (перечисленные выше) и отправить их менеджеру станции. Разрешение должно быть получено не менее чем за 1 день до погрузки и прибытия подвижного состава на станцию.

Чтобы получить один или несколько из перечисленных документов, вы должны связаться с менеджером станции, где будут загружены опасные грузы и/или вещества, чтобы он запланировал проверку для получения этих документов.

Разрешение МВД, оформляется если осуществляется перевозка особо опасного груза. Чтобы его получить, нужно обратиться в отделение МВД и предоставить: заявление, лицензия на груз, разрешение МинТранс РФ.

Документы, подтверждающие личность и правовой статус лиц, которые будут сопровождать груз: паспорт, удостоверение сопровождающего лица и так далее.

Требования и организация сопровождения грузов

В случае перевозки газов сопровождение груза обязательно и осуществляется в соответствии со следующими правилами:

– Возраст каждого сопровождающего лица должен быть не менее 21 года, а стаж работы - не менее 3 лет. Перед каждой перевозкой сопровождающее лицо проходит медицинское освидетельствование. Все сопровождающие лица должны пройти специальные курсы подготовки.

– Кроме того, сопровождающие лица должны проходить обучение не реже одного раза в 5 лет, чтобы подтвердить свой профессионализм. Все сопровождающие должны иметь соответствующую униформу.

– Так же им выдаются специальный материал и оборудование на случай аварии. Перед транспортировкой сопровождающие лица должны пройти инструктаж по технике безопасности. Им нужно напомнить о том, что делать в случае аварии.

Вывод. В статье выполнен анализ объемов и видов грузов, перевозимых на железнодорожном транспорте, а также выполнена оценка опасных грузов по

классу опасности, обозначающих классы опасности, выполнен анализ по условиям перевозок опасных грузов, по их сопровождению. На основании выполненного в работе анализа предложен ряд мероприятий, позволяющий обеспечить более высокую эффективность обеспечения безопасности и экологичности перевозок опасных грузов первого и второго класса железнодорожным транспортом.

Список использованных источников

1. Классификация опасных грузов и их характеристики.
https://sttlogistics.ru/information/obshchaya-informatsiya/opasnye_gruzy/klassifikatsiya-opasnykh-gruzov-i-ikh-kharakteristiki/
2. Правила перевозки опасных грузов | TRANS.RU.
<https://trans.ru/education/spravochnik-logista/pravila-perevozki-opasnykh-gruzov>
3. 1.5. Сопровождение опасных грузов Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (утв. СЖТ СНГ, протокол от 05.04.1996 N 15) (ред. от 19.05.2017).
<https://sudact.ru/law/pravila-perevozok-opasnykh-gruzov-po-zheleznym-dorogam/pravila-perevozok-opasnykh-gruzov-po/glava-1/1.5/>
4. Перевозка опасных грузов железнодорожным транспортом.
<https://expadr.ru/baza-znaniy/organizatsiya-perevozok/soprovozhdenie-gruzov>

УДК 674.817-41.05

ГРНТИ 66.35.41

АНАЛИЗ ВОДООБОРОТА В ЦЕХЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДВП МОКРЫМ СПОСОБОМ

В.С. Чупина, И.Р. Лапин

Специальность 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», СибГУ им. М.Ф.

Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Н.Г. Чистова

д-р. техн. наук, профессор, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье приведен анализ водооборота в цехе по производству древесноволокнистых плит мокрым способом. Приведены результаты замеров расхода воды по участкам и характеристика сточных вод цеха ДВП на различных участках технологического процесса. Произведена оценка состава подпрессовых стоков, а также стоков, возвращающихся с локальных очистных сооружений.

Ключевые слова: мокрый способ производства ДВП, водооборот, концентрация.

ANALYSIS OF WATER CIRCULATION IN THE WORKSHOP FOR PRODUCING FIBERBOARD WET METHOD

V.S. Chupina, I.R. Lapin

Specialty 15.03.02 "Technological machines and equipment", Siberian State University named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

Scientific adviser: N.G. Chistova

D. T. S., Professor, KrizhT, branch of IrGUPS, Krasnoyarsk

Annotation. This article presents an analysis of the water turnover in the workshop for the production of wood-fiber boards by wet method. The results of measuring the water flow rate by sections and the characteristics of the waste water of the fibreboard shop at various sections of the technological process are presented. The composition of the pre-pressure effluents, as well as the effluents returning from local treatment facilities, was evaluated.

Keywords: wet method of fiberboard production, water circulation, garbage.

На производство одной тонны древесноволокнистых плит (ДВП) требуется в среднем 30 м³ чистой воды, для этого на заводе ДВП АО «Лесосибирский ЛДК №1» водозабор производится из реки Енисей. Нами был проведён анализ водопотребления цеха ДВП, были выполнены замеры расхода свежей воды, поступающей на технические нужды, с помощью портативного ультразвукового расходомера фирмы ESiFlo с накладными датчиками (модель 4000 Series). Результаты замеров расхода воды по участкам технологического процесса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров расхода воды по участкам

Наименование участка	Водопотребление, м ³ /ч	Водоотведение, м ³ /ч
1. Техническая вода общая:	272,87	-
в т.ч. - без размольного участка	243,57	-
- на вакуум-насосы	11,1	-
- на размольный участок	29,3	-
2. Обратная вода (общая)	481,6	-
- обратная (на размольный участок)	235,8	-
- обратная (на отливные)	245,8	-
3. На пожарные нужды	12,1	-
4. Сброс с отливных машин:	-	329,9
5. Сброс с прессов:	-	2,86

Большая часть воды требуется для подпитки бака циркуляционной водой отделения подготовки щепы, гидромойки щепы, размольного участка, спрысков

пенегашения в напуском ящике и регистровой части, горячего гидравлического пресса, а также для бытовых и технологических нужд цеха. Схема расхода воды представлена на рисунке 1.

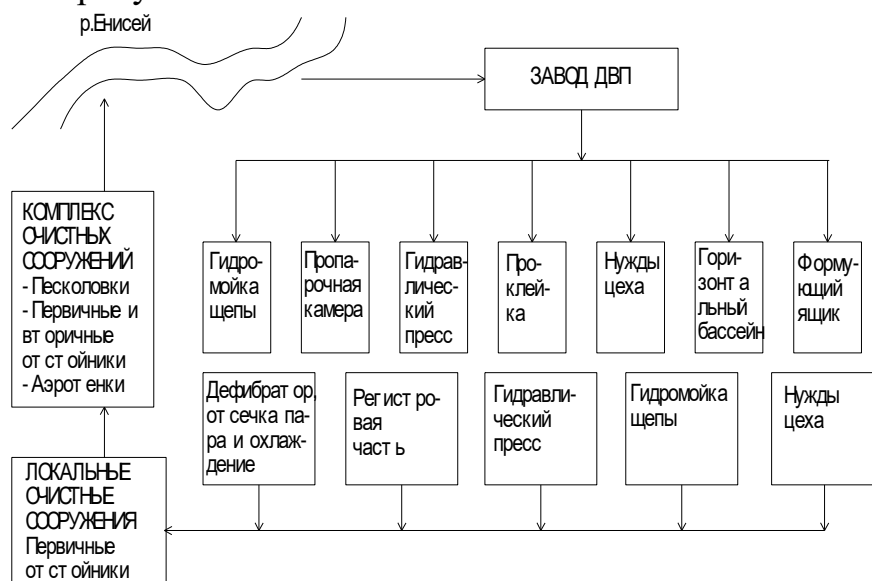


Рисунок 1 – Схема расхода воды на участках технологического процесса

В технологическом процессе существует три волокносодержащих стока: «пробковая» вода от дефибратора в количестве 21,3 м³/ч с концентрацией 0,11%; из баков оборотной воды отливочных машин в количестве 287 м³/ч с концентрацией 0,07; отжимная вода от горячих прессов в количестве 3 м³/ч, которая уходит в канализацию и поступает на комплекс очистных сооружений (КОС); оборотная вода, необходимая для разбавления массы в отдельных фазах технологического процесса, находится в бассейне оборотной воды.

Стоки воды с завода ДВП поступают на локально очистные сооружения (ЛОС). Там они переливаются в два радиальных отстойника через распределительное устройство. Осаждение взвешенных частиц происходит в течении 1,5 часов [1]. Осадок, который накопился в отстойнике, собирается посредством вращающегося скребка и возвращается в цех ДВП. При этом способе очистке возвращается только 1-1,5 % от всей массы волокна, которое поступило на отчистку с водой. С локально очистных сооружений, вместе с волокном, возвращается также грязь, жировая пленка, слизь, что негативно сказывается на физико-механических свойствах готовых ДВП.

После очистки в первичных отстойниках сточная вода поступает на КОС, расчетная производительность которых составляет 18 тыс. м³/сутки. Очистка состоит из нескольких этапов: отстаивание, химическая очистка и биологическая очистка. Стоки, поступающие с цеха ДВП - это одна из самых важных и труднорешаемых задач КОС, так как они сложны и разнообразны по своему химическому составу. В основном, проблему для биологической очистки

представляют содержащиеся в сточной воде древесные волокна, поэтому возможность улавливания древесного волокна из оборотной воды позволит КОС работать в оптимальном режиме, а также исключит промежуточную очистку стоков на ЛОС [2].

В работе была произведена оценка состава подпрессовых стоков, а также стоков, возвращающихся с ЛОС и перелив оборотной воды. Результаты оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика сточных вод цеха ДВП

Участки отбора проб	Концентрация веществ в сточной воде, мг/л					
	Летучие фенолы					
Сброс на ЛОС	0,15	0,136	0,091	0,105	0,102	0,103
Возврат на ЛОС	0,11	0,136	0,171	0,809	0,603	0,523
Перелив оборотной воды	0,15	0,129	0,122	0,076	0,12	0,106
Слив с пресса	0,461	0,31	0,294	0,306	0,373	0,347
	Формальдегид					
Сброс на ЛОС	0,56	0,7	0,09	0,09	0,44	0,37
Возврат на ЛОС	0,5	0,7	0,43	1,07	0,95	0,86
Перелив оборотной воды	0,78	0,7	0,55	0,21	0,76	0,68
Слив с пресса	1,07	1,08	0,79	1,33	1,47	1,43
	Взвешенные вещества					
Сброс на ЛОС	3000	1180	2678	3928	3650	3457
Возврат на ЛОС	800	500	7986	2877	3145	3658
Перелив оборотной воды	3000	2190	2009	2941	2026	1935
Слив с пресса	395	1200	5290	1900	1826	3368

Проанализировав состав сточной воды на некоторых участках технологического процесса, можно сделать вывод, что в подпрессных водах содержится намного меньше древесного волокна, чем в оборотной воде. Из таблицы 2 видно, что сточные воды загрязнены растворенной органикой неравномерно, имеются резкие перепады концентрации фенола и формальдегида в воде.

Таким образом, в результате проведенных исследований водооборота производства ДВП и загрязненности образующихся сточных вод можно сделать вывод, что до настоящего времени вопросу эффективного улавливания и возврата древесного волокна, а также водоочистке и замкнутому водоснабжению цеха ДВП на предприятии должного внимания не уделялось. Решив данный вопрос, предприятие могло бы значительно сократить удельный расход электроэнергии, химикатов, воды, затрат живого и общественного труда на изготовление древесной массы. Максимальное использование вторичного волокна имеет большое экологическое значение в связи с сохранением лесных

массивов, санитарной очисткой полигонов хранения отходов производства ДВП, подвергающихся гниению и засоряющих подземные воды, почву и атмосферу.

Список использованных источников

1. Петрушева Н.А. Подготовка вторичного волокна при производстве древесноволокнистых плит мокрым способом // Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – Красноярск, 2003. – 115 с.:
2. Рубинская А.В., Чистова Н.Г. Совершенствование очистки сточных вод в производстве ДВП //Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. научн. трудов. Выпуск 16. – Брянск. -2006. с. 84-85.

УДК 676.022.44

ГРНТИ 66.45.31

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНОГО ВОЛОКНА, УЛОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ

В.С. Чупина, И.Р. Лапин

Специальность 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск,

Научный руководитель: В.Н. Матыгулина

канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, СибГУ имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. В настоящей работе приведено исследование качественных показателей древесного волокна, уловленного методом флотации. Получены математические модели, устанавливающие зависимости показателей уловленного древесного волокна, степени помола и фракционного показателя размола от концентрации мелкого волокна. Обоснована эффективность использования метода напорной флотации в производстве древесноволокнистых плит мокрым способом.

Ключевые слова: древесноволокнистые плиты, флотация, древесное волокно, очистка сточных вод, степень помола, фракционный показатель древесного волокна.

STUDY OF QUALITATIVE INDICATORS OF WOOD FIBER CAPTURED BY THE FLOTATION METHOD

V.S. Chupina, I.R. Lapin

Specialty 15.03.02 "Technological machines and equipment", Siberian State University named after MF Reshetnev, Krasnoyarsk,

Scientific adviser: V.N. Matygulina

Ph.D., Senior Researcher, Siberian State University named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

Annotation. *quality indicators of wood fiber caught by flotation. Mathematical models are obtained that establish the dependence of the indicators of the captured wood fiber, the degree of grinding and the fractional index of grinding on the concentration of fine fiber. The efficiency of using the pressure flotation method in the production of wood-fiber boards by wet method is proved. Keywords: fibreboard, flotation, wood fiber, waste water treatment, degree of grinding, fractional index of wood fiber.*

Производство древесноволокнистых плит (ДВП) характеризуется большим потреблением воды, в результате в технологическом процессе образуются загрязнённые сточные воды. Перед сбросом в водоем сточные воды проходят очистку на существующих очистных сооружениях. Продукты деструкции древесины вместе с добавками, используемыми в композиции ДВП, попадая в воду, образуют сложную дисперсную систему, тем самым создавая трудности в дальнейшей очистке стоков данного производства [1].

Значительное содержание в сточных водах разнообразных видов высокомолекулярных соединений при относительно малом количестве тяжелых примесей предопределяет эффективность использования методов адсорбционно-пузырькового разделения (АПР). Флотация - один из видов АПР, основанный на формировании всплывающих агломератов загрязнений с диспергированной газовой фазой (флотокомплексов) и последующим их отделением в виде концентрированного пенного продукта (флотошлама) [2].

Из известных способов флотации большее распространение при улавливании волокон из сточных вод и их очистки в целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности получил метод напорной флотации. В основе флотации древесных волокон лежит процесс избирательного смачивания, т.е. закрепление частицы на поверхности пузырька это характеризуется понятиями физикохимии поверхностных явлений, таких как гидрофобность, гидрофильность, краевой угол смачивания, трехфазный периметр смачивания, гидрофобизация [3].

Используя метод флотации для очистки оборотной воды в производстве ДВП, происходит образование шлама, который состоит из древесных волокон, его необходимо либо утилизировать, либо вернуть в основную композицию.

В настоящей работе были проведены исследования по изучению возможностей использования осадка, образующегося при флотационной очистке оборотных вод производства ДВП. Для этого были проведены эксперименты, в

результате которых были оценены качественные показатели уловленного волокна, определены его степень помола и фракционный показатель размола.

Показатели качества уловленного древесного волокна согласно действующим стандартам определялись в лаборатории кафедры МАПТ СибГУ имени М.Ф. Решетнева. Степень помола древесноволокнистой массы осуществлялась при помощи прибора «Дефибратор-секунда», принцип действия которого основан на определении скорости обезвоживания массы в единицу времени. Важная характеристика, которая определяет качество полученного волокна – фракционирование (разделение волокон по их размерам). Фракционный состав древесноволокнистой массы определялся посредством прибора «Дефибратор-54», применялись сита с отверстиями 1,0; 0,63; 0,4; 0,315; 0,2; 0,16 мм для фракционирования крупной фракции, сита с отверстиями 0,4; 0,135; 0,2; 0,16; 0,1 для анализа средней фракции волокна и сита с отверстиями 0,2; 0,16; 0,1; 0,071; 0,063 для анализа мелкой фракции. Волокно с каждого сита отдельно взвешивалось, и масса каждой фракции выражалась в процентах от общей навески. По полученным результатам рассчитывался фракционный показатель размола древесноволокнистой массы, который определял, сколько будет весить исходная масса, если она будет состоять при том же числе волокон, только из волокон самой мелкой фракции. [4]

В результате проведения и обработки однофакторного эксперимента были получены модели зависимости степени помола и фракционного показателя размола от концентрации мелкого волокна. Математические модели зависимости показателя размола и степени помола имеют вид 1 и 2:

$$Fr = 25,671 + 0,21q - 0,0004q^2; \quad (1)$$

$$ДС = 17,91 + 0,135q - 0,0002q^2; \quad (2)$$

где Fr – фракционный показатель помола, г;

$ДС$ – степень помола, ДС;

q – концентрация мелкой фракции, %.

Все коэффициенты уравнений были проверены на значимость по критерию Стьюдента, в результате чего можно сказать, что коэффициенты, стоящие перед квадратичными членами, не значимы. Таким образом, модели близки к линейным.

На рисунке 1 представлены графические зависимости, построенные по полученным моделям.

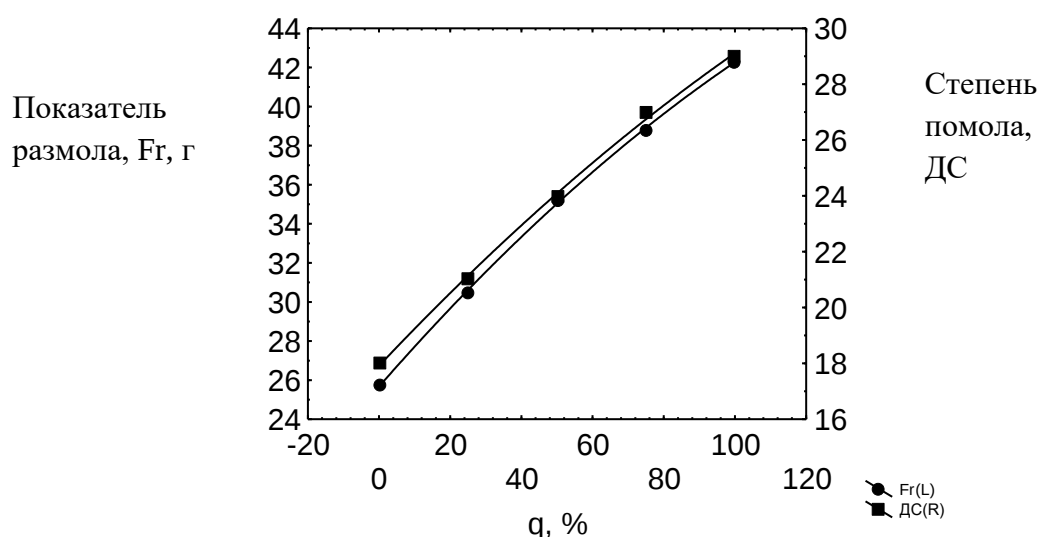


Рисунок 1– Зависимость качественных показателей уловленного волокна от концентрации мелкой фракции

По результатам однофакторного эксперимента по определению качественных характеристик уловленного древесного волокна можно сказать, что при увеличении концентрации мелкого волокна в основной композиции резко увеличивается степень помола и фракционный показатель размола. Оптимальное значение концентрации – 50%, при этом степень помола равна 24 ДС, фракционный показатель помола составляет 36 г [5].

Таким образом, в настоящей работе обоснована эффективность использования метода флотации для улавливания вторичного древесного волокна с целью возврата в основное производство.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (Номер темы FEFE-2020-0016).

Список использованных источников

1. Петрушева Н.А. Подготовка вторичного волокна при производстве древесноволокнистых плит мокрым способом // Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – Красноярск, 2003. – 115 с.;
2. Пижурин А.А. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки: Учебник. – М.: МГУЛ, 2004.-375 с.;
3. Рубинская, А.В. Влияние технологических параметров флотационной установки на эффективность очистки оборотной воды при производстве ДВП / А. В.
4. Рубинская, Н. Г. Чистова. Ю. Д. Алашкевич // Химия растительного с

брю. 2007. № 2. С. 95100;

5. Чистова. Н. Г. Использование вторичных древесных волокон в производстве ДВП / Н. Г. Чистова и [и др.] // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2009. №4. С. 115117.

УДК 676.012.7

ГРНТИ 66.45.31

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛАВЛИВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ

В.С. Чупина, И.Р. Лапин

специальность 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»,

СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск,

Научный руководитель: В.Н. Матыгулина

канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, СибГУ имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. Существует большое количество методов очистки, однако все рассмотренные способы имеют свои недостатки и ограничения, каждый из них применим для конкретных классов загрязнений. Изучив процесс флотационного метода очистки стоков, можно предположить, что данный способ может обеспечить эффективную очистку волокносодержащих стоков при производстве древесноволокнистых плит. Метод дисперсионной флотации, широко используется для обработки стоков целлюлозно-бумажных, картонных, нефтеперерабатывающих, пищевых производств.

Ключевые слова: ДВП, флотация, древесное волокно, очистка сточных вод.

TO THE QUESTION OF THE EFFICIENCY OF CAPTURING WOOD FIBERS BY THE METHOD OF FLOTATION

V.S. Chupina, I.R. Lapin

Krasnoyarsk, Siberian State University named after MF Reshetnev, Institute of Chemical Technology, specialty 15.03.02 "Technological machines and equipment"

Scientific adviser: V.N. Matygulina

Ph.D., Senior Researcher, Siberian State University named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

Annotation. This article discusses methods for water purification. There are a large number of cleaning methods, however, all the considered methods have their disadvantages and limitations, each of them is applicable for specific classes of contaminants. Having studied the process of the flotation method of wastewater

treatment, it can be assumed that this method can provide effective treatment of fiber-containing effluents in the production of fiberboard, namely the method of dispersive flotation, which is widely used for processing wastewater from pulp and paper, cardboard, oil refining, food industries.

Key words: *fiberboard, flotation, wood fiber, waste water treatment.*

В настоящее время при производстве древесноволокнистых плит (ДВП) происходит большое загрязнение сточных вод. Технология очистки сточных вод от органических загрязнений включает в себе некоторые разделительные процессы, например – коагуляция, флотация. Существуют процессы, связанные с использованием сильных физико-химических воздействий, но в настоящее время они не получили широкого применения, так как высоко энергоемки [1]. В данной работе нами рассматривается эффективность улавливания древесных волокон из сточных вод методом флотации по сравнению с существующими на предприятии методами их извлечения на локальных очистных сооружениях (ЛОС).

Исследования проводились на АО «Лесосибирский ЛДК № 1». Принцип работы ЛОС: твердые компоненты оседают на дно емкости, а осветленная вода переливом или через коллекторы последовательно попадает в следующие сооружения. Последующая доочистка может происходить под воздействием активных микроорганизмов, химических реагентов или различных физических процессов в специальных агрегатах.

Сущность метода флотации заключается в том, что воздух и выделяемые масляные капли быстро поднимаются к границе раздела фаз и, тем самым уносят вместе с собой гидрофобные частицы. При сближении поднимающегося в воде пузырька воздуха с твердой гидрофобной частицей разделяющая их прослойка воды при некоторой критической толщине прорывается, и происходит слипание пузырька с частицей. Затем комплекс “пузырек-частица” поднимается на поверхность воды, где пузырьки собираются, и возникает пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной сточной воде [2].

Скорость флотации флотируемых частиц характеризуется количеством пузырьков воздуха, размером и весом частиц, величины адгезии пузырьков воздуха к частице. Данный метод осуществляет не только очистку сточных вод, но и также селективное разделение их компонентов [3].

Изучив процесс флотационного метода очистки, можно предположить, что данный способ может обеспечить эффективную очистку волоконсодержащих стоков в условиях производства древесноволокнистых плит мокрым способом. Так как оборотная вода подается в часть подсеточной отливной машины, отбор волокна производился в различных её участках.

Были проведены эксперименты с целью определения эффективности улавливания древесных волокон в сточных водах, для этого определяли концентрацию взвешенных веществ в сточных водах до очистки, после очистки в ЛОС и на флотационной установке. Графическое представление результатов эксперимента представлено на рисунке 1.

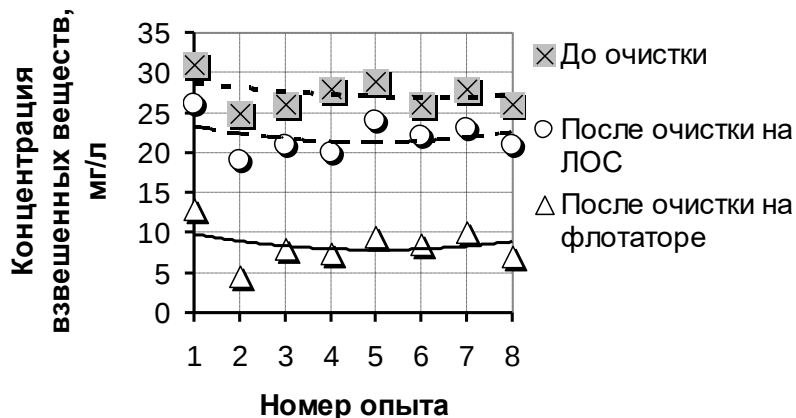


Рисунок 1 - Результаты эксперимента по определению концентрации взвешенных веществ до и после очистки стоков

Анализируя график можно наблюдать, что работа дисперсионного флотатора по сравнению с первичными отстойниками на ЛОС более эффективна в обеспечении улавливания древесного волокна из сточных вод.

Таким образом, использование флотатора для очистки производственных сточных вод наиболее целесообразно в производстве ДВП мокрым способом. По нашему мнению, целесообразно провести дальнейшие экспериментальные исследования по определению наиболее значимых факторов, влияющих на эффективность улавливания древесного волокна.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Глубокой переработки растительного сырья» проекта «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» (Номер темы FEFE-2020-0016).

Список использованных источников

1. Локальные очистные сооружения (ЛОС) // МегаЛайн URL: <https://www.megaln.ru/news/lokalnie-ochistnie-sooruzheniya-los/#3> (дата обращения: 19.04.2021).

2. Рубинская, А. В. Влияние технологических параметров флотационной установки на эффективность очистки оборотной воды при производстве ДВП / А. В. Рубинская, Н. Г. Чистова. Ю. Д. Алашкевич // Химия растительного сырья. 2007. № 2. С. 95100;

З. Чистова. Н. Г. Использование вторичных древесных волокон в производстве ДВП Н. Г. Чистова и [и др.] //Целлюлоза.Бумага.Картон.2009.№4. С. 115117;

УДК 628.1

ГРНТИ 70.19.17

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Ю.А. Яковлева, А.С. Бакланова

«Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», Сибирский Государственный Университет имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Научный руководитель: Н.Г. Чистова

д-р техн. наук, профессор, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

Аннотация. Население планеты с каждым годом увеличивается, вместе с этим растут потребности в различных видах ресурсов, что рано или поздно приведет к их глобальному дефициту.

Не смотря на возобновляемость некоторых природных ресурсов, их чрезмерное использование, неблагоприятно сказывается на экосистеме. Решить проблему рационального пользования возобновляемых ресурсов можно с помощью внедрения в быт и технологические процессы устройств и технологий, позволяющих увеличить количество циклов применения используемого ресурса.

Применение оборотных систем водоснабжения позволяет в разы снизить потребление пресной воды для нужд промышленных предприятий.

Ключевые слова: рациональное природопользование, оборотная система водоснабжения, вода, возобновляемые ресурсы, промышленность

APPLICATION OF CIRCUIT WATER SUPPLY SYSTEMS FOR RATIONAL USE OF WATER RESOURCES

Y.A. Yakovleva, A.S. Baklanova

"Technological equipment for chemical and petrochemical industries", Siberian State University named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

Scientific adviser: Chistova N.G.

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Siberian State University named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk*

Abstract: *The population of the planet is increasing every year, along with this, the needs for various types of resources are growing, which sooner or later will lead to their global shortage.*

Despite the renewability of some natural resources, their excessive use adversely affects the ecosystem. The problem of rational use of renewable resources can be solved by introducing devices and technologies into everyday life and technological processes that make it possible to increase the number of cycles of using the resource used.

The use of circulating water supply systems can significantly reduce the consumption of fresh water for the needs of industrial enterprises.

Key words: *rational nature management, circulating water supply system, water, renewable resources, industry*

С развитием человечества, обществом потребляется все большее количество природных ресурсов. В настоящее время остро стоит вопрос восстановления не только невозобновляемых ресурсов, но и возобновляемых. То, что ресурсы называют возобновляемыми, не значит, что они являются вечными и можно бездумно их эксплуатировать. Деятельность человека нарушает экосистему нашей планеты, вследствие чего количество возобновляемых водных ресурсов сокращается и нарушается их «чистота», они становятся непригодными для употребления.

Большие обороты набирают тенденции по рациональному использованию возобновляемых ресурсов, это связано с тем, что их чрезмерное использование рано или поздно приведет к глобальному дефициту.

Одним из самых распространенных возобновляемых ресурсов является вода, доля пресной воды по разным подсчетам составляет около 2,5 – 3 % от общего количества воды на Земле, при условии, что около 85 – 90 % запасов пресной воды содержится в виде льда. [1]

Большое количество пресной воды расходуется как в быту, так и во многих отраслях промышленности. Значительная часть воды (70 – 90 %) расходуется для охлаждения сырья, промежуточных или готовых продуктов производства, а также машин и аппаратов, при этом она не получает специфических загрязнений, а только нагревается, но в случаях возникновения аварийной ситуации возможно попадание охлаждаемых или нагреваемых продуктов в воду через не герметичные элементы аппаратов. Вода используется для очистки газов, для транспортировки механических примесей. Кроме того, для промывки материалов на разных стадиях технологического процесса; для поддержания концентрации химических веществ в растворах и т.п., при этом она загрязняется веществами, с которыми взаимодействует. В таблице 1 представлены данные удельного расхода воды в некоторых отраслях промышленности.

Таблица 1 – Потребление воды в промышленности

Промышленное предприятие	Измеритель	Удельный расход воды, м ³
Металлургический комбинат или завод	1 т стали	220-245
	1 т чугуна	240-245
Уголь	1 т	3-5
Бумага	1 т	200-400
Нефть (только переработка)	1 т	30-50
Хим. удобрения	1 т	300-600
Х/б ткань	1 т	300-1000
Синтетические волокна	1 т	2500-3500
Шинный завод	1 т покрышка	3-4
ТЭЦ	1 МВт	80-150
Нефтехимия	1 т	200-2000

Общий объем организованных (технических) стоков водоотведения в поверхностные водоемы и водотоки мира превышает 1300 км³/год. Для достаточного разбавления содержащихся в них техногенных примесей требуется в среднем в 10 раз больше свежей воды. Таким образом, потенциал суммарного антропогенного вмешательства в природный круговорот воды достигает 18 тыс. км³/год, что составляет уже половину речного стока мира [2].

Системы водоснабжения устраивают по определенным схемам, которые представляют собой совокупность сооружений водопровода и последовательность расположения их на местности. Существуют четыре схемы организации водоснабжения промышленных предприятий: прямоточная, обратная, схема последовательного использования воды и комбинированная [3].

Основываясь на технических, экологических и экономических показателях наибольшее распространение получили обратные системы водоснабжения (рисунок 1).

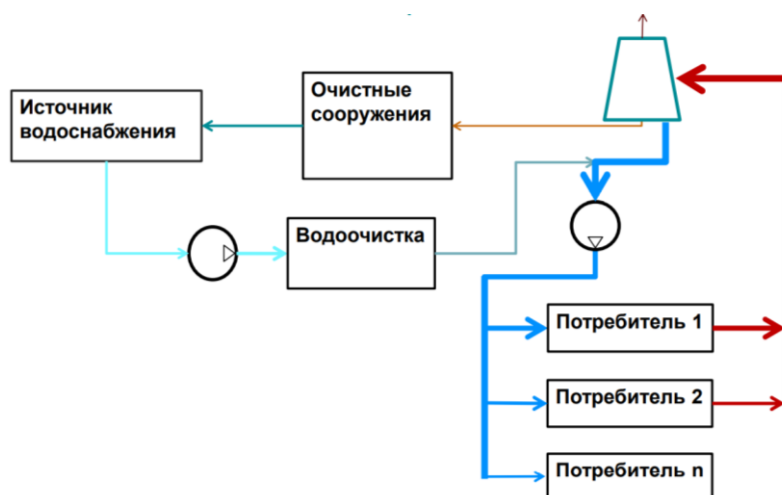


Рисунок 1 – Схема оборотного водоснабжения

Исходя из технических условий применение данной системы водоснабжения является необходимым элементом промышленного предприятия потому, что имеющиеся запасы природного ресурса недостаточны для осуществления прямоточного водоснабжения [3].

С точки зрения экологии применение оборотных систем водоснабжения, снижает количество сбросов загрязненной воды в водоемы. Самыми ценными являются бессточные (замкнутые) системы.

Оборотные системы значительно снижают затраты на сооружение водозаборных устройств, насосных станций, водоводов, очистных сооружений и канализационных линий, что благоприятно сказывается на экономической стороне вопроса.

Основываясь на приведенных показателях очевидно, что применение оборотной системы водоснабжения поможет сократить потребление свежей воды, уменьшить сбросы загрязненных стоков и улучшить экосистему нашей планеты.

Список использованных источников

1. Википедия: официальный сайт URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 18.04.2021)
2. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа – Человек – Техника: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 343 с.
3. Арсенов В.Г. Водоснабжение промышленных предприятий. Режим доступа: <https://wfilter.ru/books/vodosnabjenie-arsenov.pdf> (дата обращения 18.04.2021)

УДК 504.05

ГРНТИ 87.19.15

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВОПРОСЕ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

А.В. Яркова

студентка направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»,
Санкт–Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт–Петербург

Научный руководитель: Н.В. Кондратьева

канд. физ.-мат. наук, доцент СПбПУ, г. Санкт–Петербург

Аннотация. В работе рассмотрена проблема сохранения водных ресурсов. Предложена методика оценки уровня зрелости экологической культуры безопасности жизнедеятельности человека в данной области. Определены основные показатели, разработана шкала и критерии оценки, анкета для проведения исследования.

Ключевые слова: экология, безопасность жизнедеятельности, экологическая культура, водные ресурсы.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR ASSESSING THE LEVEL OF FORMATION OF AN ECOLOGICAL CULTURE OF LIFE SAFETY IN THE ISSUE OF WATER RESOURCES CONSERVATION

A.V. Yarkova

student of the direction of training 09.03.01 "Informatics and Computer Engineering", Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

Scientific adviser: N.V. Kondratieva

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of SPbPU, St. Petersburg

Annotation. The paper deals with the problem of water resources conservation. A method for assessing the level of maturity of the ecological culture of human life safety in this area is proposed. The main indicators have been determined, a scale and evaluation criteria have been developed, a questionnaire for conducting research.

Key words: ecology, life safety, ecological culture, water resources.

Дисбаланс в отношениях с природой – визитная карта современного социо–экологического состояния в мире, стране, регионе. Назрела острая необходимость формирования новых отношений между природой и обществом. В 2015 году государства — члены ООН приняли программу в области устойчивого развития до 2030 года. Программа содержит ряд целей, направленных на ликвидацию нищеты, сохранение ресурсов планеты и обеспечение благополучия для всех. Каждая из 17 Целей содержит ряд показателей, которые должны быть достигнуты в течение 15 лет. Данная работа посвящена Цели 14: Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития.

Для создания метода оценки уровня сформированности экологической культуры безопасности жизнедеятельности в вопросе сохранения водных ресурсов были проанализированы существующие методики, определяющие уровень культуры безопасности и тесты, оценивающие знания в области безопасности жизнедеятельности. Была проанализирована существующая

диагностика, предложенная рядом ученых, С.Д. Дерябо, Д.С. Ермаковым, В.И. Пановым, В.А. Ясвиным, предназначенная для выявления у человека направленности экологического сознания по отношению к природе, ее интенсивности, типа доминирующей установки и мотивации. Данные методики были модифицированы и адаптированы под задачи текущего эксперимента.

Научная новизна исследований заключается в разработке методики и анкеты для оценки уровня сформированности экологической культуры безопасности жизнедеятельности в вопросе сохранения водных ресурсов.

Теоретический анализ ряда современных публикаций и диссертационных работ по данной проблеме позволил определить *экологическую культуру безопасности жизнедеятельности* в вопросе сохранения водных ресурсов, как социально–психологическую характеристику общества, отражающую отношение населения к защите и управлению водными ресурсами, включающую четыре основных компонента: информационный, рефлексивный, мотивационно–ценностный и поведенческий.

При разработке анкеты социологического опроса в соответствии с этими компонентами были определены качественные показатели, их содержание (см. Табл. 1).

Таблица 1 – Предлагаемые показатели оценки уровней сформированности БЖД в вопросе сохранения водных ресурсов

Показатель	Содержание
1	2
Информационный компонент	
Уровень осведомленности об особенностях проживания вблизи водоемов	Объем знаний о специфике проживания, о проведении защитных и сберегающих мероприятий. Уровень знаний санитарно–гигиенических правил и предупредительных мер, позволяющих избегать загрязнения водных ресурсов (в том числе радиацией). Степень осведомленности об экологической обстановке на территории проживания респондентов
Рефлексивный компонент	
Способность анализировать, оценивать и корректировать собственное поведение; владение эмоциональным состоянием; стремление к самовоспитанию и самообразованию	Умение прогнозировать свою деятельность и ее результаты с позиции безопасности и защиты окружающей среды. Понимание того, что следование нормам и правилам безопасного проживания, бережное отношение к водным ресурсам повышает качество жизни. Умение оценить в повседневной жизни собственное поведение. Умение анализировать собственное поведение с целью выявления причин, которые повлекли за собой неблагоприятные последствия.
Мотивационно–ценностный компонент	

1	2
Осознание ценности безопасной жизнедеятельности; проявление интереса к проблемам экологии, к вопросам защиты и управления водными ресурсами в том числе; стремление к осуществлению природосберегающего поведения.	Приоритет безопасности и защиты окружающей среды в системе личностных ценностей. Степень понимания необходимости выполнения норм и правил поведения для сохранения водных ресурсов, для сохранения в итоге собственного здоровья и здоровья будущего поколения. Уровень развития познавательной потребности в области защиты и управления водными ресурсами. Степень понимания необходимости практической реализации правил природосберегающего поведения в повседневной жизни.
Поведенческий компонент	
Готовность к безопасному типу поведения, активной гражданской позиции	Уровень приверженности здоровому образу жизни. Следование правилам берегающего природу проживания вблизи водоемов. Применение знаний о правильном использовании водных ресурсов. Степень понимания собственной ответственности за сохранение водных ресурсов.

Данные качественные показатели стали содержательной основой для разработки анкеты (см. Табл. 2), позволяющей оценить уровень сформированности экологической культуры безопасности жизнедеятельности в вопросе сохранения водных ресурсов.

Таблица 2 – Бланк анкеты для оценки уровня сформированности экологической культуры безопасности

№	Вопросы	Да	Нет
1	2	3	4
Информационный компонент			
1	Достаточно ли Вы знаете об особенностях проживания, нормах и правилах безопасности жизнедеятельности вблизи водных ресурсов?		
2	Знаете ли Вы, какие мероприятия проводятся для сохранения водных ресурсов Вашего региона?		
3	Знаете ли Вы, что можете сделать сами для сохранения водных ресурсов Вашего региона?		
4	Отслеживаете ли Вы экологическую обстановку на территории, на которой проживаете?		
5	Знаете ли Вы санитарно-гигиенические правила и предупредительные меры, позволяющие сохранить водные ресурсы Вашего региона?		
Рефлексивный компонент			
6	Используете ли Вы для питья и приготовления пищи воду из скважин, родников, водопровода или употребляете фильтрованную, в бутылках?		

1	2	3	4
7	Пользуетесь ли Вы советами по снижению загрязнения водоемов близости Вашего проживания или отдыха, несмотря на увеличение материальных и временных затрат?		
8	Применяете ли Вы на практике правила, позволяющие сохранить водные ресурсы Вашего региона?		
9	Хотели бы Вы знать больше о нормах и правилах проживания вблизи водных ресурсов?		
10	Ощущаете ли Вы необходимость соблюдения санитарно-гигиенических правил и предупредительных мер, позволяющих сохранить водные ресурсы Вашего региона?		
Мотивационно-ценностный компонент			
11	Применяете ли Вы знания о правильном использовании природных источников воды?		
12	Придерживаетесь ли Вы правил умеренного и сбалансированного питания?		
13	Воздерживаетесь ли Вы от вредных привычек (курение, употребление алкоголя и т.д.)?		
14	Придерживаетесь ли Вы правил бережливого отношения к природе, находясь вблизи водоемов и дома?		
15	Систематически ли Вы выполняете гигиенические процедуры: гигиена тела, режим, закаливание?		
Поведенческий компонент			
16	Обращаете ли Вы внимание, что следование нормам и правилам экологической культуры безопасности в вопросе защиты водных ресурсов, повышает качество Вашей жизни?		
17	Оцениваете ли вы в повседневной жизни собственное поведение с точки зрения защиты водных ресурсов?		
18	Умеете ли Вы прогнозировать, а затем выявлять причины неблагоприятных последствий Вашего поведения?		
19	Являются ли самосовершенствование и саморазвитие для Вас приоритетной целью?		
20	Стараетесь ли Вы в любых ситуациях поддерживать стабильное эмоциональное состояние?		

Для анализа результатов была сформирована шкала (рис. 1) и критерии (табл. 3) для оценки уровня сформированности экологической культуры безопасности жизнедеятельности в вопросе сохранения водных ресурсов.

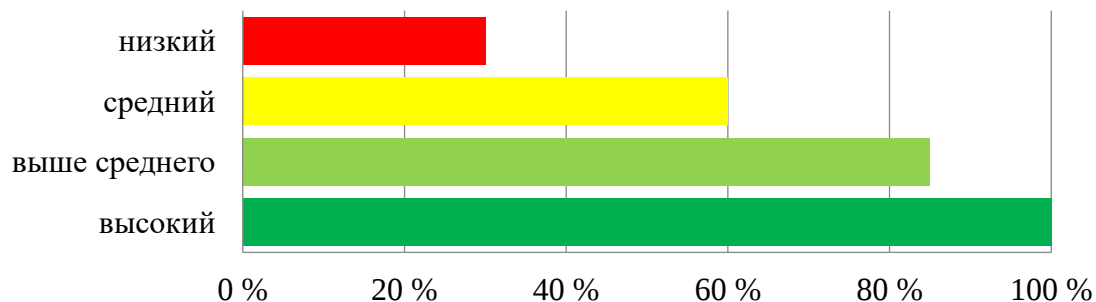


Рисунок 1 – Шкала оценки уровня сформированности

Таблица 3 – Разработанные критерии оценки

Показатель уровня	Содержание
1	2
Высокий уровень	Респонденты имеют большой объем знаний о специфике проживания вблизи водных ресурсов, проведении защитных и сберегающих мероприятий. Высокая степень осведомленности об экологической обстановке; умение и желание грамотно организовывать свою деятельность, прогнозировать её результаты. Высокий уровень готовности к безопасному типу поведения и активной гражданской позиции.
Выше среднего	Респонденты в целом вовлечены в решение проблемы защиты и управления водными ресурсами, изучают экологическую обстановку в регионе, проявляют готовность к безопасному типу поведения. Однако, умение экологически грамотно организовать свою деятельность развито недостаточно, совершаются ошибки в передаче информации, в выявлении причин негативных последствий.
Средний уровень	Респонденты демонстрируют средний уровень знаний санитарно–гигиенических правил и предупредительных мер, позволяющих избегать загрязнение водных ресурсов (в том числе радиацией). Экологической обстановкой на территории проживания интересуются от случая к случаю. Редко оценивают свою деятельность с позиции защиты окружающей среды. Приоритет безопасности и экологичности в системе личных ценностей развит слабо. При наличии понимания необходимости практической реализации правил природосберегающего поведения в повседневной жизни, соблюдают их не постоянно.
Низкий уровень	Низкая степень осведомленности об экологической обстановке на территории проживания респондентов. Отсутствует понимание того, что следование нормам и правилам безопасного проживания, бережное отношение к водным ресурсам повышает качество жизни, сохраняя в итоге собственное здоровье и здоровье будущего поколения. Низкий уровень приверженности здоровому образу жизни.

Результаты, полученные при выполнении работы, создают теоретическую основу для разработки системы мониторинга уровня сформированности экологической культуры безопасности жизнедеятельности в вопросе сохранения водных ресурсов и системы оценки развитости культуры экологической безопасности в целом.

Список использованных источников

1 Цели ООН в области устойчивого развития : [Электронный ресурс] // URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals>. (дата обращения 19.02.2021).

2 Белых Т.В. Культура безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях: определение понятия, структурно-функциональная модель, основные принципы // Вестник психотерапии. 2013. № 47 (52). С. 114–121.

3 Горина Л.Н. Культура безопасности жизнедеятельности: методологический и технологические аспекты : монография. Тольятти : Изд-во Тольят. гос. ун-та, 2001. 289 с.

4 Саркисов О. Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды. Москва : Изд-во Юнити-Дана, 2012. 232 с.

5 Рыбников В.Ю. Разработка анкеты для оценки уровня сформированности культуры безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях. // В.Ю. Рыбников, Т.А. Марченко, Т.Б. Мельницкая, А.В. Симонов, Т.В. Белых. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2013. № 11 (105) Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/razrabotka-ankety-dlya-otsenki-urovnya-sformirovannosti-kultury-bezopasnosti-zhiznedeyatelnosti-naseleniya-prozhivayuschego-na> . (дата обращения 19.02.2021).

Научное издание

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА

Труды XXV Международной студенческой научно-практической конференции
КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 22.04. – 24.04. 2021 г.).

**Том 1 : СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»;
СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ»**

Редакционная коллегия

Виктор Сергеевич РАТУШНЯК (отв. ред.), канд. техн. наук.;
Олег Витальевич КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Оксана Юрьевна ДЯГЕЛЬ, канд. эконом. наук, доцент;
Жанна Михайловна МОРОЗ, канд. физ.-мат. наук, доцент;
Екатерина Михайловна ЛЫТКИНА, канд. техн. наук, доцент;
Виталий Олегович КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Дмитрий Викторович ЗИНОВЬЕВ, канд. педагог. наук, доцент;
Наталья Геральдовна ЧИСТОВА, д-р. техн. наук, профессор.
Равиль Нургоянович ГАЛИАХМЕТОВ, канд. техн. наук, доцент

Подписано в печать 1.09.2021 г.
Формат бумаги 60×84/16
11,51 авт. л. 17,88 печ. л.

экз.
План издания 2021 г. № "п КрИЖТ ИрГУПС

Отпечатано в КрИЖТ ИрГУПС
Красноярск, ул. Н.Заря, 2И