



Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет
путей сообщения

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Часть 1



Омск 2018

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет путей сообщения



«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Материалы V всероссийской
студенческой научной конференции
с международным участием
(апрель 2018 г.)

Часть 1
(технические науки)

2018

УДК 06-68

ББК 74.484

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»: Материалы V всероссийской студенческой научной конференции с международным участием: В 3 ч. / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2018. Ч. 1. 269 с.

В апреле 2018 г. в Омском государственном университете путей сообщения прошла V всероссийская студенческая научная конференция с международным участием «СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ».

В конференции приняли участие студенты ОмГУПС и других вузов России, Донецкой народной республики, Республик Казахстан, Кыргызстан, Беларусь.

Программа конференции включала проведение заседаний 43 секции, на которых заслушано свыше 1000 докладов по различным научным направлениям. Материалы лучших докладов, отмеченных на заседаниях секций, вошли в настоящий сборник.

Материалы конференции могут быть полезны для студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и способствуют совершенствованию научного и творческого потенциала, развитию высокой нравственной культуры, гражданской позиции студенческой молодежи.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Библиогр.: 212 назв. Табл. 21. Рис. 110.

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук, доцент С. Г. Шантаренко (отв. редактор);

доктор техн. наук, профессор В. Т. Черемисин;

доктор техн. наук, профессор А. А. Кузнецов.

ISBN 978-5-949-41201-5

© Омский гос. университет
путей сообщения, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. Е. Гайдобурова (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Условия параллельного роспуска составов на сортировочной станции.....</i>	<i>7</i>
<i>М. В. Ганьжина (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Перспективы увеличения пропускной способности Байкало-Амурской магистрали.....</i>	<i>12</i>
<i>И. Д. Жезнова (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Пропуск поездопотока по участкам со сложным планом и профилем железнодорожного пути Угловая – Находка.....</i>	<i>17</i>
<i>О. М. Коханов (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск.). Влияние вида тяги на пропускную способность участков.....</i>	<i>22</i>
<i>А. В. Горлов, М. В. Ключников, Т. Е. Махненко (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Проблемы качества роспуска отцепов на сортировочной горке.....</i>	<i>28</i>
<i>В. С. Кореткина (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Анализ факторов, оказывающих влияние на простой местного вагона на станции.....</i>	<i>35</i>
<i>А. Ю. Кручинина (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Перспективы развития Якутии, обусловленные вводом в постоянную эксплуатацию участка Томмот - Нижний Бестях и созданием транспортного узла в Нижнем Бестяхе.....</i>	<i>39</i>
<i>Е. С. Мартяш (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск) Целесообразность специализации инфраструктуры железных дорог для пассажирских и грузовых перевозок.....</i>	<i>44</i>
<i>Е. В. Панфилова (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Экспорт Российского угля и пути освоения возрастающего грузопотока.....</i>	<i>49</i>
<i>Г. А. Тимошенко (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Тяжеловесное движение грузовых поездов.....</i>	<i>53</i>
<i>Л. Н. Румянцева (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Работа станции Комсомольск-Сортировочная в условиях роста объема перевозок с нового Ургала на Ванино.....</i>	<i>57</i>
<i>Н. А. Соколова (Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС, г. Тайга). Перспективные технологии в эксплуатации, обслуживании и ремонте железнодорожного подвижного состава.....</i>	<i>61</i>
<i>Г. А. Григорьев (Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС, г. Тайга). Влияние неисправности автосцепных устройств на безопасность движения.....</i>	<i>66</i>

<i>А. В. Верба (СП СПО «Омский техникум железнодорожного транспорта», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск).</i> Влияние снижения расчетной скорости электровоза 2ЭС10 на эксплуатационную надежность тяговых электродвигателей.	70
<i>К. Т. Струц (Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС, г. Тайга).</i> Сравнение конструктивных особенностей асинхронных и коллекторных тяговых приводов локомотивов	74
<i>А. В. Кормилец, К. Е. Украинцев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск).</i> Исследование измерительного комплекса для регистрации параметров асинхронных двигателей с частотным регулированием.....	79
<i>З. В. Устименко (Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС, г. Тайга).</i> Современное оборудование для автоматизации процесса ремонта и испытания тормозов вагонов.....	85
<i>Е. Ж. Наурузов (СП СПО «Омский техникум железнодорожного транспорта», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск).</i> Оптимизация работы участка текущего отцепочного ремонта эксплуатационного вагонного депо за счет совершенствования организации труда.....	91
<i>А. А. Леер (СП СПО «Омский техникум железнодорожного транспорта», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск).</i> Разработка схемы диспетчерского контроля для учебного полигона.....	97
<i>А. О. Диков (Донецкий институт железнодорожного транспорта, Донецкая народная республика, г. Донецк).</i> Перспективы развития и недостатки современных систем диспетчерского контроля и мониторинга.....	101
<i>С. С. Липатов, В. И. Голанов (Донецкий институт железнодорожного транспорта, Донецкая народная республика, г. Донецк).</i> Перспективы развития систем автоматики и телемеханики на перегонах.....	106
<i>С. А. Мартыненко, Е. С. Игнатенко (Томский техникум железнодорожного транспорта – филиал Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Томск).</i> Программа электронного ведения бланка формы ЛУ-72	110
<i>А. П. Антипов, В. А. Келлер, В. В. Павлюк (Омский государственный технический университет, г. Омск).</i> Информационные характеристики числового анализа строения знаковых последовательностей и массивов упорядоченных данных	115
<i>Д. В. Чувашиова (Воронежский государственный промышленно гуманитарный колледж, г. Воронеж).</i> Методы и средства защиты информации.....	119
<i>М. В. Ткаченко (Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск).</i> Информационная безопасность современного человека в медиапространстве	124

<i>А. А. Синицына, Н. А. Епрынцева (Воронежский государственный промышленно-гуманитарный колледж, г. Воронеж). Защита персональных данных</i>	<i>129</i>
<i>М. В. Перепелица (Донецкий институт железнодорожного транспорта, Донецкая народная республика, г. Донецк). Оценка пропускной способности сетей сотовой связи четвертого поколения.....</i>	<i>134</i>
<i>С. Ф. Чиграй (Томский техникум железнодорожного транспорта – филиал Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Томск). Современные системы маневровой радиосвязи</i>	<i>139</i>
<i>С. А. Степанов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Математическая и имитационная модель обратного маятника.....</i>	<i>144</i>
<i>И. В. Мурзалев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Тахометр на микроконтроллере Atmega16a.....</i>	<i>150</i>
<i>А. А. Попов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Особенности ремонта системы блок в условиях ТРПУ</i>	<i>154</i>
<i>М. В. Дударь (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Проектирование сети ОБТС Красноярской железной дороги с применением IP-телефонии и метода георезервирования.....</i>	<i>159</i>
<i>Т. М. Мухаметшин (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Релейная защита трансформатора Trihal на основе микропроцессорной защиты Schneider Electric.....</i>	<i>164</i>
<i>А. У. Саутиева (Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону). The problems of the construction of the kercn railway tunnel.....</i>	<i>168</i>
<i>А. А. Канунникова, М. А. Малиновская (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Автоматизация бизнес-процессов на предприятии.....</i>	<i>172</i>
<i>Р. С. Черская (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Совершенствование технологий ультразвукового контроля при мониторинге сварных соединений.....</i>	<i>176</i>
<i>Ю. А. Чижов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Анализ современных контактных материалов на графитовой основе.....</i>	<i>181</i>
<i>Д. В. Коровин. (Анжеро-Судженский политехнический колледж, г. Анжеро-Судженск). Организация и управление технологическими процессами производства с использованием управляющих систем Scada.....</i>	<i>185</i>
<i>О. С. Лиценко (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Нормирование дизельного топлива с применением искусственных нейронных сетей.....</i>	<i>191</i>

<i>А. В. Жуков (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Расчет гидравлического сопротивления выпускного газохода лабораторного стенда на основе дизель-электростанции АД-200</i>	<i>196</i>
<i>Г. В. Кравченко, А. Ю. Шувалова (Омский государственный технический университет, г. Омск). Анализ изменения характеристик стали, применяемой в строительстве, при высоких температурах в условиях пожара.....</i>	<i>202</i>
<i>Д. О. Силуянов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Моделирование процесса электропотребления участка железной дороги</i>	<i>207</i>
<i>Я. М. Будагаев (Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж). О некоторых факторах эффективности работы устройства для разрушения ледяной корки.....</i>	<i>213</i>
<i>Р. Д. Актаев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Сравнительный анализ алгоритмов выделения границ на изображении.....</i>	<i>219</i>
<i>М. А. Сорокина (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Древние механизмы.....</i>	<i>224</i>
<i>И. А. Рябов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Редкие подшипники и подшипниковые узлы.....</i>	<i>228</i>
<i>А. А. Держун, Д. А. Щербакова (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Экспериментальное определение границ применимости закона Гука</i>	<i>232</i>
<i>Д. А. Щербакова (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Получение газобетона.....</i>	<i>238</i>
<i>С. В. Скотельник, В. В. Воробьева (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск). Сульфатная коррозия коллекторов городской водоотводящей сети</i>	<i>244</i>
<i>Н. Н. Илюхин (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск) История криптовалют. Почему цена bitcoin не отображает его реальной стоимости</i>	<i>250</i>
<i>Н. С. Карев, С. А. Мартюшев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Исследование информационных потребностей будущего инженера.....</i>	<i>254</i>
<i>К. С. Семенченко (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Исследование образования искусственной мышцы и ее механических свойств.....</i>	<i>258</i>
<i>А. А. Евсеев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск) Анализ тяговой зубчатой передачи электровоза 2ЭС6.....</i>	<i>263</i>

Е. Е. Гайдобурова

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

УСЛОВИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РОСПУСКА СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

В статье рассмотрена возможность организации параллельного роспуска составов на сортировочной станции Хабаровск II (четная система). Выявлены причины, по которым невозможно осуществить параллельный роспуск в данный момент и предложены методы их решения.

Ключевые слова: сортировочная горка, сортировочная станция, Хабаровск II, маневровая работа.

CONDITIONS OF PARALLEL DISBANDING OF TRAINS AT THE MARSHALLING YARD

In this article was considered the possibility of organizing the parallel dissolution of trains at the marshalling yard Khabarovsk II (even system). The reasons have been identified why it is impossible to carry out parallel dissolution at the moment and methods for their solution.

Key words: railway, railway station, sorting hill.

Неотъемлемой частью перевозочного процесса на железнодорожном транспорте является технологическая работа, связанная с переработкой грузовых вагонов на специальных станциях, называемых сортировочными [1].

Для выполнения данной работы широко используются различные специальные устройства, среди которых основными являются сортировочные горки.

Станция Хабаровск II имеет две сортировочные системы. Четная сортировочная горка имеет два пути надвига, которые электрифицированы до горба горки, два пути роспуска, достаточное количество горочных локомотивов, т.е. имеются все технические условия для выполнения параллельного роспуска составов. Однако на данной станции этот процесс не реализуется. Для того чтобы понять причину не использования технических возможностей в работе выполнен анализ схемы сортировочной горки (рис. 1), составов прибывающих в расформирование поездов, специализации путей сортировочного парка [2].

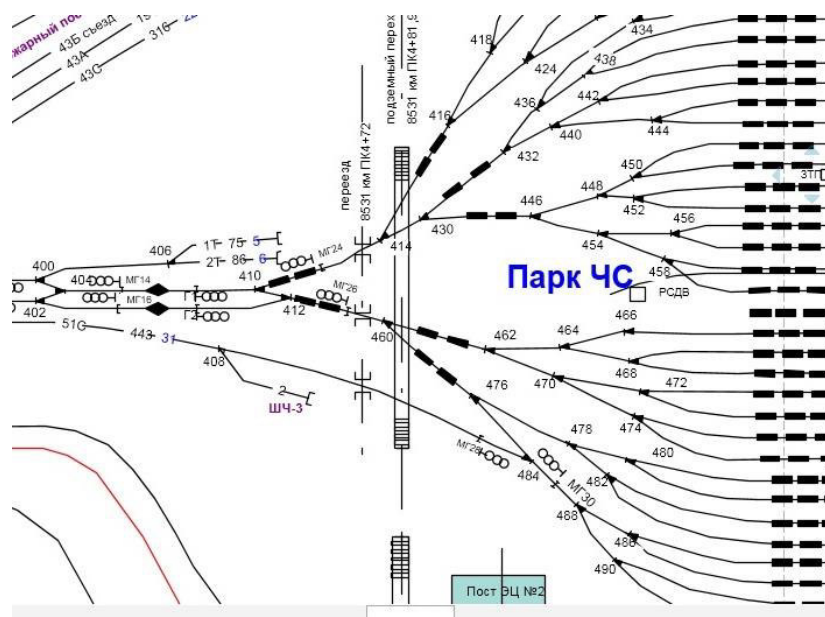


Рис. 1. Схема горочной горловины четной сортировочной горки ст. Хабаровск II

Из схемы видно, что параллельный роспуск может осуществляться лишь в том случае, если с первого пути надвига будет расформировываться состав, состоящий из вагонов назначением на I, II, III пучки, а со второго пути состав из вагонов назначением на IV, V [3].

Анализ натуральных листов поездов, прибывающих в расформирование, показывает, что доля составов состоящих только из вагонов назначением на I-III и на IV-V пучки составляет 1 %. В среднем в каждом составе 40% вагонов имеют назначение на IV и V пучки и 60% на I, II, III пучки.

Специализации путей четного сортировочного парка построена таким образом, что из одного расформировываемого состава вагоны следуют на противоположные пучки, тем самым не дают осуществлять роспуск двух составов одновременно.

На основании вышеперечисленных факторов можно сделать вывод о том, что станция Хабаровск II не может осуществлять параллельный роспуск. Поэтому необходимо рассмотреть какие введенные изменения в технологии работы станции помогут осуществить этот процесс.

Поменять состав прибывающих в расформирование поездов проблематично, так как для этого необходимо договариваться со станциями формирования этих поездов. Поэтому необходимо рассмотреть возможность изменения специализации путей четного сортировочного парка.

Из натуральных листов следует, что 40% вагонов имеет назначение на IV-V пучки. Большая часть этих вагонов направляются на 46 и 48 пути. А на 27 и 34 пути следует малая часть вагонов(<5%). Следовательно, если изменить специализацию путей 46 на 27 и 48 на 34, то появится возможность параллельного роспуска 10% прибывающих поездов.

Длина 46 пути 62 условных вагонов (у.в.), 27 пути 60 у.в., для 48 пути 66 у.в., для 34 пути 65 у.в. Это говорит о том, что если производить изменение специализации потребуется незначительное удлинение путей - на 1-2 условных вагона.

В среднем из одного состава большая часть вагонов имеет назначение на I-III пучки, следовательно, для того, чтобы избежать «режущих» маршрутов целесообразно выделить в I-III пучках отсечной путь, предназначенный для вагонов назначением на IV-V пучки. В качестве такого пути можно использовать диспетчерский путь №23. На IV-V пучках тоже необходимо выделить отсечной путь для вагонов, которые имеют назначение на I-III пучки. В качестве такого пути можно использовать диспетчерский путь №43 или путь №56, в зависимости от занятости путей. В случае невозможности выделения отсечных путей, например, при интенсивной работе сортировочной горки и использовании всех путей, в том числе и диспетчерских, используют свободные стороны горки концы сортировочных путей [4].

На I-III пучках потребуется повторная сортировка 30% вагонов, а на IV-V пучках 45%. В среднем состав поездов составляет 65 вагонов. За сутки на станции расформируется около 30 составов. Рассмотрим, как это отразится на перерабатывающей способности горки.

Так как в среднем на I-III пучки поступают составы с долей повторной сортировки 10-30%, а на IV-V пучки 30-45%, следовательно, за сутки число таких вагонов составит $(65 \cdot 0,3 + 65 \cdot 0,45) \cdot 30 = 1463$ ваг. Для расчета перерабатывающей способности горки используем формулу 1:

$$N_{пер} = \frac{(1440 - t_{техн})}{t_2} \cdot m_c \quad (1)$$

где 1440 – количество минут в сутках;

$t_{техн}$ - время технологических перерывов в работе горки;

m_c – среднее число вагонов в составе (65 ваг);

t_2 – горочный технологический интервал.

t_2 определяется исходя из технологического графика работы горки – рис.2.

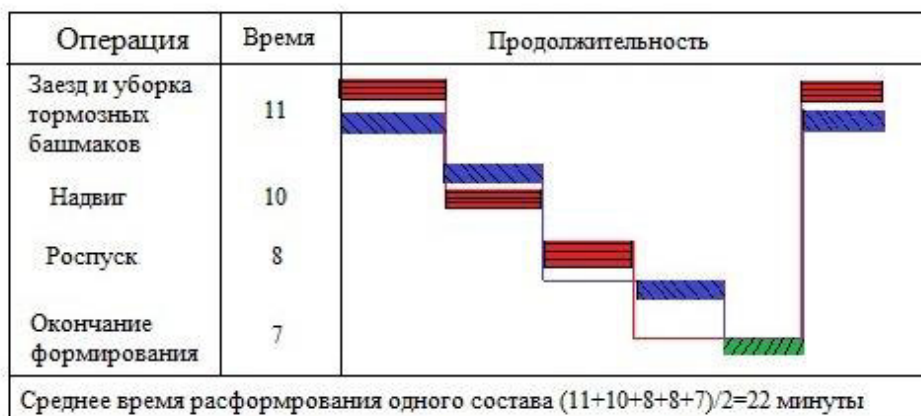


Рис. 2. Технологический график работы четной сортировочной горки станции Хабаровск II [5]

Тогда перерабатывающая способность горки (по формуле 1) составит:

$$N_{\text{пер}} = \frac{(1440 - t_{\text{техн}})}{t_r} \cdot m_c = \frac{1440 - 120}{22} \cdot 65 = 3900 \text{ ваг.}$$

Так как присутствует повторная сортировка вагонов, которая за сутки составляет 1463 вагона, а это примерно 23 состава, то значение перерабатывающей способности (по формуле 1) составит:

$$N_{\text{пер}} = \frac{(1440 - t_{\text{техн}})}{t_2} \cdot m_c = \frac{1440 - 120 - 23 \cdot 22}{22} \cdot 65 = 2405 \text{ ваг.}$$

Изобразим в виде диаграммы зависимость перерабатывающей способности горки от доли повторной сортировки вагонов – рис. 3.

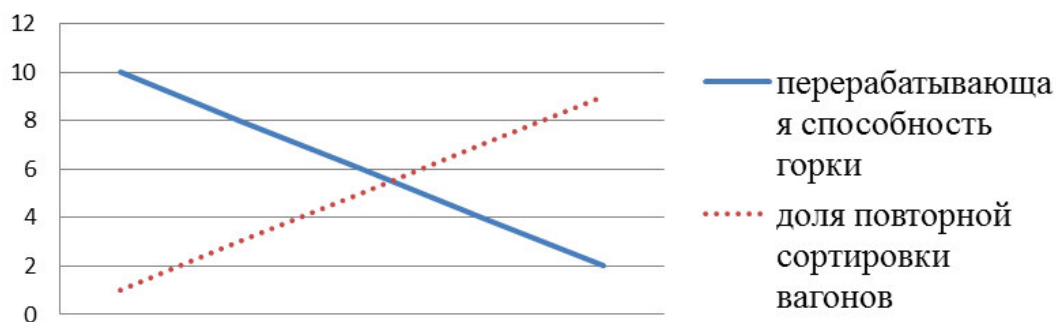


Рис. 3. Диаграмма зависимости перерабатывающей способности горки от доли повторной сортировки вагонов

Из расчетов видно, что использование отсевных путей снижает

возможную перерабатывающую способность почти на 1500 вагонов. Поэтому этот способ не является эффективным [6].

Таким образом, для осуществления параллельного роспуска на четной горке сортировочной станции Хабаровск II требуется: либо изменить состав прибывающих поездов так, что бы вагоны в каждом составе были подобраны по группам (в одном составе вагоны назначением I-III пучки, в другом IV-V пучки), либо изменить специализацию путей сортировочного парка так, чтобы потребовалась минимальное удлинение сортировочных путей.

Научный руководитель – доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте» В. В. Широкова, ДВГУПС.

Список литературы

1. Сортировочная горка. Пояснение назначения и работы устройств защиты на сортировочной горке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://works.doklad.ru/view/Q2gff3e1Q5M.html>.
2. Сотников, Е. А. Интенсификация работы сортировочной станции / Е. А. Сотников. – М.: Транспорт, 1979.
3. Минаков, П. А. Взаимодействие основных систем обслуживания поездопотока в парке приёма сортировочной станции / П. А. Минаков // Железнодорожный транспорт, 2012. – № 9. – С. 25 – 27.
4. Большая Энциклопедия Нефти и Газа «Выделение – путь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.ngpedia.ru/id628928p2.html>.
5. Минаков, П. А. Использование дифференциальных уравнений для определения технико-технологических параметров работы сортировочной станции / П. А. Минаков // Наука и техника транспорта, 2012. – №3. – С. 19 – 24.
6. Сотников, Е. А. Интенсификация сортировочных процессов / Е. А. Сотников, А. С. Ковалёв. – М.: Транспорт, 31 с.

М. В. Ганьжина

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ПЕРСПЕКТИВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

В работе выполнен анализ прогнозов грузовых перевозок на Байкало-Амурской магистрали на основании международной востребованности угля и с учетом разработки новых месторождений. Произведён анализ пропускной и провозной способности сети. В результате исследования выявлены и проанализированы “узкие” места в пропускной способности Байкало-Амурской магистрали и рассмотрены проводимые мероприятия по ликвидации «узких мест».

Ключевые слова: пропускная способность линии, провозная способность линии, объём грузовых перевозок, грузопоток, «узкие места», реконструкция, модернизация, удлинение приемоотправочных путей, разъезды, грузовые составы повышенной длины, добывающие мощности.

PROSPECTS OF INCREASING THE BAIKAL-AMURSKY TRANSPORT PASSENGER

The work analyzes cargo transportation forecasts on the Baikal-Amur Main Line on the basis of the international demand for coal and taking into account the development of new fields. The analysis of the transmission and carrying capacity of the network is made. As a result of the research, "bottlenecks" in the capacity of the Baikal-Amur Mainline were identified and analyzed and the measures taken to eliminate "bottlenecks" were considered.

Key words: line capacity, line carrying capacity, volume of freight traffic, cargo traffic, bottlenecks, reconstruction, modernization, lengthening of receiving routes, crossings, freight trains of increased length, production capacities.

Зоны тяготения к Байкало-Амурской магистрали обладают обширной минерально-сырьевой базой. Здесь залегают огромные запасы угля, железной руды, газа, нефти, калийных солей, золота, платины, алмазов, медных, оловянных и других руд. Территория невероятно богата на лесные и водные ресурсы.

По разнообразию и размерам запасов природные ресурсы зоны Байкало-Амурской магистрали не имеют мировых аналогов.

До недавнего времени все эти богатства добывались в небольших промышленных объемах, эксплуатировались немногочисленные месторождения угля, железной руды и минерально-строительных материалов. В последнее десятилетие началось увеличение роста добычи и освоение ряда новых месторождений.

На данный момент ситуация на внутреннем и международном рынках угля такова: «Минэнерго ставит цель повысить к 2030 году долю российского угля на рынке стран АТР до 10% с нынешних почти 6%. При этом, существенный прирост добычи должны обеспечить Дальневосточный и Байкальский регионы. На рынки стран АТР предполагается отправлять до 120 млн тонн угля в год» [1]. В связи с этим вводятся в эксплуатацию новые угольные разрезы и увеличиваются добывающие мощности на уже открытых месторождениях Дальнего Востока. Но возникает проблема с транспортировкой, так как часть груза доставляется в порты и в пункты перевалки по Байкало-Амурской магистрали. А магистраль уже используется на полную мощность — ту, которая была заложена в изначальном проекте. Однако потребности экономики растут. В результате на многих участках магистрали появились так называемые «узкие места» — перегоны с острым недостатком пропускной способности. Возникновение «узких мест» было предreshено, так как магистраль проходит по местности со сложными геологическими условиями, а длинные перегоны обусловлены малонаселенностью территории.

«Протяженность узких мест на БАМе и Транссибе превысила 3 тыс. км и это уже ощутимо сдерживает многие проекты развития Дальнего Востока и Восточной Сибири, что ограничивает возможности для транзита. При этом, по данным аналитического отдела АО «Русская контейнерная компания», реализация планов по освоению месторождений полезных ископаемых в Дальневосточном и Сибирском федеральных округах увеличит суммарные грузопотоки на отдельных участках БАМа к 2020 году в 1,5–2,5 раза», — пишет Иван Гришагин, генеральный директор АО «Русская контейнерная компания» [2].

Исходя из этого, увеличение пропускной способности Байкало-Амурской магистрали — одно из важнейших условий эффективного освоения возрастающих перевозок. Экономические возможности полигона привлекательны не только для внутреннего рынка, но и для международного.

Уже сейчас в соответствии с «Стратегической программы развития

Байкало-Амурской магистрали на перспективу до 2020 года» реконструкция и модернизация коснулась многих проблемных участков Байкало-Амурской магистрали. Например, на начало 2018 года на участке Новый Ургал-Комсомольск на Амуре построено 8 разъездов для обгона и скрещения поездов, а к 2019 году этот участок планируется перевести на автоматическую систему регулирования поездов с диспетчерской централизацией, что будет способствовать увеличению пропускных и провозных способностей.

Также в 2017 году строительная компания ООО «МО-43» выполнила годовой график и сдала в эксплуатацию четыре объекта в рамках программы реконструкции мостов. Это искусственные сооружения на перегонах Лумбир – Хорогочи, Ларба – Лумбир и Курьян – Тында, и в том числе мост через реку Тында на главном пути. Важным событием 2017 года для мостоотряда стало начало реконструкции 465-метрового моста через реку Кованта, сдача планируется в 2019 году.

В конце января 2018 года началась реконструкция станции Юктали Дальневосточной магистрали. Это улучшит пропуск поездов на западном участке БАМа. Будут переустроены обе горловины станции, удлинены действующие и построены четыре новые приемоотправочные пути, внедрены технические обустройства. Развитие Юктали идёт вместе со строительством двухпутной вставки на перегоне Тасс-Юрях – Юктали и вторых путей на перегоне Юктали – Талума. Это позволит изменить технологию работы участка Новая Чара – Хани – Юктали – Тында. Реконструкция Юктали также улучшит пропускную и провозную способность участка за счёт выполнения технологических операций с грузовыми составами повышенной длины – до 71 условного вагона. В случае готовности инфраструктуры появится возможность поднять весовые нормы поездов.

Сегодня на Дальневосточной дороге организуются опытные поездки с новым трёхсекционным тепловозом 3ТЭ25К2М, который предназначен для вождения поездов массой до 7100 тонн. Пока основные грузоперевозки на БАМе осуществляются локомотивами 2ТЭ25А и 3ТЭ10МК, которые водят составы до 5600 тонн.

На участке Комсомольск-на-Амуре – Советская Гавань компания «Бамстроймеханизация» продолжает модернизацию инфраструктуры и готовит к сдаче ещё шесть объектов, среди которых четыре станции.

А на станции Тында продолжается масштабная реконструкция, которая позволит поднять пропускную и перерабатывающую способности крупного

Бамовского железнодорожного узла.

В среднем по участкам Тындинского региона сейчас пропускается до 17 пар поездов. Расположенная на перекрёстке Большого и Малого БАМа, станция работает на максимуме своих возможностей. 75 % трафика составляет уголь, порядка 25 % – лес, руда и контейнерные грузы. Учитывая перспективу развития существующих портовых мощностей Ванино (для перевалки угля), потребности в провозной способности участков будут возрастать. К транзитным грузам в восточном направлении будут добавляться объёмы с Эльгинского месторождения и развивающихся предприятий Южной Якутии. Начатая в 2015 году реконструкция станции Тында поможет принимать и перерабатывать возрастающие объёмы грузов. Сейчас станция Тында перерабатывает 810 вагонов в сутки, скоро этот показатель увеличится втрое. Для достижения намеченной цели необходимо закончить реконструкцию – сортировочной горки и парка приёма [3].

Также в 2019 году предстоит закончить сооружение одного из самых сложных в плане пропускных возможностей участков БАМа – Байкальского тоннеля. Это позволит организовать полностью двухпутное движение через Байкальский хребет и увеличить пропускную способность на участке Северобайкальск – Лена [4].

На протяжении многих километров Байкало-Амурской магистрали развернулись строительства, всё - для наращивания пропускной способности линии. Эта модернизация требует колоссальных денежных вложений, но все эти вложения окупаемы и уже сейчас приносят прибыль. Так, например, часть модернизации инфраструктуры уже позволила увеличить экспорт угля с КНР на 33,8% и составила 19 млн. тонн в сравнении с 2016 годом.

Наращивание пропускной способности Байкало-Амурской магистрали позволяет получить не только экономическую прибыль, но и социальные возможности:

- появляются новые рабочие места;
- с появлением новых рабочих мест увеличивается приток населения в Бамовскую территорию;
- «оживают» и разрастаются рабочие поселки в зоне тяготения к магистрали;
- и многие другие социальные факторы, но самое главное растёт престиж ОАО «РЖД» и уровень доверия среди клиентов.

Всестороннюю заинтересованность в модернизации БАМа можно наблюдать и в инвестициях, так в 2018 году Правительство РФ инвестирует в БАМ в рамках программа «Развитие транспортной системы РФ» часть средств из общей выделенной суммы на строительство новых объектов. Было выделено более 79 млрд. рублей, а инвестиции ОАО «РЖД» составят 57 млрд. рублей [5]. Из этих средств 1,7 млрд. рублей выделены на электрификацию участка Карымская – Забайкальск, через который в прошлом году перевозки угля в Китай увеличились в семь раз (до 2,9 млн. тонн).

Проводимые мероприятия по всей протяженности линии все равно не достаточны для реализации всех планируемых объемов. И в связи с этим ОАО «РЖД» параллельно с проводимой реконструкцией разрабатывает новые варианты решения данной проблемы, так как обновленный БАМ даст новый толчок развития не только Дальневосточному региону, но и многим отраслям страны.

Научный руководитель – к.п.н., доцент Широков А. П., ДВГУПС.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://dvkapital.ru/markets/dfo_17.03.2017_9621_novye-ugolnye-proekty-v-zone-riska.html.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/opinions/bam-i-transsib-rabotayut-na-predele-propusknoy-sposobnosti/>.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/zdr/171/?ID=1398659>.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1402970>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1399610>.

И. Д. Жевнова

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ПРОПУСК ПОЕЗДОПОТОКА ПО УЧАСТКАМ СО СЛОЖНЫМ ПЛАНOM И ПРОФИЛЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ УГЛОВАЯ – НАХОДКА

В работе выполнен анализ прогнозов грузовых перевозок на участках со сложным планом и профилем железнодорожного пути от ст. Угловая до ст. Находка на основании планов увеличения объемов перевозок в порты Находка и Восточный. Проведен анализ трудностей пропуска тяжеловесных поездов по участку. В результате исследования выявлены и проанализированы проблемы рассматриваемой линии и рассмотрены мероприятия по ликвидации проблемных мест.

Ключевые слова: железнодорожный участок, грузонапряженный, провозная способность, план, профиль.

THE ADMISSION OF A POYEZDOPOTOK ON SITES WITH A COMPLICATED PLAN AND A PROFILE OF A RAILWAY TRACK ANGULAR – NAKHODKA

In work the analysis of forecasts of freight transportation on sites with a complicated plan and a profile of a railway track from St is made. Angular to the station Nakhodka on the basis of plans of increase in volumes of transportations to the ports of Nakhodka and East. The analysis of difficulties of the admission of heavy trains on the site is carried out. As a result of a research are revealed and analysed a problem of the considered line and actions for elimination of problem places are considered.

Keywords: railway site, cargo intense, carrying ability, plan, profile.

Железнодорожный участок – часть железнодорожной линии, ограниченная техническими станциями, на которых выполняются технологические операции с грузовыми поездами.

Грузонапряженный участок со сложным планом и профилем железнодорожного пути – железнодорожный участок, включающий один и более перегонов, не позволяющих обеспечить пропуск грузовых поездов

унифицированной массы поездным локомотивом в голове поезда в его конструктивном исполнении [6].

Известный нам участок от ст. Угловая до ст. Находка двухпутный электрифицированный участок, оборудованный автоматической блокировкой (АБ), автоматической системой диспетчерского контроля (СПД - ЛП), характеризуется самым трудным участком на сети Дальневосточной железной дороги со сложным планом и профилем пути - более половины его протяженности имеет перевальные участки с кривыми малого радиуса, которые являются ограничением весовой нормы поездов. Общая длина кривых малого радиуса (350 метров и менее) составляет 62,5 км. Это больше, чем 10% от развернутой длины дистанции. К тому же этот путь, проходит через три тяжелых перевала, и идет под крутой уклон - в районе станции Красноармейский и Фридман – 29 тысячных, а у Анисимовки – 30 тысячных. На перевальных участках S - образные кривые радиусом 200 метров и менее.

На участке обращаются поездные локомотивы серий ВЛ80, 2ЭС5К, 3ЭС5К, 1,5ВЛ80, 3ЭС5Кх3ЭС5К; 2х2ЭС5К (4ЭС5К). Установленная унифицированная длина поезда 71 условных вагона, максимальная масса поездов с подталкиванием 6300 тонн. Участки подталкивания: Шкотово – Смоляниново; Новонежино – Красноармейский.

В настоящее время пропуск поездов по трудным участкам при недостаточной мощности поездных локомотивов на отдельных железнодорожных участках применяется три способа организации продвижения грузовых поездов:

- перелом их весовых норм;
- применение подталкивания на отдельных перегонах или на всем железнодорожном участке;
- постановка дополнительных секций в голову поездов.

Провозная способность железнодорожной линии определяется возможностью выполнения объемов перевозок на млн. тонн грузов по ней в течение года. Увеличение провозной способности участка можно достигнуть за счет увеличения массы, пропуска соединенных поездов.

Повышение норм массы грузовых поездов позволяет повысить объемы перевозок, повысить эффективность работы, что для ОАО «РЖД» является основной задачей [5].

Пропуск поездов повышенной массы и длины в кривых участках пути оказывает отрицательное воздействие на изменение ширины рельсовой колеи, угону рельсовых нитей и интенсивному росту износа бокового рельсов, из-за этого увеличиваются затраты на работы по перешивки пути, разгонке и регулировке стыковых зазоров и другие работы по текущему содержанию пути.

Ранее для пропуска шеститысячников на участке Угловая – Находка был осуществлен капитальный ремонт на новых рельсах на 50,3 км, а на старогодних рельсах – 28,8 км. На этом же отрезке были уложены экспериментальные кривые радиусом от 246 до 301 м на железобетонных шпалах с упругим скреплением нормой ширины колеи 1530 мм на четном и нечетном путях перегона Красноармейский – Фридман и Новонежино – Анисимовка. Наблюдения за состоянием пути показали положительные результаты по пропуску поездов.

Пропуск поездов 6300 тонн на участке осуществляется схемой тягового обеспечения поезда: два двухсекционных электровоза 2ЭС5К «Ермак» в голове поезда и два двухсекционных электровоза 2ЭС5К «Ермак» в хвосте поезда.

К 2020 году железная дорога должна обеспечивать перевозку в объеме до 125 млн. тонн в адрес приморских стивидорных компаний в связи с большой динамикой прироста грузооборота. В 2016 году этот показатель составил 90 млн. тонн (2015 году – 86.6 млн. тонн). При этом основная часть грузопотока ориентирована на порты Находка и Восточный, где расположены крупнейшие комплексы по перевалке сыпучих грузов [1].

Высоким показателем в 2016 году грузовой динамики стало и количество соединенных поездов, включая данный участок.

Именно в итоге поправки схемы обращения локомотивов за последнее время увеличился подвод грузовых поездов в адрес портов Находка и Восточный. На направлении Хабаровск – Смоляниново – Находка скорректирована технология пропуска поездов массой 5500 тонн. Эта технология предусматривает частичный пропуск грузовых поездов без технологических остановок на подход станции Смоляниново. Для этого на соседней станции Шкотово организована смена локомотивных бригад, в результате чего сократилось время простоя поездов в Смоляниново, что хорошо отразилось на пропускной способности станции.

Совершенствование железнодорожного узла Смоляниново на нынешний день актуально. Необходимость увеличивать пропускную способность станции с 42 пары поездов до 60-70 пар в сутки позволит выполнять запланированные

объемы перевозок. В 2017 году АО «Восточный порт» ввел в эксплуатацию дополнительный терминал. С производительностью перегрузочного комплекса на проектную мощность вагонопотока прибавилось порядка 600 вагонов в сутки. Для этого запланирована реконструкция станции Смоляниново – строительство дополнительного приемоотправочного парка [2].

Так же осваивать растущие перевозки необходимо благодаря использованию новых технологий и совершенствованию сквозной технологии движения тяжеловесных поездов. Будучи унифицированной, рассматривается масса 7100 тонн. Еще был предложен вариант о выносе наиболее сложных участков на более равнинную трассу четного пути. Так как, величина уклона и кривые с минимальными радиусами оказывают влияние на весовую норму поездов и провозную способность перегона, устанавливается сложность продольного профиля; трудности движения; расходы топлива и электроэнергии – новый путь запроектирован приблизительно с уклонами не более 18 тысячных и кривыми минимальным радиусом не менее 300 м. Весовая норма 6300 тонн и более будет обеспечиваться без подталкивания [3].

С февраля 2015 года в депо Смоляниново поступило в оборот три новых локомотива 4ЭС5К. По первым испытаниям на данном участке новые локомотивы успешно справляются с вождением тяжелых составов, в том числе и на сложных участках – при подъемах 30 тысячных и радиусах кривых до 200 м.

4ЭС5К – четырехсекционный электровоз пятого поколения на коллекторных тяговых электродвигателях, разработан для передвижения грузовых поездов массой более 7 тыс. тонн по горным рельефам без применения локомотивов подталкивания, а также массой до 9 тыс. тонн по равнине. Его мощность – 13 тыс. 120 кВт. Для сравнения мощность трехсекционного локомотива серии 3ЭС5К «Ермак» – 9 тыс. 840 кВт.

На данном этапе проводятся испытания по вождению 4ЭС5К «Ермак» на самом сложном участке Смоляниново – Находка. В течение первого квартала 2018 года электровоз должен подтвердить свои заложенные конструкцией технические характеристики. Пройдя тестовые испытания, новые локомотивы будут выполнять движение тяжеловесных поездов унифицированной массой 7100 тонн на всем Восточном полигоне ОАО «РЖД».

По программе модернизации тягового подвижного состава в период до 2020 года локомотивный парк Восточного полигона запланировано пополнить

до 53 новых «Ермака» [4].

Пропуск тяжеловесных поездов разрешит существенно снизить эксплуатационные расходы дороги, сэкономить материальные и людские ресурсы, усовершенствовать схему движения поездов, значительно увеличить скорость доставки грузов, а строительство нового чётного пути разрешит значительные трудности по содержанию кривых малого радиуса. Данные мероприятия требуют высоких капиталовложений, но за счет них провозная способность участка Угловая – Находка возрастет в два раза.

Научный руководитель – к.п.н., доцент Широков А. П., ДВГУПС.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://dvzd.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=60&layer_id=4069&refererLayerId=3307&page3307_810=207&id=2950.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.dgt.ru/smi-o-nas/institut-dalgiprotrans-delal-predvaritelnye-prorabotki-o-vynose-naibolee-slozhnyx-uchastkov-linii-smolyaninovo-naxodka-na-bolee-ravninnuyu-trassu/>.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://dvzd.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=60&layer_id=4069&id=103721.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.tdrzd.ru/press_centre/branch_news?rid=750&oo=2&fnid=68&newWin=0&apage=1&nm=91589.
5. Путь к решению комплексной задачи // Направление Дальний восток. – 2015. – №7(66).
6. Распоряжение №3107р от 28.12.2015г. Методики определения эффективных методов организации движения поездов на грузонапряженных участках сети со сложным планом и профилем железнодорожного пути.

О. М. Коханов

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ВЛИЯНИЕ ВИДА ТЯГИ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ УЧАСТКОВ

Пропускная способность – максимальные размеры движения в поездах (парах поездов), которые могут быть реализованы за единицу времени. Виды тяги бывают: паровозная, газотурбовозная, тепловозная, электрическая. В работе рассматриваются последние два вида. Так, как они в основном используются на сети железных дорог. Целью статьи является изучение влияния вида тяги на пропускную способность участков.

Ключевые слова: пропускная способность, тепловозная тяга, электрическая тяга, коэффициент надежности, надежность тепловозов, надежность электровозов, пробег локомотивов, оборот локомотивов, потребный парк локомотивов.

THE INFLUENCE OF THRUST ON THROUGHPUT PLOTS

Capacity-the maximum size of movement in trains, which can be implemented per unit time. Types of traction: locomotive, gas turbine, diesel, electric. The paper deals with the last two types. Since they are mainly used on the railway network. The purpose of the article is to study the influence of the type of traction on the capacity of sites.

Key words: carrying capacity, diesel traction, electric traction, coefficient of reliability, the reliability of the locomotives reliability of locomotives mileage of locomotives, the turnover of locomotives required a fleet of locomotives.

Аналитически наличная пропускная способность определяется по следующей формуле [4]:

$$N_{\text{н}} = \frac{(1440 - t_{\text{техн}}) \alpha_{\text{н}} k_{\text{пер}}}{T_{\text{пер}}}, \quad (1)$$

где 1440 – число минут в сутках;

$T_{\text{пер}}$ – период графика на ограничивающем перегоне, мин;

$k_{\text{пер}}$ – число пар поездов (или число поездов) в периоде графика;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент надежности;

$t_{\text{техн}}$ – продолжительность технологического окна.

С учетом отказов подвижного состава в целом коэффициент надежности при расчете наличной пропускной способности принимается на электрифицированных однопутных линиях 0,93, а при тепловозной тяге 0,92. На двухпутных линиях величина коэффициента надежности принимается при электротяге 0,96, а при тепловозной тяге – 0,95 [3].

Воздействие на перевозочный процесс надежности тепловозов учитывают с помощью ряда параметров, обуславливающих ухудшение использования пропускной способности.

Причины задержек поездов: выдача тепловозов под поезда с опозданием, ремонт тепловоза на технической станции, порча тепловоза с требованием резерва и др.

Рассчитаем надежность тепловозного парка отделения в соответствии с диаграммой, приведенной на рис. 1. Для этого определим нестационарный коэффициент готовности локомотивного парка на момент времени t :

$$k_T(t) = 1 - \frac{M_H(t)}{M(t)} \quad (2)$$

где $M_H(t)$ – число отказавших локомотивов на момент времени t ;

$M(t)$ – общий рабочий парк локомотивов.

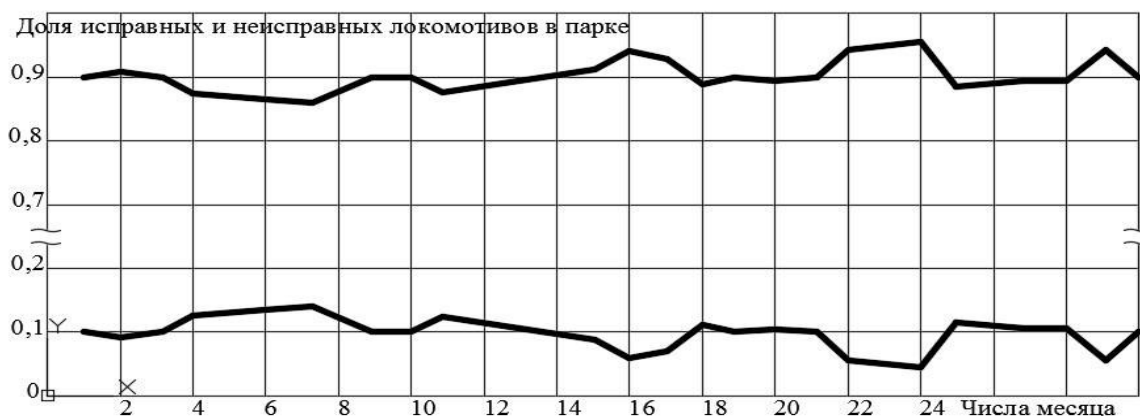


Рис. 1. Диаграмма посуточной готовности и неготовности выполнения эксплуатационной работы по комплексу Т (вверху – процент исправных локомотивов, внизу – процент локомотивов, находящихся в ремонте)

В соответствии с рис. 1 по состоянию на 11-е сутки при парке $M(t) = 200$ ед. получим:

$$k_T(t = 11 \text{ сут}) = 1 - \frac{0,13 \cdot 200}{200} = 1 - 0,13 = 0,87;$$

по состоянию на 16-е сутки:

$$k_T(t = 16 \text{ сут}) = 1 - \frac{0,06 \cdot 200}{200} = 1 - 0,06 = 0,94.$$

Ответ: наиболее высокая готовность была на 16-е сутки.

В современных условиях надежность электровозов гораздо выше, чем тепловозов: в среднем у локомотивов постоянного тока – в 3-4 раза, переменного тока – в 5-6 раз.

Однако последствия отказов при электрической тяге почти сопоставимы с потерями от отказов при тепловозной тяге. Это потому, что электровозы эксплуатируются, как правило, на грузонапряженных линиях с высокой интенсивностью и плотностью транспортного потока. И один и тот же отказ вызывает здесь в 2 – 3 раза больше число задержек поездов, за счет вторичных задержек поездов попутного следования или попутного и встречного потоков.

Допустим, что на двухпутной линии движение поездов организовано по насыщенному графику (рис. 2, а). Тогда при задержке поезда на перегоне на время t_{bi} , все поезда попутного направления будут задержаны на это же время. Число вторично задержанных поездов составит:

$$n_3(t_{bi}) = \frac{t_{bi}}{I' - I''} \quad (3)$$

где I' – интервал движения поездов к месту, где произошел отказ системы;

I'' – интервал движения поездов после восстановления движения.

Фактически реализуемые размеры движения должны быть меньше максимально возможных по пропускной способности при насыщенном графике. Поэтому обязательно на эксплуатируемой линии должно соблюдаться правило: движение поездов после восстановления работоспособности системы должно осуществляться с интервалами I'' , меньшими, чем I' , пока не восстановится безотказное движение до и после места образования отказа.

На однопутном участке (рис. 2, б) «волна задержек» от места отказа распространяется в обе стороны.

На электрифицированных участках интенсивность потока – число поездов, пропускаемых в единицу времени, выше, следовательно, меньше, по

величине интервалы I' по сравнению с участками тепловозной тяги.

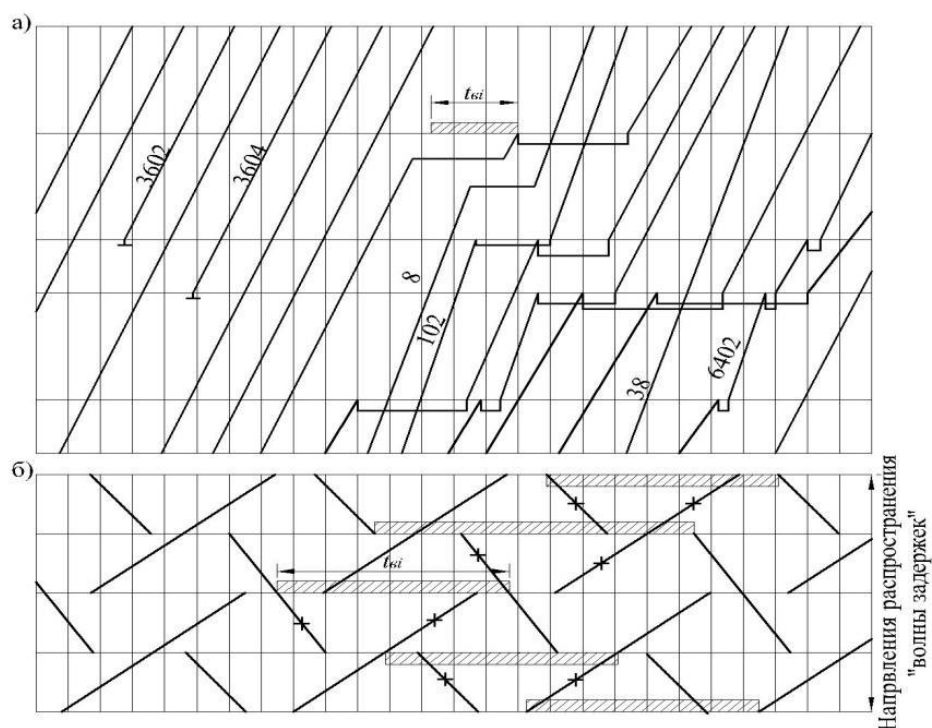


Рис. 2. Фрагмент графика исполненного движения:

а – насыщенный график для двухпутного участка; б – график для однопутного участка

На линиях с постоянным током повреждения фиксаторов и сходы провода с токоприемника составляют 20% отказов устройств энергоснабжения, перерывы питания 16-18%, повреждения контактного провода – свыше 15 %, повреждения опор контактной сети 10-12 %. На линиях с переменным током - повреждения изоляции (до 30 %), перерывы питания (20-22 %), повреждения контактного провода (13-14 %) и опор (до 12 %).

На работу станций отказы комплекса электрической тяги влияют через график движения, определяя интенсивность подвода поездов к станциям, ограничивающих участок и условия их отправления [1].

Разберем данный вопрос с эксплуатационной точки зрения. У электровазов межремонтный пробег больше чем у тепловозов (табл. 1) [2].

Таблица 1

Средние нормы периодичности технического обслуживания и ремонта локомотивов, использующихся в грузовом и пассажирском движении

Серии	Техническое обслуживание		Текущий ремонт, тыс. км			Средний ремонт, тыс. км	Капитальный ремонт, тыс. км
	ТО-2, ч	ТО-3, тыс. км	ТР-1	ТР-2	ТР-3		
Электровозы							
ВЛ10	72	-	25	200	400	800	2400
ЧС2	48	12,5	25	180	360	720	2160
ВЛ65, ЭП1	48	-	25	200	600	1200	2400
ВЛ60К, ВЛ60ПК	48	-	18	180	360	720	2160
Среднее	54	12,5	23,25	190	430	860	2280
Тепловозы							
ТЭ10	72	10	50	150	300	600	1200
2ТЭ116	72	15	50	200	400	800	1600
Среднее	72	12,5	50	175	350	700	1400

Далее рассмотрим такой показатель, как оборот локомотива, ч:

$$\theta_{\text{л}} = \frac{2 \cdot L_{\text{уч}}}{V_{\text{уч}}} + t_{\text{осн}} + t_{\text{об}} + \sum t_{\text{см}}^{\text{бр}} \quad (4)$$

где $L_{\text{уч}}$ - длина участка обращения локомотивов, км;

$V_{\text{уч}}$ - участковая скорость, км/ч;

$t_{\text{осн}}$ - время нахождения на станциях основного депо, час;

$t_{\text{об}}$ - время нахождения на станциях оборотного депо, час;

$\sum t_{\text{см}}^{\text{бр}}$ - суммарное время на смену локомотивных бригад, в пунктах смены бригад, ч. [4].

Основное локомотивное депо предназначено для производства текущего ремонта, технического обслуживания и экипировки.

В оборотном депо локомотивы находятся в ожидании поездов для обратного следования с ними. За это время производится техническое обслуживание, совмещаемое с экипировкой [2].

Следовательно, если увеличивается межремонтный пробег, то сокращается $t_{\text{осн}}$ и уменьшается оборот локомотива. А если уменьшается оборот локомотива, то уменьшается коэффициент потребности локомотивов:

$$K_{\text{л}} = \frac{\theta_{\text{л}}}{24} \quad (5)$$

Таким образом, уменьшается такой показатель как потребный парк локомотивов, лок.:

$$M_{\text{э}} = K_{\text{л}} \cdot N_{\text{гр}} \quad (6)$$

где $N_{\text{гр}}$ - число пар грузовых поездов на участке [4].

Значит, при меньшем значении $K_{\text{л}}$ локомотивами обеспечивается большее число пар поездов.

Научный руководитель – к.п.н., доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте» В. В. Широкова, ДВГУПС.

Список литературы

1. Грунтов, П. С. Эксплуатационная надежность станций / П. С. Грунтов. – М.: Транспорт, 1986.
2. Просвилов, Ю. Е. Организация и основы технологии работы локомотивного хозяйства: Учебное пособие / Ю. Е. Просвилов, Т. В. Щербицкая; под ред. проф. Ю.Е. Просвилова. – Самара: СамГУПС, 2007. – 99 с.
3. Максимич, Д. А., Анализ факторов, влияющих на коэффициент надежности / Д. А. Максимич, В. В Широкова // Молодой ученый. – 2016. – №27. – С. 107 – 113.
4. Широков, А. П. Технология эксплуатационной работы на участках железных дорог: Учеб. пособие / А. П. Широков, В. В. Широкова. – Хабаровск: ДВГУПС, 2011. – 114 с.

А. В. Горлов, М. В. Ключников, Т. Е. Махненко
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА РОСПУСКА ОТЦЕПОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКЕ

В статье рассмотрены проблемы, возникающие при роспуске составов, приведен анализ данных по работе сортировочной горки, предложен способ определения ходовых качеств отцепов с помощью систем диагностики.

Ключевые слова: сортировочная горка, отцепы, буксовый узел, регулирование скорости, анализ, статистические данные, корреляция, система диагностики.

PROBLEMS OF BREAKING DOWN TRAINS AT HUMP YARD

The article considers problems of breaking down trains, analyzes statistical data on work of hump yard, proposes a method of definition cars' running characteristics using diagnostic systems.

Keywords: hump yard, cars, axle box unit, speed regulation, analysis, statistical data, correlation, diagnostic systems.

Для современных сортировочных станций большое значение имеет бесперебойная работа горочных комплексов, поэтому крупные сортировочные станции оборудуются комплексными системами автоматизированного управления сортировочным процессом (КСАУ СП). В составе комплекса входит микропроцессорная горочная централизация, в которой для управления роспуском состава рассчитывается модель роспуска отцепов с учетом множества параметров: масса вагонов, температура воздуха, сила и направление ветра и т.д. Однако, нередки случаи, когда данная система допускает ошибки в своей работе: вагоны движутся с отклонением от расчетной скорости. Отцепы, скорость которых ниже расчетной, называются переторможенными. Последствия перетормоза – остановка отцепа раньше предполагаемой точки, что влечет за собой необходимость осаживания состава с предварительной остановкой роспуска.

Причиной переторможения отцепов являются факторы, определяющие ходовые качества вагонов, которые заранее не известны и определяются в процессе движения отцепов по спускной части горки. Одним из таких факторов может являться неисправность буксовых узлов: при движении по спускной части горки, на вагон не действует сила тяги локомотива, он движется лишь под действием собственной силы тяжести, при этом неисправные буксовые узлы оказывают дополнительное сопротивление движению, не учитываемое при предварительных расчетах. Также необходимо принять во внимание количество вагонов, находящихся в отцепе, так как при увеличении числа вагонов негативное влияние одного неисправного вагона уменьшается.

Для исследования проблемы была взята статистика роспуска составов на станции Московка в весенний, летний и осенний периоды в дневные и ночные смены. Архивные данные приведены в табличной форме (рис. 1) по каждому поезду.

Управление замедлителями															
Начало роспуска		15:26:03 11.06.16		Номер поезда		2113									
Конец роспуска		15:36:06 11.06.16		Индекс поезда		8500 346 8300									
Роспуск		159245		Путь		2									
└─ м/с															
Отцеп	КВ	ВК	1 ТП	Упр.	Вых.	Расх.	2 ТП	Упр.	Вых.	Расх.	3 ТП	Упр.	Вых.	Расх.	
1	1	Л	002	A	22.7	0.0	031	A	17.1	0.0	315	A	8.6	0.0	
2	1	ЛС	002	A	22.6	0.0	031	A	18.1	0.0	314	A	5.5	0.0	
3	2	ОТ	001	A	22.5	0.1	011	A	13.3	0.0	105	PA	6.4	1.7	
4	1	С	002	A	22.4	0.0	021	A	17.1	0.0	207	A	6.2	0.0	
5	1	ОТ	002	A	20.4	0.0	021	PA	15.8	0.0	211	A	5.1	0.0	
6	2	ОТ	001	A	22.7	0.3	011	A	15.1	0.0	101	A	4.5	0.0	
7	1	ОТ	002	A	21.0	0.0	031	A	16.1	0.0	314	A	4.6	0.0	
8	1	ОТ	002	A	19.7	0.0	021	A	14.2	-0.3	211	PA	8.7	2.6	
9	1	ОТ	002	A	19.0	0.0	031	A	14.1	0.0	314	A	5.0	0.0	
10	3	ОТ	001	A	21.8	0.1	011	A	15.8	0.0	101	PA	5.6	1.0	
11	1	ОТ	002	A	19.5	0.0	021	A	14.2	-0.3	211	PA	8.7	2.6	
12	1	ОТ	001	A	20.8	0.0	011	A	15.4	0.0	101	A	4.3	0.0	
13	1	Т	002	A	22.1	0.0	021	A	15.5	0.0	211	A	8.0	0.3	
14	1	Т	001	A	22.7	0.0	011	A	16.2	0.0	102	A	6.3	0.0	
15	1	ЛС	002	A	22.3	-0.5	021	A	16.9	0.0	210	A	2.5	-1.1	
16	1	Л	002	A	22.8	0.0	031	A	16.3	0.0	315	A	7.9	0.0	
17	1	Л	001	A	22.8	0.0	011	A	17.4	0.0	102	A	9.5	0.0	
18	2	ОТ	002	A	18.4	0.0	021	A	14.5	0.0	210	PA	3.1	0.0	
19	6	Л	002	A	21.4	0.0	031	A	17.4	0.0	315	PA	8.4	1.0	
20	1	Т	001	A	22.5	0.0	011	A	12.5	-0.5	105	PA	6.6	1.7	
21	1	Т	001	A	21.4	0.0	011	A	15.2	0.0	102	A	8.1	0.5	
22	1	Т	001	A	17.0	0.0	011	A	11.6	0.1	105	A	5.9	0.6	
23	7	ЛС	002	A	21.4	0.6	031	PA	16.4	0.5	315	PA	7.8	1.5	
24	8	Л	002	A	19.4	0.0	031	PA	16.8	5.0	315	PA		Ост	
25			001	P	19.0	7.2	011	P	19.1	13.6					

Рис. 1. Архивные данные о работе замедлителей

Расхождения фактической и расчетных скоростей находится в столбцах «Расх.», по отношению к каждой из трех тормозных позиций. Поскольку стоит задача решения проблемы перетормозов, из этих столбцов были выбраны те отцепы, в которых в столбцах «Расх.» число является отрицательным. При этом отцепы переторможённые по причине неисправности замедлителей не учитывались.

На следующем этапе выявлены вагоны с неисправными буксами из числа переторможенных. Эту информацию можно отследить в централизации КТСМ, заранее зная инвентарный номер вагона. В архивных данных (рис.2) можно найти информацию о случаях перегрева букс определенного вагона. В частности, отражается следующая информация: дата и время прохождения состава через установку КТСМ, название станции, номер поезда, число вагонов в поезде, инвентарный номер вагона, температура каждого буксового узла и т.д.

Дата	05.11.17			06.11.17			
Время	01:40	5:09	9:14	7:09	7:28	7:47	8:05
Станция	Карасук3_н	Черлак_н	Карбышево2_н	Петрушенко_н	Любинская_н	Новокиевск_н	Драгунская_н
КТСМ	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02
	ПТО	повышенная скоростная	ПТО	повышенная скоростная	повышенная скоростная	повышенная скоростная	повышенная скоростная
Число ПЕ	2+75	2+75	2+75	2+75	2+75	2+75	2+75
№ Поезда	2431 840005-360-830003	2741 840005-360-830003	2415 840005-360-830003	2281 830003-720-790408	2281 830003-720-790408	2281 830003-720-790408	2281 830003-720-790408
№ Вагона пп	43	43	43	46	46	46	46
Инв. номер	50470327	50470327	50470327	50470327	50470327	50470327	50470327
Max T	Л4	Л4	Л4	П1	П1	П1	П1
Л1	12	11	9	6	7	8	8
Л2	12	12	10	4	7	8	9
Л3	10	8	6	6	9	9	9
Л4	18	16	16	6	9	8	8
П1	10	13	7	18	22	25	27
П2	10	12	9	8	8	11	11
П3	12	13	10	4	5	6	6
П4	11	11	6	7	7	9	9

Рис. 2. Архивные данные о нагреве буксовых узлов

В дальнейшем для анализа собранной информации и выявления зависимостей между количеством переторможенных отцепов и определенными параметрами состава мы будем использовать функцию корреляции. Корреляция или корреляционная зависимость – статистическая взаимосвязь двух случайных величин, при которой изменение значений одной величины ведет к систематическому изменению другой величины. Математической мерой корреляции служит коэффициент корреляции R .

В зависимости от величины коэффициента корреляции определяют уровень взаимосвязи между случайными величинами (см. табл. 1). Положительное значение R говорит о прямой зависимости между случайными величинами, отрицательное значение – обратной.

При рассмотрении влияния перегрева буксовых узлов вагонов на вероятность перетормоза выявлена следующая зависимость: при увеличении процента перегретых вагонов увеличивается процент переторможенных вагонов (рис.3, $R = 0,26$).

Интерпретация коэффициента корреляции

Уровень связи между случайными величинами	Значение коэффициента корреляции R
Очень низкая	0 – 0,3
Низкая	0,3 – 0,5
Средняя	0,5 – 0,7
Высокая	0,7 – 0,9
Очень высокая	0,9 – 1

При рассмотрении влияния количества вагонов в отцепе на вероятность его перетормоза проанализируем распределение отцепов по количеству вагонов, отдельно проведем такую же работу с переторможенными отцепами. Результаты приведены в табл. 2. Обратим внимание на процент, приходящийся на одно- и двухвагонные отцепы: среди общего числа отцепов на них приходится 39,6% и 16,1%, а среди переторможенных 63,2% и 18,8% соответственно, при этом у остальных отцепов динамика обратная. Исходя из этого можно сделать вывод, что наиболее подвержены переторможению одно- и двухвагонные отцепы, т.е. отцепы с минимальным количеством вагонов.

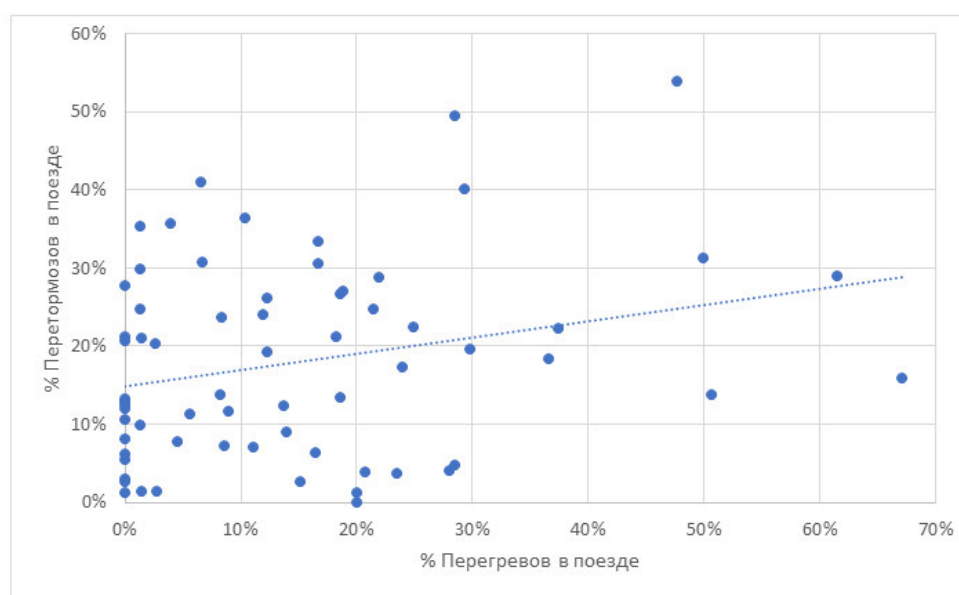


Рис. 3. График зависимости процента переторможенных вагонов от процента перегретых вагонов

Таблица 2

Анализ распределения отцепов по количеству вагонов

Количество вагонов	Общее количество отцепов		Переторможенные отцепы		Коэффициент риска (C)
	Количество отцепов	% (A)	Количество отцепов	% (B)	
1	1824	39,6	904	63,2	1,59
2	738	16,1	269	18,8	1,17
3	377	8,2	54	3,8	0,46
4	263	5,7	34	2,4	0,42
5	237	5,2	34	2,4	0,46
6	258	5,6	32	2,2	0,39
7	236	5,1	28	1,9	0,37
8	209	4,5	21	1,5	0,33
9	165	3,6	19	1,3	0,36
10	163	3,5	22	1,5	0,43
11	68	1,5	4	0,3	0,2
12	35	0,8	4	0,3	0,37
13	28	0,6	6	0,4	0,67
Всего	4601		1431		

Также выявлена следующая зависимость: при увеличении среднего количества вагонов в отцепе увеличивается процент переторможенных вагонов (рис. 4, $R = -0,36$).

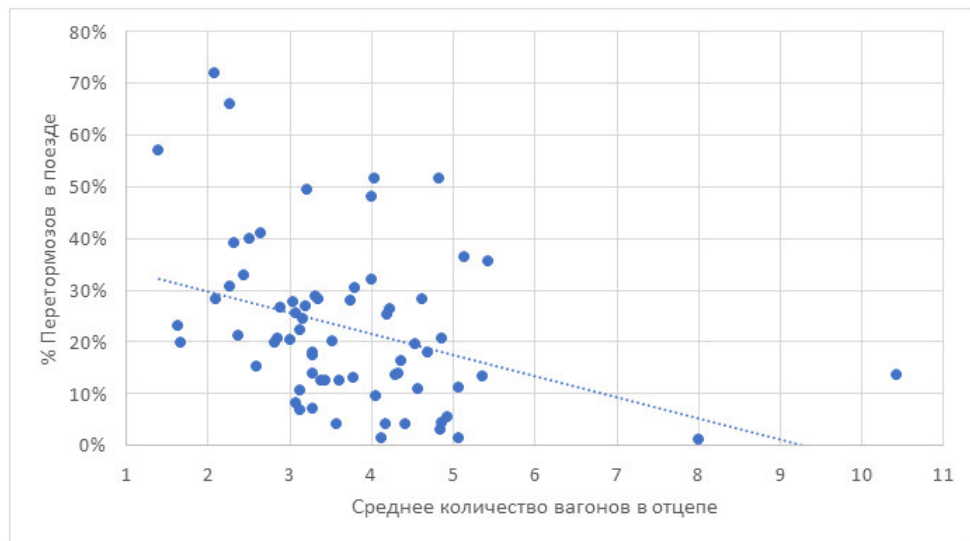


Рис. 4. График зависимости процента переторможенных вагонов от среднего количества вагонов в отцепе

Для выявления более точной зависимости рассчитаем коэффициент распределения, для этого используем данные, приведенные в табл. 2 и следующие формулы:

$$C_i = \frac{B_i}{A_i} \quad (1)$$

$$K = \sum_{i=1}^{13} C_i N_i = C_1 N_1 + C_2 N_2 + \dots + C_{13} N_{13} \quad (2)$$

где A_i – доля отцепов, состоящих из i вагонов, среди общего количества отцепов;

B_i – доля отцепов, состоящих из i вагонов, среди переторможенных отцепов;

C_i – коэффициент, характеризующий риск перетормоза -вагонного отцепка;

N_i – количество -вагонных отцепов в данном составе.

На рис.5 показана зависимость количества переторможенных вагонов от рассчитанного коэффициента распределения ($R = 0,43$).

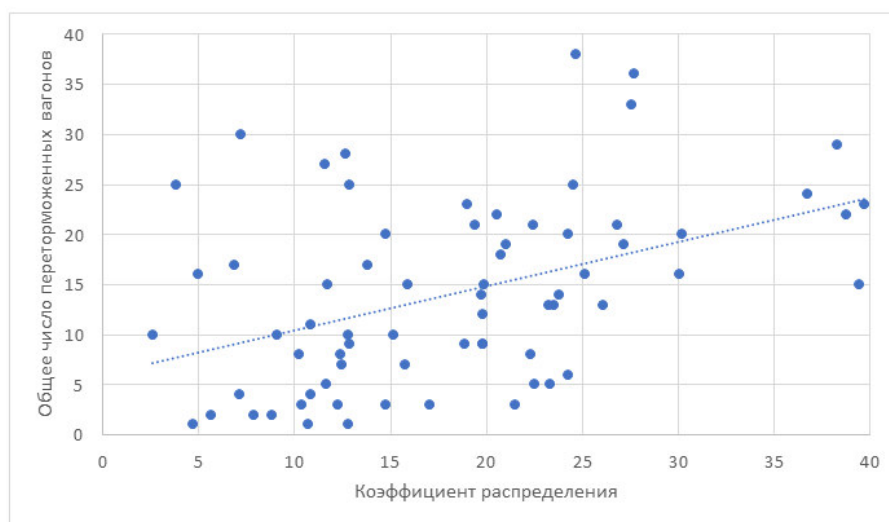


Рис. 5. График зависимости общего числа переторможенных вагонов от коэффициента распределения

Вывод: мы рассмотрели два фактора, влияющих на вероятность перетормоза отцепы: неисправность буксовых узлов вагона (перегрев) и количество вагонов в отцепе. Рассчитанные коэффициенты корреляции говорят о слабом влиянии каждого из этих факторов по-отдельности. Однако нужно понимать, что на вероятность перетормоза влияет одновременно множество факторов. И если рассмотреть два вышеназванных фактора в совокупности, то они оказывают значительное влияние на качество процесса роспуска, но при этом на сегодняшний день не учитываются в построении модели.

Научный руководитель – доцент кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» В. В. Дремин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник / В. В. Сапожников [и др.]; под ред. В. В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2006. – 247 с.
2. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учеб. пособие для вузов / под ред. Г. Теег, С. Власенко. – М.: Интекст, 2010. – 487 с.
3. Общий курс железных дорог: Учебник / В. Н. Соколов [и др.]; под ред. В. Н. Соколова. – 2002. – 295 с.
4. Шипулин, Н. П. Комплексная автоматизация и механизация станционных процессов [Электронный ресурс] / Н. П. Шипулин, А. Н. Шабельников // АСИ. – 2017. – №10.

5. Шабельников, А. Н. КСАУ СП – новое направление автоматизации сортировочных горок [Электронный ресурс] / А. Н. Шабельников, В. Н. Соколов // АСИ. – 2017. – №8.

6. Шабельников, А. Н. Методы повышения безопасности в КСАУ СП [Электронный ресурс] / А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // АСИ. – 2017. – №3.

УДК 656.212.5:656.225(571.62)

В. С. Кореткина

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОСТОЙ МЕСТНОГО ВАГОНА НА СТАНЦИИ

В статье рассмотрен вопрос об организации местной работы на станции Хабаровск-2. Проведен анализ основных технологических операций, проводимых с местным вагоном. Выявлены факторы, влияющие на простой местного вагона, и предложены соответствующие меры.

Ключевые слова: простой местного вагона, местная работа, качественные показатели работы станции, показатели местной работы, железнодорожная станция.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING INFLUENCE ON SIMPLE LOCAL WAGON ON STATION

In the article is considered the question of organization of local work at Khabarovsk-2. The analysis of the main technological operations carried out with the local car is carried out. Factors affecting the simple local wagon have been identified, and appropriate measures have been proposed.

Keywords: simple local wagon, local work, qualitative indicators of station operation, local work indicators, railway station.

Местная работа представляет собой комплекс мероприятий по организации перевозочного процесса, связанных с выполнением грузовых операций и составляет значительную долю в поездной, сортировочной и маневровой работе, влияет на использование вагонов, локомотивов и пропускную способность инфраструктуры [1].

Главные показатели местной работы станции (без учета количественных): простой местного вагона на станции и коэффициент сдвоенных операций, который определяет среднее число грузовых операций, выполняемых с одним местным вагоном.

Коэффициент сдвоенных операций можно понимать как показатель, который характеризует меру использования под погрузку выгруженных вагонов. Определяется отношением суммы погруженных и выгруженных вагонов к количеству местных вагонов на станции. Значение показателя варьируется от 1 до 2, и если он близится к 2, то используется под погрузку в основном выгруженные порожние вагоны. На станции Хабаровск-2 в 2017 году сдвоенные операции производились лишь с 50% местных вагонов. Применение таких операций позволит не только сократить время на маневровую работу, но и уменьшить простой вагонов под погрузочно-разгрузочными операциями, что благоприятно скажется на простое местного вагона в целом.

Средний простой местного вагона на станции рассматривается по трем укрупненным процессам: прибытие, грузовые операции и отправление. За 2017 год простой местного вагона на станции Хабаровск-2 по трем укрупненным операциям превысил план на 56,97%, в том числе на ответственности ОАО «РЖД» план превышен на 34,18%. Это говорит о том, что требуется комплекс мероприятий, где на каждое «узкое» место будет направлена соответствующая мера.

Мероприятия по уменьшению среднего простоя местного вагона зависят от объемов грузовой работы и качественных показателей работы станции, с помощью которых можно определить на этапе какой укрупненной операции и по какой причине возникают длительные простои. В 2017 году темпы снижения простоя местного вагона на сети могут стать наиболее высокими за последнее время. Этому способствует проводимая в ОАО «РЖД» работа по ускорению развоза местного груза, своевременной уборке и подаче вагонов к местам выгрузки. ОАО «РЖД» ставит перед собой задачу по снижению простоя местного вагона к концу 2017 года до 19 часов [2].

Исследование причин длительного простоя показал, что примерно 80% времени простоя приходится на выполнение технологических операций и 20% – на ожидание этих операций. К ним относятся: обработка состава в парках прибытия и отправления, продолжительность которых зависит от времени

технологического и коммерческого осмотра, закрепление и ограждение, обеспечение поезда тягой, накопление составов и группы вагонов, подача и уборка, грузовые операции.

При более детальном анализе норм простоя местного вагона станции Хабаровск-2 выявлен сверх ненормативный простой под операциями прибытия и отправления. Причиной сверхнормативного простоя местного вагона на ответственности ОАО «РЖД» по элементу от прибытия до подачи вагонов под грузовой фронт явилось:

1. Занятость путей сортировочного парка, парка отправления из-за несвоевременного отправления поездов вызвала ожидание расформирования.

2. Занятость локомотива перевозчика и нахождение данных вагонов на путях инфраструктуры ОАО «РЖД» в ожидании подачи.

3. Ограничение пропускной способности участка станции Хабаровск II.

4. Работа с парком превышающим норматив. В результате чего сортировочная горка испытывает затруднение в роспуске составов, такое положение складывается из-за ограничений отправления поездов со станции как в четную, так и в нечетную сторону.

5. Так на станции Хабаровск II 54,43% среднесуточного наличия местного груза не подается на грузовой фронт. Данная ситуация сложилась ввиду преимущественного пропуска транзитных поездов без переработки, что составляет 48,8% от общего количества отправленных поездов, в связи с чем были заняты пути сортировочного парка местными и транзитными вагонами с переработкой в ожидании перестановки составов в парк отправления.

Причиной сверхнормативного простоя местного вагона на ответственности ОАО «РЖД» по элементу от уборки до отправления вагонов в составе поезда явилось:

1. Ограничение на отправление поездов в связи с производством «окон» на прилегающих станциях и перегонах.

2. Отсутствие, неисправность поездных локомотивов.

3. Ожидание локомотивных бригад.

4. Отцепка неисправных вагонов.

Путем введения увеличенного числа групп осмотрщиков бригады ПТО, временного планирования погрузки согласно плану формирования, рационального числа подач и уборок вагонов, а также очередности, максимальной

параллельности операций, применения новых технологий и широкого применения сдвоенных операций можно сократить простой местного вагона. Сокращение времени на выполнение технологических операций уменьшит простой в ожидании этих операций. Также на простой местного вагона в ожидании технологических операций влияет занятость маневрового локомотива, поэтому решение вопроса его нехватки следует рассматривать как еще одно важное мероприятие по уменьшению среднего простоя местного вагона.

Уменьшение времени простоя вагонов является одним из важнейших направлений ускорения оборота вагонов. Экономическая эффективность ускорения оборота вагонов определяется экономией капитальных вложений в подвижной состав, в вагонное хозяйство и путевое развитие станций, снижением эксплуатационных расходов на содержание подвижного состава.

Таким образом, местная работа – одна из важнейших составляющих эксплуатационной деятельности сети дорог. Ее эффективность влияет на выполнение основного качественного показателя – оборота грузового вагона, ускорение его продвижения, в чём должны быть заинтересованы все участники перевозочного процесса.

Научный руководитель – к.п.н., доцент А. П. Широков ДВГУПС.

Список литературы

1. Левин, Д. Ю. Оптимизация местной работы / Д. Ю. Левин, И. Н. Шапкин, Е. О. Дмитриев // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 9. – С. 38 – 44.
2. Широкова, В. В., Организация работы сортировочной станции: Учеб. пособие / В. В. Широкова, Е. А. Несветова. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006. – 98 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1377925&archive=2017.06.27>.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ist311.narod.ru/tema16/index.htm>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://sci.house/logistika-kniga-scibook/effektivnost-snijeniya-prostoya-21525.html>.

А. Ю. Кручинина

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЯКУТИИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ВВОДОМ В ПОСТОЯННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ УЧАСТКА ТОММОТ - НИЖНИЙ БЕСТЯХ И СОЗДАНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА В НИЖНЕМ БЕСТЯХЕ

В статье рассмотрены различные экономические, социальные и промышленные аспекты развития Республики Саха (Якутии), вызванные вводом в постоянную эксплуатацию участка Томмот – Нижний Бестях и созданием транспортного узла в Нижнем Бестяхе.

Ключевые слова: Якутия, Томмот, Бестях, развитие, перспективы, железная дорога, уголь, северный завоз, река Лена, транспортный узел, АЯМ.

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT YAKUTIA, DIVERSIFIED BY INTRODUCTION TO THE CONSTANT OPERATION OF THE TOMMOT-NIZHNIY BESTYAKH AND CREATING A TRANSPORT NODE IN NIZHNIY BESTYAKH

The article considers various economic, social and industrial aspects of the development of the Republic of Sakha (Yakutia) caused by the commissioning of the Tommot-Nizhny Bestyah site and the creation of a transport hub in Nizhny Bestyah.

Keywords: Yakutia, Tommot, Bestyakh, development, prospects, railway, coal, northern delivery, Lena river, transport junction, AYAM.

Площадь Якутии составляет 3 084 000 км², из них примерно на 60 % территории требуется северный завоз, в том числе в северных и арктических районах. При этом схема доставки грузов является очень сложной. Зимой груз накапливается в г. Усть-Кут (Иркутская область) до открытия навигации на р. Лена. Она начинается в мае, груз отправляется по реке. В конце июля – начале августа открывается арктическая навигация на северных реках (Индиگیرка, Яна, Калыма, Анабара) и этот груз доходит до их устья, затем он остается там

до следующей навигации. Параллельно этому процессу развозится прошлогодний груз. То есть наш груз, который мы отправили зимой, появится во входных базах (районных центрах), в общем, только через полтора года. До населённых же пунктов он в целом доберется за два года, так как локальный развоз осуществляется зимой [5].

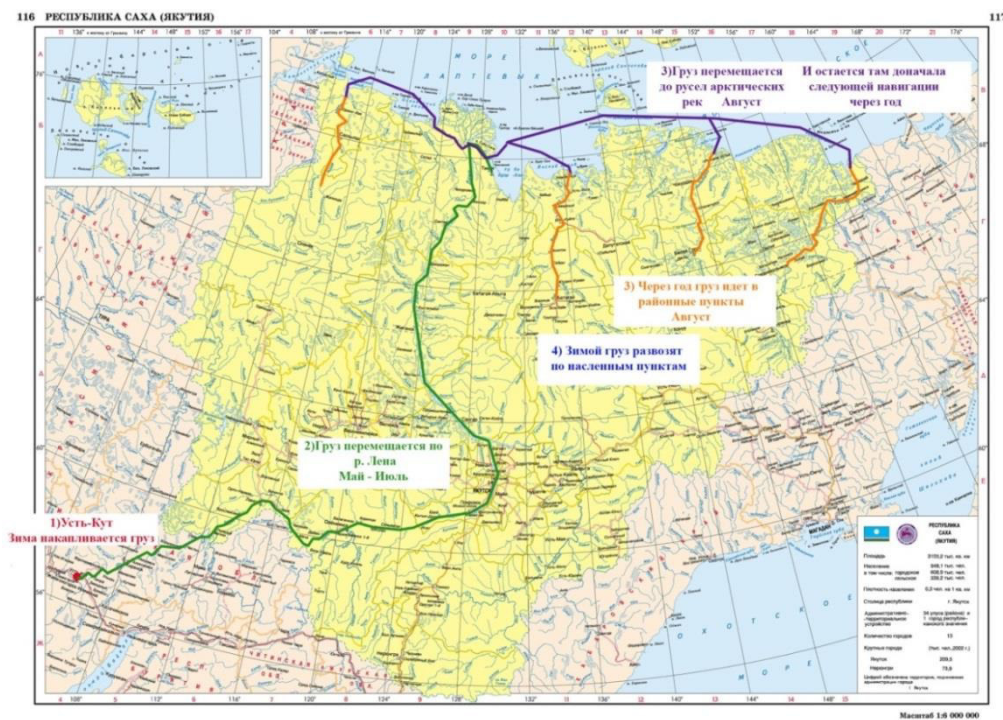


Рис. 1. Карта Республики Саха (Якутии)

Так же в последние 5 лет замечено существенное обмеление устья р. Лена, что делает его безопасным только для мелкосидящего флота. Движение очень затруднено даже при неполной загрузке. Крупные компании и предприниматели уже начинают разрабатывать альтернативные маршруты с участием водного, железнодорожного и автомобильного сообщения [2].

Решением данных трудностей является ввод в постоянную эксплуатацию участка Томмот - Нижний Бестях и созданием крупного транспортного узла с привязкой к железнодорожной станции Нижний Бестях.

На данный момент участок, протяженностью 436 км, функционирует в режиме временной эксплуатации с 2014 года. ОАО «РЖД» планирует достроить дорогу и ввести её в постоянную эксплуатацию в конце 2018 года.

Это событие не только упростит схему доставки северного завоза, но и приведёт к увеличению объёмов перевозок за счет освоения новых месторождений и расширения добычи на существующих.

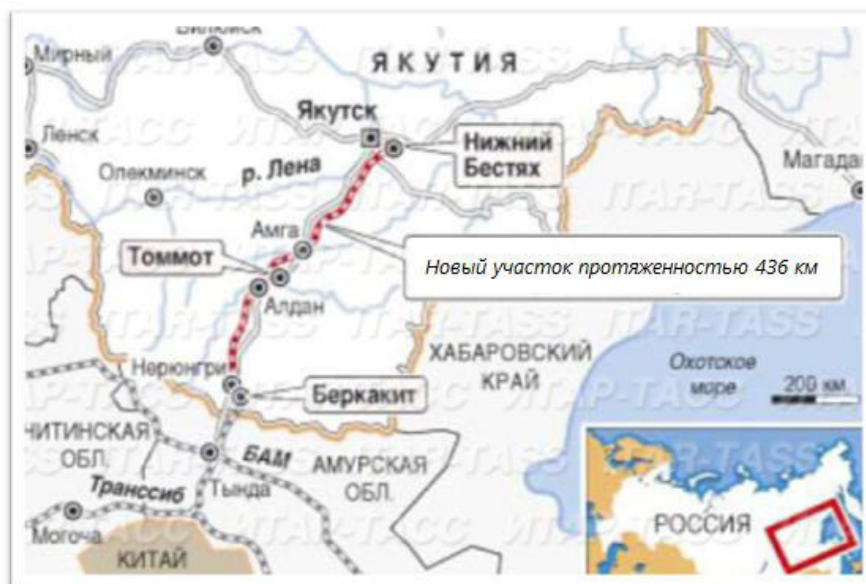


Рис. 2. Схема железных дорог на территории Республики Саха (Якутии)

Помимо этого в будущем на объемы перевозок окажут темпы роста проектируемого производственного кластера в Южной Якутии. Например: проект «Тимир» предполагает строительство горно-обогатительных комбинатов суммарной мощностью до 20 млн. т. железной руды в год.

В рамках программы «Комплексное развитие Южной Якутии» намечено строительство пяти железнодорожных ответвлений от действующей инфраструктуры протяженностью 269 км. Это участки Томмот – Эльконский горно-металлургический комплекс, Косаревский – Селигдарский горно-обогатительный комбинат, Таежная – Таежный ГОК (4 км), Хани – Тарыннахский ГОК, а также разъезд Чульбасс – Инаглинская обогатительная фабрика. Последний уже построен и готовится принять грузы. С учетом Инаглинской шахты добыча компанией угля в Якутии достигнет 4 млн. т. Половина отгружаемой продукции поставляется на экспорт. К 2020 году планируется увеличить суммарную выработку до 12 млн. т.

Несомненно, благодаря всей ветке Беркакит – Нижний Бестях произойдет соединение Транссибирской, Байкало-Амурской магистралей и Северного морского пути. И поэтому в будущем строительство моста через реку Амур между селом Джалинда (Амурская область) и китайским поселком Мохэ приобретет международный характер для этого транспортного коридора. Построить этот мост предполагается до 2025 года и образуется следующий маршрут: Мохэ (Китай) –

Джалинда – Сковородино – Тында – Нерюнгри – Якутск – Северный морской путь – порты российского Севера и Западной Европы [3].

Сейчас в Нижнем Бестяхе идет работа по реализации инвестиционных проектов по созданию причалов. При временной эксплуатации пускового комплекса Томмот – Нижний Бестях функционируют склады переработки нефтепродуктов АО НК «Туймаада-Нефть». В зоне примыкания к железнодорожному узлу ведется строительство перерабатывающих складских мощностей. На завершающей стадии строительства находятся объекты ОАО «Транспортно-логистический центр Республики Саха (Якутия)», а также склады переработки нефтепродуктов ОАО «Саханефтегазсбыт» [1].

Рассмотрев данную тему можно сделать несколько выводов.

При вводе в постоянную эксплуатацию этого участка на нем появится пассажирское движение, что способствует мобильности и приросту населения. В купе с увеличивающимися объемами добычи на существующих месторождениях полезных ископаемых и освоением новых дает огромное количество рабочих мест. Что увеличит плотность населения, которая составляет сейчас 1 человек на 3 км². Что в свою очередь приведет к увеличению качества жизни населения.

У более 83 % населения будут обеспечиваться грузами ритмично круглый год. В связи с этим отпадёт нужда в таком массовом северном завозе и стоимость доставки грузов уменьшится на 1/3. И увеличится скорость оборота средств всех предприятий связанных с отраслями экономики и социальной сферой Республики.



Рис. 3. Карта аэропортов Республики Саха (Якутии)

На территории Якутии существуют 33 аэропорта и во многих отдаленных

населенных пунктах это единственный способ передвижения по республике и стране. Но после осуществления всех задуманных планов, железнодорожный транспорт сможет конкурировать с воздушным транспортом.

С появлением новой транспортной инфраструктурой снизится цена реализации проектов новых перерабатывающих предприятий, появление которых сейчас невозможно из-за ее отсутствия.

Переход на железную дорогу основных грузопотоков сократит расходы на перевозку и уменьшит объем кредитования товарных запасов за счёт сокращения срока их хранения в среднем на 83 дня [4].

Создание транспортного узла, ввод в постоянную эксплуатацию участка Томмот – Нижний Бестях вместе с предполагаемым скорым строительством моста через р. Лена в г. Якутске может стереть разницу между доступным Южным районом Якутии и трудно достигаемыми остальными районами республики.

Список литературы

1. В Нижнем Бестяхе (Якутия) создается крупный транспортный узел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/v-nizhnem-bestyakhe-yakutiya-sozdaetsya-krupnyy-transportnyy-uzel/>. – (Дата обращения: 15.02.2018).
2. Северный завоз: Якутия постепенно отказывается от перевозки грузов по верхней Лене [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ysia.ru/glavnoe/severnyj-zavoz-yakutiya-postepenno-otkazyvaetsya-ot-perevozki-gruzov-po-verhnej-lene>. – (Дата обращения: 14.02.2018).
3. РЖД достроит линию Беркакит – Томмот - Нижний Бестях при условии бюджетного финансирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/infrastructure/?ID=1323869>. – (Дата обращения: 15.02.2018).
4. Якутский узел будет развязан финансированием [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1350453>. – (Дата обращения: 15.02.2018).
5. Якутия тратит на северный завоз порядка 30 млрд. рублей в год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://regnum.ru/news/2251580.html>. – (Дата обращения: 14.02.2018).

Е. С. Мартяш

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

В настоящее время по железнодорожной сети на территории РФ реализуется смешанный вид движения поездов. Грузовые и пассажирские поезда, имеющие разные характеристики и требования к инфраструктуре, эксплуатируются на одних и тех же линиях. В статье рассмотрены три варианта по специализации инфраструктуры, предложены оптимальные сценарии их применения и приведены положительные эффекты от их применения.

Ключевые слова: смешанное движение, специализация инфраструктуры, высокоскоростные магистрали, грузовые перевозки, пассажирские перевозки, оптимизация использования инфраструктуры.

FEASIBILITY OF SPECIALIZATION OF THE INFRASTRUCTURE FOR PASSENGER AND FREIGHT TRANSPORT

Currently, the railway network on the territory of the Russian Federation implemented a mixed train traffic. Freight and passenger trains with different characteristics and infrastructure requirements, are operated on the same lines. In the article three variants on specialization of infrastructure are considered, optimum scenarios of their application are offered and positive effects from their application are resulted.

Keywords: mixed movement with a specialization in infrastructure, high speed railway, freight, passenger transport, optimizing the use of infrastructure.

В настоящее время на железнодорожной инфраструктуре по территории РФ реализуется смешанный вид движения поездов (единое грузовое и пассажирское движение). В период строительства железнодорожной инфраструктуры Транссибирской (Транссиб), Байкало-Амурской (БАМ) и других магистралей не предусматривалось создание определенной специализации для железнодорожной инфраструктуры, особенно в части магистральных сетей, отдельно для осуществления пассажирских и грузовых перевозок. Планы развития железнодорожного транспорта привязывались к формированию крупных

промышленных, деловых и культурных центров, которые одновременно являются грузообразующими и пассажирообразующими районами России [1].

В соответствии с актуализированной Генеральной схемой развития сети железных дорог ОАО «РЖД» на период до 2020 и 2025 годов [2] и Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года [3] ожидается неуклонный рост показателя общего пассажирооборота и грузооборота на сети ОАО «РЖД» (табл. 1).

Таблица 1

Прогнозные показатели объема предоставления услуг в сфере пассажирских и грузовых железнодорожных перевозок по базовому (консервативному) варианту развития транспортной системы

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Фактические данные			Прогнозные данные	
			2015	2016	2017	2020	2030
1	Грузооборот	млрд. тарифных т-км	2304,3	2342,3	2491	2600	3020,6
2	Пассажирооборот	млрд. пасс. -км	120,4	124,5	122,8	134	176,6

В данных условиях возникает задача обеспечения качественного обслуживания грузового и пассажирского движения, с оптимизацией затрат на осуществление перевозочного процесса и сопутствующих расходов.

При использовании смешанного движения, возникает ряд проблем:

- использование на одном пути составов с разной нагрузкой на ось и кинематическими характеристиками (для грузовых перевозок важную роль играет разрешенная нагрузка на ось вагона, для пассажирских – скорость и комфорт, возникают разные требования к конструкции строения пути), это осложняет техническое обслуживание, эксплуатацию и ремонт инфраструктуры;
- не параллельность графика движения поездов, возникает съём грузовых поездов пассажирскими, т.к. они обладают большим приоритетом, это снижает пропускную и провозную способность линии и повышает нагрузку на диспетчерский аппарат.

Транспортным холдингом ОАО «РЖД» в стратегии развития на период до 2030 г. предусмотрено разделение инфраструктуры общего пользования на

пассажирскую и грузовую в качестве самостоятельных технических и технологических систем, с переходом на тяжеловесное грузовое движение с нормами по весу 9 тыс. тонн и одновременным развитием высокоскоростного и скоростного пассажирского движения по основным направлениям.

Провести разделение и специализацию инфраструктуры возможно с помощью нескольких комплексных решений:

- сооружение специализированных высокоскоростных магистралей (ВСМ) с отдельной для пассажирских перевозок, перевод на них наиболее востребованных маршрутов, с перспективным освобождением существующей инфраструктуры для грузового движения;

- строительство дополнительных главных путей на основных магистралях, со специализацией их под грузовое и пассажирское движение;

- произвести специализацию для совмещенных линий с сохранением смешанного движения, но с выделением преимущественного типа перевозок, соответственно с корректировкой технических требований и нормативов по содержанию и эксплуатации инфраструктуры под преимущественный тип движения.

Выбор одного из вариантов во всех случаях должен основываться, прежде всего, на эффективности с финансовой точки зрения [4].

Развитие скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения в России основано на «Программе организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации». В рамках программы предусмотрена реализация 20 проектов скоростного и высокоскоростного движения, что позволит организовать более 50 скоростных маршрутов, с не менее 84 млн. поездок в год. Реализация происходит в три этапа. Основные проекты: Москва-Казань- Екатеринбург, Москва- Ростов-на-Дону- Адлер, Москва- Санкт-Петербург. После реализации программы в 2030г. общая протяженность линий со скоростями более 160 км/ч составит 11 тыс. км [5].

Специализация существующих путей под грузовое тяжеловесное движение, после выделения пассажирских перевозок на отдельные сети, позволит:

- более эффективно освоить возрастающие объемы перевозок грузов;
- увеличится скорость доставки грузов;
- минимизировать затраты на пропуск грузового поездопотока;
- создать условия для создания подвижного состава нового поколения.

Согласно инвестиционной программе ОАО «РЖД» строительство ВСМ на данный момент не является первоочередным инвестиционным проектом. Основа программы на сегодняшний день: проекты, связанные с выполнением поручений правительства РФ, обеспечение безопасности на транспорте.

Безусловно, реализация проектов таких масштабов, будь то строительство новых путей или специализация существующих, требуют огромных инвестиций, но полученные социально - экономические эффекты их компенсируют. Большой проблемой является протяженность железнодорожных путей в нашей стране.

Любой из сценариев специализации магистралей осуществить в относительно короткие сроки и повсеместно не представляется возможным, разумней реализацию проводить поэтапно, с применением решения, наиболее подходящего для данных условий. Так, например, строительство ВСМ целесообразно производить, соединяя крупные городские агломерации, с высоким потенциальным пассажиропотоком и платежеспособностью населения.

Строительство дополнительных главных путей рационально производить на линиях с потенциально высоким ростом объемов перевозок, где строительство ВСМ не столь целесообразно, например, Транссибирская магистраль. Строительство дополнительных путей и их специализация ликвидирует узкие места и повысит транзитный потенциал транспортного коридора между Европой и Китаем. В области пассажирских перевозок возможна постепенная модернизация до скоростных магистралей со скоростями движения до 200 км/ч, что существенно повысит мобильность населения. Также, эти факторы ускорят темпы освоения месторождений полезных ископаемых, находящихся в районе тяготения Транссиба.

Проводить специализацию на существующих линиях с сохранением смешанного движения разумно на линиях без перспектив сильного увеличения объемов перевозок грузов и пассажиров. Положительный эффект будет основываться на более оптимизированном перевозочном процессе и продуктивном использовании инфраструктуры.

Таким образом, общими эффектами от специализации железнодорожных линий являются:

- безусловное освоение возрастающих объемов перевозок по сети железных дорог;
- снижение себестоимости перевозок за счет оптимизации

использования инфраструктуры;

- расширение предоставляемых транспортных услуг;
- повышение мобильности населения, безопасности, скорости и доступности железнодорожных пассажирских перевозок.

Можно сделать вывод, что специализация очень сильно поменяет облик грузовых и пассажирских перевозок по железной дороге и в целом на всей транспортной системе. Пассажирские перевозки станут быстрее, доступней, безопасней, увеличится подвижность населения. Грузовые перевозки, в свою очередь, помимо повышения эффективности, потребуют пересмотра существующей технологии пропуска поездов и более тесного контакта со всеми участниками перевозочного процесса.

Научный руководитель – к.п.н., доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте» А. П. Широков, ДВГУПС.

Список литературы

1. Агафонов, Д. В. Анализ целесообразности отделения железнодорожной инфраструктуры высокоскоростных магистралей в Российской Федерации [Электронный ресурс] / Д. В. Агафонов // Наукovedение – 2017 – Том 9 – №1. – Режим доступа: URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/20EVN117.pdf>. – (Дата обращения: 14.02.2018).
2. Пресс-Центр Российские железные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://press.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=654&layer_id=4069&refererLayerId=4069&id=87534. – (Дата обращения: 14.02.2018).
3. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 № 1734-р, ред. от 11.06.2014. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678>. – (Дата обращения: 14.02.2018).
4. Пехтерев, Ф. С. О концепции специализации железнодорожных линий на грузовые и пассажирские перевозки [Текст] / Ф. С. Пехтерев // Бюллетень Объединенного Ученого Совета ОАО «РЖД». – 2013. – №6. – С. 27 – 37.
5. Инновационный дайджест [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/high_speed_traffic_and_infrastructure/prospects_for_the_development_of_high_speed_movement_in_russia.php. – (Дата обращения: 14.02.2018).

Е. В. Панфилова

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ЭКСПОРТ РОССИЙСКОГО УГЛЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ ВОЗРАСТАЮЩЕГО ГРУЗОПОТОКА

В статье был проведен анализ объемов погрузки дороги за 2016 и 2017 года. Выявлена основная причина возрастания темпа прироста погрузки угля – увеличение поставок Россией на экспорт. Описаны мероприятия по освоению возрастающего экспортного грузопотока.

Ключевые слова: погрузка, уголь, экспорт, объем перевозок, инфраструктура, пропускная способность.

EXPORT OF RUSSIAN COAL AND WAYS OF DEVELOPING A GROWING FREIGHT TRAFFIC

The article analyzed the volumes of shipment the road for 2016 and 2017. The main reason for the increase in the rate of coal shipment has been identified and it is an increase in exports. Measures for the development of increasing export freight traffic are described.

Keywords: shipment, coal, export, traffic volume, infrastructure, throughput.

Для экономического развития любой страны важную роль играет транспортная система. Обладая высоким государственным, экономическим, социальным и оборонным значением, железные дороги являются основой системы транспорта в России. Именно на них приходится 40% пассажирооборота и 80% всего грузооборота государства.

Ситуацию в российской экономике во многом отражает перевозочная деятельность ОАО «РЖД», так как она связана с ведущими производителями товаров. Для ее оценки используется ряд показателей и одним из них является объем погрузки (табл. 1) [1].

Исходя из данных таблицы, можно отметить, что наблюдается значительное увеличение темпа прироста погрузки каменного угля. В первую очередь, это обусловлено тем, что Россия поставляет все больше угля на экспорт. Большое значение, во влиянии на погрузку оказывает ситуация на российских и мировых товарно-сырьевых рынках, а также ценовая политика.

Таблица 1

Размеры объемов погрузки на 2016 и 2017 года

Вид груза	За 2016 год, млн. тонн	За 2017 год, млн. тонн	Темп прироста, %
Каменный уголь	329	359	+8,4
Черные металлы	71	73	+2,7
Лом черных металлов	15	16	+6,3
Удобрения	53	57	+7,1
Зерно	19	22	+13,6
Химикаты	35	37	+5,4
Нефть и нефтепродукты	236	235	-0,4
Строительные грузы	141	133	-5,7
Руда цветная	21	20	-4,7

Лидирующую позицию по импорту российского угля занимает Китай. Показатели по импорту выросли на 36,4%, до 25,3 млн. тонн, относительно 2016 года.

Согласно начатой в 2016 году программе реструктуризации энергетики до 2020 года китайское правительство планирует закрыть 800 млн. тонн угледобывающих мощностей, при этом планируется запуск новых шахт на 500 млн. тонн. К тому же в феврале 2017 года Китай, подчиняясь санкциям, введенным против Корейской Народно-Демократической Республики Советом безопасности ООН, прекратил импорт угля из этой страны.

Российское топливо достаточно высокого качества, так как в нем содержится небольшое количество серы и зольности, что выгодно для потребителя. Это позволило России переместиться на четвертое место в списке государств – экспортёров этого вида топлива в Китай.

На второе место по потреблению российского угля вышла Польша. В связи с истощением собственных месторождений, в страну увеличились поставки из России.

Третье место занимает Турция. Экспорт российского угля в страну вырос на 80%, поскольку турецкие металлурги произвели рекордный объем стали.

Дальнейший заметный рост экспорта российского угля ограничен портовыми мощностями, а также инфраструктурой. Чтобы освоить возрастающие объемы перевозок сейчас активно проводятся мероприятия по увеличению пропускной способности, развития инфраструктуры и усилению мощностей портов.

Так, в 2018 году предстоит реализация строительства первого железнодорожного моста между Россией и Китаем Нижнеленинское (РФ) – Тунцзян (КНР), что откроет новые возможности для экспортного грузопотока из Якутии. Данное сооружение рассчитано на пропуск двух путей с колеей российского и китайского стандартов.

Также в 2018 году планируется электрификация участка Карымская – Забайкальск, через который в 2017 году перевозки угля увеличились в семь раз (до 2,9 млн. тонн).

В 2019 году предполагается закончить постройку Байкальского тоннеля, одного из самых сложных в плане пропускных возможностей участков БАМа. Это позволит организовать полностью двухпутное движение через Байкальский хребет и увеличить пропускную способность на участке Северобайкальск – Лена с 15 пар поездов в сутки до 22 пар. Таким образом, увеличится скорость продвижения грузов, как на БАМе, так и на Транссибе.

Однако чтобы освоить возрастающий грузопоток недостаточно реконструкций и улучшений относительно инфраструктуры, нужны комплексные решения, например, ускорение обработки грузов на таможенных пунктах пропуска. Одной из мер, позволяющих быстрее работать с грузом, является механизм «единого окна». Под «единым окном» подразумевается механизм взаимодействия между государственными органами, регулирующими внешнеэкономическую деятельность, и участниками внешнеэкономической деятельности, который предоставляет возможность однократно представлять документы в стандартизованном виде через единый пропускной канал для последующего использования государственными органами и иными организациями в соответствии с их компетенцией при проведении контроля за осуществлением внешнеэкономической деятельности [2]. Данный механизм позволяет уменьшить сложность перемещения грузов через границы и сократить сроки проведения административных процедур и затраты участников внешнеэкономической деятельности.

Сегодня, система реализована на финляндском направлении. Ее использование позволило сократить время таможенной обработки в железнодорожных пунктах пропуска с 60 до 15 минут на поезд.

Внедрение механизма «единое окно» планируется в международных транспортных коридорах «Приморье-1» и «Приморье-2» при перевозке транзитных грузов по территории Российской Федерации через порты Дальнего Востока в порты южного Китая и другие страны АТР [3].

В целом, тарифная система также вносит свой положительный вклад в стимулирование перевозок грузов на дальние расстояния, поскольку в Прейскурант № 10-01 для отдельных грузов указаны дополнительные понижающие коэффициенты за дальность перевозки, а значительные объемы экспортных грузов перевозятся именно на дальние расстояния.

Так, в настоящий момент, январь показал динамику выполнения планов, принятых магистралью на 2018 год. Объемы погрузки стабильно растут, но такие благоприятные прогнозы относительно погрузки ещё не служат гарантией тому, что такой же напряжённой она будет и в течение всего года. Итоги месяца дают представление о том, работу на каких участках производства в погрузочном комплексе региона предстоит активизировать, чтобы составленный план на 2018 год был успешно воплощён.

Научный руководитель – к.п.н., доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте» А. П. Широков, ДВГУПС.

Список литературы

1. Российские железные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5232&layer_id=3290&refererLayerId=3290&id=4083. – (Дата обращения: 11.02.2018).
2. Об Основных направлениях развития механизма «единого окна» в системе регулирования внешнеэкономической деятельности [Электронный ресурс]: решение Высшего Евразийского экономического совета от 29 мая 2014 г. № 68. – Режим доступа: URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tam_sotr/Pages/mdsw.aspx. – (Дата обращения: 12.02.2018).
3. Гудок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/zdr/171/?ID=1386838>. – (Дата обращения: 11.02.2018).

Г. А. Тимошенко

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

ТЯЖЕЛОВЕСНОЕ ДВИЖЕНИЕ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

В работе рассмотрена роль тяжеловесного движения в наши дни. Указано влияние массы поезда и сформулированы соответствующие выводы.

Ключевые слова: тяжеловесное движение, пропускная способность, провозная способность, инфраструктура, локомотивы, вагоны.

HEAVY FREIGHT TRAIN TRAFFIC

The paper discusses the role of heavy freight traffic these days. The influence of the mass of the train is indicated and the relevant conclusions are formulated.

Key words: heavy traffic, throughput, carrying capacity, infrastructure, locomotives, wagons.

Повышение весовых норм на сегодняшний момент является одним из самых приоритетных направлений, позволяющее обеспечить увеличивающиеся объемы перевозок грузов и повысить эффективность работы железных дорог [1].

Развитие тяжеловесного движения, прежде всего, комплексная задача. Она осуществляется по нескольким направлениям. Во-первых, это обеспечение унифицированных весовых норм грузовых поездов на всём пути следования для исключения дополнительной маневровой работы на сортировочных станциях, загрузки горловин и путей. Для осуществления тяжеловесного движения нужна серьезная подготовка инфраструктуры для безостановочного пропуска поездов с нагрузкой 25-30 тонно-сил/ось.

Также на сеть поступают локомотивы с новыми тяговыми характеристиками и инновационные вагоны с повышенной осевой нагрузкой. На настоящий момент уже идет серийный выпуск локомотивов нового поколения для поездов повышенной массы, так на направлении Кузбасс – Дальний Восток запущены поезда массой 7100 тонн. Это решение принято из-за изменений географии грузопотоков, в частности на Восточном полигоне сети и других, где доля перевозок угля, руды, металлов, нефтегрузов в 2015-2016 годах достигла 70%.

Новая структура управления тяговыми ресурсами позволила добиться максимальной эффективности за счет параметров загрузки участков и дислокации парков. В итоге средняя протяжённость участков безотцепочного следования локомотивов превысила 3500 км: электровозы следуют от станции Иркутск-Сортировочный до станции Хабаровск-2 без отцепок в пути следования [2].

В то же время идет разработка и активное внедрение грузовых вагонов с нагрузкой 25 т/ось, позволяющие увеличить массу поезда при сохранении длины состава в 71 условный вагон. Парк новых вагонов постоянно растет, их доля составляет уже 8% (почти 80 тысяч) от эксплуатируемых. Они позволяют более рационально использовать существующую инфраструктуру. Больше всего эффекта возникает при использовании нового подвижного состава именно в кольцевых маршрутах. Поэтому уже определены 29 перспективных полигонов (протяженность более 7200 км), 9 из которых будут служить для эксплуатации новых вагонов с нагрузкой 27 т/ось.

Полный переход к такому движению позволит дополнительно перевозить по сети железных дорог более 100 миллионов тонн грузов ежегодно [4].

Масса поезда в зависимости от типа и серии локомотива:

$$Q_c = \frac{F_{кр} - P_{л} \cdot (\omega_0' + i_p)}{\omega_0'' + i_p} \quad (1)$$

где $F_{кр}$ – касательная расчетная сила тяги локомотива, кгс;

$P_{л}$ – вес локомотива, т;

i_p – руководящий уклон на рассматриваемом полигоне, ‰ ;

ω_0' – основное удельное сопротивление движению локомотива, кгс/т;

ω_0'' – основное удельное сопротивление движению вагонов, кгс/т;

Для повышения массы поезда исходя из формулы необходимо:

- Увеличить силу тяги локомотива;
- Уменьшить руководящий уклон;
- Уменьшить основное удельное сопротивление и т.д.

Тяговая характеристика локомотива приведена на рис. 1.

В точке 1 находится максимальная скорость при минимальной тяге, а в точке 2 максимальная тяга при минимальной скорости. Из этого следует, что при необходимости сокращения время движения путем увеличения скорости необходимо понижать силу тяги и как следствие уменьшать массу поезда.

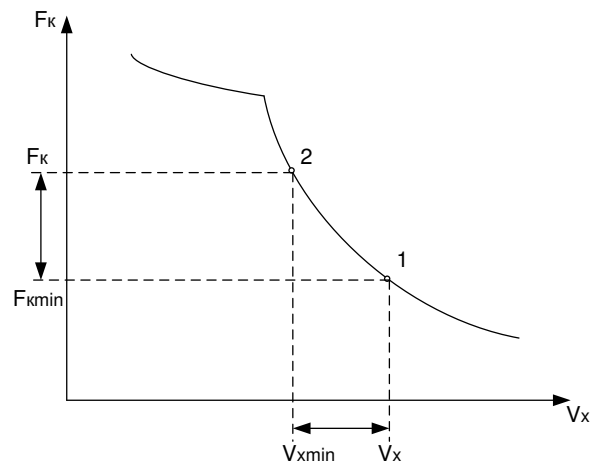


Рис. 1. Тяговая характеристика локомотива

Повысить производительность локомотива и снизить уровень расхода топлива можно с помощью новых технологий: вождение сдвоенных поездов локомотивами с автоматизированной системой управления распределённой тягой, вождение поездов по энергосберегающим «ниткам» графика и другие.

Масса поезда влияет на:

1. Потребные размеры движения грузовых поездов:

$$N_{\text{гр}}^{\text{потр}} = \frac{10^6 \cdot \sum \Gamma_{\text{гр}}^{\text{потр}} \cdot K_{\text{н}}}{365 \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{гр}} \cdot \varphi_{\text{гр}}}, \quad (2)$$

где 365 – количество дней в году;

$\varphi_{\text{гр}}$ – соотношение массы нетто и массы брутто;

$Q_{\text{бр}}^{\text{гр}}$ – установленная масса поезда брутто для грузовых поездов;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности перевозок;

$\sum \Gamma_{\text{потр}}^{\text{гр}}$ – потребная провозная способность по плану перевозок груза с учетом прогноза, млн.т. в год.

Исходя из формулы, можно сделать вывод, что потребные размеры движения снижаются при увеличении массы поезда.

2. Провозную способность:

$$\Gamma_{\text{нал}} = \frac{365 \cdot N_{\text{гр}}^{\text{нал}} \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{гр}} \cdot \varphi}{K_{\text{н}}} \quad (3)$$

Повышение весовых норм позволяет увеличить наличную провозную способность.

Вопрос о весе и скорости грузовых поездов касается не только провозной способности, но и реконструкции, снижения стоимости перевозок,

технического переоснащения. Также при тяжеловесном движении неизбежны издержки на простои на станции. Но в связи с существующей низкой пропускной способности инфраструктуры необходимо переходить на регулярную эксплуатацию поездов повышенной массы и вагонов с нагрузкой 25 т/ось. Такой переход позволит увеличить вес поезда на 47 тонн и сократить на 4,6 млрд. рублей в год эксплуатационные расходы.

Наряду с этим организация такого движения больше, чем просто наличие локомотивов и обновленная инфраструктура – необходимо налаживать связи с операторскими компаниями для более эффективного планирования перевозок. Эффекты для операторов возникают за счет экономии транспортировки, вследствие более продолжительного использования новых вагонов и меньших затрат на их ремонт по сравнению с ныне действующими. А грузоотправители имеют экономию по тарифным решениям и также за счет ремонтов.

Из вышеперечисленного можно сделать выводы:

1. Увеличение веса поездов повышает провозную способность инфраструктуры и позволяет реализовать дополнительный объем перевозок.
2. Массовое использование тяжеловесных поездов позволит сократить парк электровозов на заданный грузооборот.
3. Утяжеление поездов до 8 – 10 тыс. т в массовом порядке проблематично, так как потребует высокозатратной коренной модернизации всех структур, обеспечивающих перевозку грузов.
4. Скорость данных поездов будет ниже скорости обычных, что приведет к снижению пропускной способности участков.
5. Тяжеловесные поезда могут быть высокоэффективны на отдельных маршрутах при специально оговоренных условиях.

Научный руководитель – к.п.н., доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте» В. В. Широкова, ДВГУПС.

Список литературы

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р. – Режим доступа: URL: www.rzd.ru. – (Дата обращения: 05.03.2018).

2. Поездам придали вес [Электронный ресурс] // ГУДОК: газета – № 191 (26330). – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1391189>. – (Дата обращения: 06.03.2018).

3. Курбасов, А. С. Тяжеловесное движение грузовых поездов на российских железных дорогах: за и против [Электронный ресурс] / А. С. Курбасов // Наука и техника: журнал. – 2012. – Режим доступа: URL: http://www.rostransport.com/science_transport/pdf/3/15-17.pdf. – (Дата обращения: 05.03.2018).

4. Развитие тяжеловесного движения в России выгодно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://lenta.ru/articles/2016/12/20/wagons>. – (Дата обращения: 05.03.2018).

УДК 656.212.5.021.5

Л. Н. Румянцева

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

РАБОТА СТАНЦИИ КОМСОМОЛЬСК-СОРТИРОВОЧНАЯ В УСЛОВИЯХ РОСТА ОБЪЕМА ПЕРЕВОЗОК С НОВОГО УРГАЛА НА ВАНИНО

Данная статья посвящена работе станции Комсомольск-Сортировочная в условиях объема перевозок. Вследствие увеличения грузопотока с Нового Ургала связанного с открытием новых карьеров по добыче угля. Так же рассмотрены существующие проблемы станции Комсомольск-Сортировочный и решения возникших проблем.

Ключевые слова: поезд, станции, транзитный.

WORK OF THE KOMSOMOLSK-SORTING STATION IN THE CONDITIONS OF GROWTH OF TRANSPORT FROM NEW URGAL TO VANINO

In this article, the work of the Komsomolsk-Sortirovochnaya station is discussed in terms of traffic volume. Due to increased traffic from New Urgal associated with the opening of new quarries for coal mining. Also, the reasons for the problem of the Komsomolsk-Sortirovochny station and the solutions to the problems that have arisen are discussed.

Keywords: train, station, transit.

Станция Комсомольск-Сортировочный (КС) – внеклассная узловая сортировочная станция сетевого значения на Байкало-Амурской магистрали, расположена в Центральном округе города Комсомольск-на-Амуре на территории Комсомольского муниципального района Хабаровского края и обслуживает три однопутных направления (КС - Волочаевка II, КС - Советская Гавань, КС - путевой пост 349 км – Постышево), и одно двухпутное направление (КС - путевой пост 349 км - Комсомольск-на-Амуре).

По планам развития Восточного полигона на 2025 год планируется увеличения пропускной способности на участке Новый Ургал - Комсомольск - Сортировочный в 3 раза.

Наиболее сокращенный оборот вагона и ускоренная доставка грузов обеспечиваются при строгом соблюдении плана формирования поездов, предусматривающий наибольший пробег поездов без переработки, наименьший простой транзитных вагонов на сортировочных станциях.

На станции выполняются следующие виды работ с поездами пребывающими с направления со станции Новый Ургал:

- с транзитными поездами без переработки;
- с транзитными поездами с переработкой;
- обработка транзитных грузовых поездов без переработки, в том числе со сменой локомотива и/или локомотивной бригады по направлениям следования поездов;
- работа с транзитными грузовыми поездами, следующими с изменением направления движения по направления следования поездов [2].

На основе анализа станции за 7 месяцев 2017 года видно, что работа горки увеличена на 1,4%. Повторная переработка вагонов составила 21,9%, по сравнению с 2016 годов возросла на 3,4%. Так же показатель простоя вагонов с переработкой в сортировочном парке увеличился [3]. Завышение произошло по причинам: накопления и ожиданием формирования.

Причинами это стали:

1. завышение вагонооборота по станции на 2,4%;
2. ограничение максимальной величины отцепа для груженых вагонов до 10 вагонов;
3. искусственное ограничение полезных длин путей сортировочного парка (запрет закрепления подвижного состава имеющих боковой износ рельсов на

расстоянии менее 200 метров от изолирующих стыков маневровых светофоров, ограждающих данные пути сортировочного парка до замены рельсов);

4. ожидание окончания накопления поездов (накопление струй с низкими вагонопотоками);

5. ожидание окончания формирования поездов (формирование струй с низкими вагонопотоками);

6. заказ поездов, изменения плана формирования, ожидание нитки графика или пути выставления.

Нарушение плана формирования поездов приводит к тому, что поезд, неправильно составленный с постановкой вагонов на более ближние станции, придется расформировывать там, где это не предусмотрено планом формирования, расходовать маневровые средства на эту работу. Это, в конечном счете, приводит к замедлению оборота вагонов, несвоевременной доставке грузов [4].

Простой транзитного вагона без переработки увеличился на 2,5% по сравнению с 2016 годом [3]. В связи с закреплением и ограждением состава, ожиданием обработки, обеспечением поездной тягой. Недостаточный штат осмотрщиков вагонов одновременный осмотр в парке отправления возможен только 2-х поездов. Вследствие отсутствия путей в парке отправления или наличия разных грузополучателей в составе транзитного поезда назначением Ванино (Ванино-Экспорт и Дальтрансуголь), составы данных поездов принимаются в парк приема и проходят через сортировочную горку. Времена в парке приема и отправления суммируются, время начала обработки элемента «ожидание обработки» для транзитного поезда учитывается в отчетных формах ДО-24ВЦ в конечном парке – парке отправления. Выполнение маневровых операций по пополнению или уменьшению вагонов от транзитных поездов до весовой нормы и длины состава. По данной причине потери в простое вагонов составили 449,8 ваг-часов.

Отсутствие локомотивов или их поздняя выдача (прибытие с другими поездами): в среднем в сутки 11 поездам был подведен поездной локомотив выше установленной нормы для элемента «ожидание локомотива».

Ввиду отсутствия технологической возможности обработки составов транзитных поездов без переработки в Транзитном парке временем начала элемента «обеспечение поезда тягой» или «обеспечение тормозами» в зависимости

от смены локомотива является ввод данных оператором при ДСП о «прибытии поезда», а не «окончание обработки» или «прицепка локомотива к составу поезда».

Дополнительные простои составов в парке отправления связаны с производством маневровой работы по отцепкам вагонов неисправных в техническом отношении (за отчетный период увеличение на 11,6% неисправных вагонов в составе транзитных поездов без переработки).

Выполнение маневровых операций по прицепкам и отцепкам вагонов от транзитных поездов до весовой нормы и длины состава назначением на Ванино со станции составляет 46,7% от общего числа отправленных поездов назначением на Ванино [3].

Маневровый локомотив в ожидании выставления составов из сортировочного парка и завершения формирования находится на путях формирования.

На станции в настоящее время работает 4 маневровых локомотива – 2 на сортировочной горке и 2 на формировании. Местная работа (подача-уборка на места общего и необщего пользования) осуществляется наименее занятым на текущий момент локомотивом.

Анализ перспективных объемов перевозок на 2025 год показал увеличение объемов работы станции в 3 раза. Число принятых и отправленных поездов станцией составит 112 поездов. Размеры движения поездов учитывают организацию перевозки угольных маршрутов унифицированной весовой нормой 7100 т.

Для переработки предполагаемых объемов необходимо произвести мероприятия как:

1. увеличение полезной длины путей до 1050 метров транзитного парка;
2. строительство второго спускного пути на сортировочной горке, позволит выполнять параллельный или частично параллельный роспуск, что сократит горочный технологический интервал;
3. строительство нового транзитного парка для отправления транзитных поездов с Нового Ургала на Ванино, позволит разгрузить существующий транзитный парк, увеличив пропускную способность этого парка и ликвидировать режущие маршруты по отправлению транзитных поездов, выставлению поездов своего формирования и уборке – подаче поездных локомотивов;
4. организация приема, обработки и отправления транзитных поездов из нового транзитного парка;

5. введение в эксплуатацию дополнительного маневрового локомотива.

Анализ проектных мероприятий предполагает изменение технологии работы с транзитными поездами с Нового Ургала.

Комсомольск – Сортировочный – станция внеклассная, отнесена по категории к сортировочной дорожного значения. В работе с планируемыми объемами перевозок станция Комсомольск – Сортировочный будет играть ключевую роль, так как весь перспективный поездопоток назначением на Ванино будет следовать через данную станцию.

Научный руководитель - к.п.н., доцент кафедры «Организация перевозок и безопасность на транспорте» А. П. Широков, ДВГУПС.

Список литературы

1. Техническо-распорядительный акт железнодорожной станции Комсомольск-Сортировочный.
2. Технологический процесс работы станции Комсомольск-Сортировочный.
3. Анализ выполненных показателей работы сортировочной станции Комсомольск-Сортировочный.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.ngpedia.ru/id337992p1.html>.

УДК 629.46.083

Н. А. Соколова

Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС,
г. Тайга

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В настоящее время одним из основных документов развития железнодорожного транспорта Российской Федерации является принятая в 2008 году Правительством РФ «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года». В ней представлены принципы и причины побудившие руководство страны создать этот документ, поставлены задачи и установлены планы по реконструкции и строительству железных дорог и всей сопутствующей инфраструктуры.

Ключевые слова: транспортная стратегия, бизнес-блок, железнодорожные перевозки, инфраструктура, техническое обслуживание, текущий ремонт, техническое состояние, вагонный парк, оптимизация, маневровый тепловоз, тяговый модуль.

PROMISING TECHNOLOGIES TO OPERATE, MAINTAIN AND REPAIR RAILWAY ROLLING STOCK

Currently, one of the main documents of the development of railway transport of the Russian Federation is adopted in 2008 by the government of the Russian Federation "Strategy of development of railway transport in the Russian Federation until 2030". It presents the principles and reasons that prompted the country's leadership to create this document, set objectives and set plans for the reconstruction and construction of Railways and all related infrastructure.

Keyword: transport strategy, business unit, railage, infrastructure, maintenance service, maintenance, technical condition, rolling stock, optimization, shunting diesel locomotive, traction module.

О таком открытом акционерном обществе как «Российские железные дороги» (далее – ОАО «РЖД», Компания) можно смело говорить, что это фаворит российского транспортного рынка и одна из крупнейших компаний в мировой транспортной среде. За многолетний период своего развития ОАО «РЖД» прошло значимый путь реформирования и модернизации, создав тем самым трансформацию бизнес-модели, корпоративной и организационной структуры, изменения на рынке железнодорожных перевозок в России, развитие корпоративной культуры. В процессе структурного реформирования железнодорожной отрасли данная Компания добилась главных целей – рост устойчивости, безопасности и доступности перевозок, снижение транспортной нагрузки на экономику России, удовлетворение увеличивающегося спроса на перевозки.

В настоящее время ОАО «РЖД» находится в стадии осуществления стратегии (Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года) развития железнодорожного транспорта, которая касается всех уровней управления и всех сфер деятельности Компании [1].

Одной из основных задач бизнес-блока «Железнодорожные перевозки и инфраструктура» является увеличение качества, надежности, безопасности, эффективности и внедрение перспективных технологий в эксплуатацию, обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава [2].

Центральная дирекция инфраструктуры – это филиал ОАО «РЖД», который выполняет ведение инфраструктурным комплексом ОАО «РЖД» и является самым крупным подразделением Компании. Предприятия вагонного хозяйства являются составляющими инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» и осуществляют не только текущий ремонт и техническое обслуживание вагонов, их очистку и санитарную обработку, а также подготовку цистерн к наливу. В структуру данного хозяйства входят:

- 80 эксплуатационных вагонных депо;
- 445 пунктов технического обслуживания;
- 266 участков текущего отцепочного ремонта;
- 85 пунктов подготовки вагонов под погрузку.

Основная цель инвестиционной программы Центральной дирекции инфраструктуры – обновление основных фондов, ликвидация инфраструктурных ограничений хозяйств дирекции, повышение безопасности движения и оптимизация эксплуатационных расходов. Так, например, для вагонного хозяйства приобретаются комплексы оборудования для подготовки осмотрщиков вагонов, автоматизированные системы диагностики тормозов грузовых вагонов, вагоноремонтные машины, козловые краны, системы контроля дефектов на поверхности катания колес и др [3].

Текущий ремонт вагонов играет важную роль в обеспечении исправного технического состояния вагонного парка. Наряду с техническим обслуживанием он составляет «фундамент» не только для содержания грузовых вагонов, но и пассажирских, так как обеспечивает поддержание работоспособности вагона в эксплуатации по всей планово-предупредительной системе ремонта вагонов.

Существует два вида текущего ремонта:

- безотцепочный – производится при выполнении технического обслуживания непосредственно в поездах или при подготовке вагонов к перевозкам. И такой вид ремонта организуется после осмотра вагонов для устранения обнаруженных неисправностей;
- отцепочный в объеме ТР-1, где выполняется ремонт порожних вагонов при комплексной подготовке к перевозкам с отцепкой от состава или групп вагонов с подачей на ремонтные пути; в объеме ТР-2 – для ремонта груженых или порожних вагонов с отцепкой их от транзитных и прибывших поездов или от

сформированных составов. И, как правило, такой ремонт осуществляется на специализированных путях железнодорожной станции по способу замены неисправных узлов или деталей новыми, заранее отремонтированными.

При текущем отцепочном ремонте (ТОР) вагонов должны быть выявлены и устранены неисправности кузовов, рам вагонов, колесных пар, рам и надрессорных балок тележек, буксового узла, пружинно-фрикционного рессорного комплекта, автосцепного устройства вне зависимости от причины поступления вагона в текущий отцепочный ремонт.

Существующий уровень и состояние ремонтных мощностей по своему качественному уровню не удовлетворяет современным требованиям комплексной механизации и автоматизации процесса ремонта грузовых вагонов. В настоящее время сохраняется устойчивая и опасная тенденция увеличения объемов ремонта грузовых вагонов. Наряду с этим, требуемые темпы роста не соответствуют темпам обновления ремонтной базы.

Поэтому, работа таких участков идет на оптимизацию затрат по перестановке вагонов в ТОР, а также снижением времени простоя железнодорожного подвижного состава в ремонте.

Решением сложившейся проблемы и исключением простоя вагонов в ожидании ремонта, вывода исправных вагонов с железнодорожных путей ТОР является частичная независимость организации работы участков от работы применяемых маневровых тепловозов на железнодорожных станциях, а также наличия дополнительных железнодорожных путей для накопления неисправных вагонов.

Следовательно, должно быть предусмотрено увеличение производственных мощностей участков текущего отцепочного ремонта в части развития ремонтной базы в объеме ТР-1, его модернизация и дооснащение.

Наряду с применяемыми маневровыми тепловозами, которые приводят к весьма высоким затратам, а именно расходам на энергоресурсы (до 70%), являются крайне неэффективными в их использовании.

Одним из направлений для снижения транспортных затрат при ограниченных вагонопотоков является замена маневровых локомотивов более экономичными тяговыми средствами, выполненными на базе автомобилей, тягачей, тракторов, трансформируемых для использования на железнодорожных и автомобильных дорогах, – тяговых модулей вагонов.

Альтернативой маневрового тепловоза может стать тяговой модуль (далее - ТМВ-2). Такая техника может работать как на колесном, так и на железнодорожном ходу. Многофункциональное транспортное средство ТМВ-2 с рамной конструкции с двумя ведущими мостами, с передними и задними колесами, с передними и задними направляющими железнодорожными колесами. Кроме того, такой тяговой модуль предназначен и для проведения разгрузочно-погрузочных работ (рис. 1).



Рис. 1. Тяговый модуль ТМВ-2

Такое многофункциональное транспортное средство, как ТМВ-2, успешно выдержало эксплуатационные испытания, которые были проведены в условиях «Вагонной ремонтной компании-3», а именно в г. Кургане. По итогам испытаний представители данной компании высоко оценили производительность и уникальность модуля производства Уралвагонзавода [4].

ТМВ-2 перемещает по рельсам и полувагоны, и платформы, и цистерны. При этом используются оба автосцепных устройства, которые расположены в передней и задней частях модуля. Во время проведения испытаний ТМВ-2 превысил собственный рекорд. Если разработчиками машины были заявлены возможности о перемещении только 15 порожних грузовых вагонов, то в депо тяговый модуль доставил к месту ремонта до 22 единиц железнодорожного подвижного состава. Кроме того, передвигался он как по ровным поверхностям, так и под уклоном. Также, машину использовали в качестве буксира для большегрузных фур, застрявших в снегу.

Технико-экономическими расчетами, где проходил испытания тяговый модуль, установлено, что такое применение в сравнении с традиционными тепловозами позволит в 1,5–2 раза снизить эксплуатационные затраты на переработку вагонопотока предприятия.

Такое приобретение в развитии инфраструктуры вагонного хозяйства, для обеспечения потребных объемов ремонта вагонов, позволит решить целевую задачу полного удовлетворения спроса на перевозки [5].

Руководитель – преподаватель специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны), А. В. Гладкова, ТИЖТ-филиал ОмГУПС.

Список литературы

1. Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года: Основные положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru%3FSTRUCTURE_ID%3D704%26layer_id%3D5104%26id%3D6396. – (Дата обращения: 22.03.2018).
2. Целевая бизнес-модель к 2030 году: Стратегия развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ar2014.rzd.ru/ru/development-strategy/business-model-to-2030>. – (Дата обращения: 22.03.2018).
3. Содержание инфраструктуры ОАО «РЖД»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ar2013.rzd.ru/ru/performance-overview/track-infrastructure>. – (Дата обращения: 22.03.2018).
4. ТМВ-2 выдержал испытания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/28494>. – (Дата обращения: 22.03.2018).
5. Алифанова Ю. Трактор встал на рельсы [Электронный ресурс] / Ю. Алифанова // Гудок: газета. – 2010. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=695666>. – (Дата обращения: 22.03.2018).

УДК 629.4

Г. А. Григорьев

Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС,
г. Тайга

ВЛИЯНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ АВТОСЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

В статье рассмотрено влияние неисправностей автосцепных устройств на безопасность движения.

Ключевые слова: автосцепные устройства, подвижной состав.

INFLUENCE OF MALFUNCTIONS OF AUTOMATIC COUPLERS ON SAFETY OF MOVEMENT

The article is about influence of malfunctions of automatic couplers on safety of movement.

Keywords: automatic couplers, rolling stock.

Одной из главных целей развития ОАО «РЖД», определенной Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 г., является повышение безопасности транспорта [1]. Достижение безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта указывает на необходимость проведения комплекса мер по повышению эффективности работы грузового парка, следовательно, в целях высококачественной подготовки подвижного состава к рейсам в РЖД внедряют новые технологии. Появляются новые средства механизации для технического обслуживания вагонов, разработана и введена в действие на основных сортировочных станциях сети «Единая технология технического обслуживания составов грузовых поездов».

Автосцепка предназначена для соединения вагонов друг с другом и с локомотивом, передачи и смягчения воздействия растягивающих и сжимающих усилий, образующих при движении поезда, в свою очередь для удержания вагонов на обусловленном расстоянии.

Затруднительность технического обслуживания деталей автосцепки вызвана их размещением в невидимых для визуального осмотра местах. Необнаруженные своевременно износы служат причиной к саморасцепу автосцепок или падению поврежденных деталей на путь, призывая угрозу схода подвижного состава с рельсов. Следовательно, качество и действенность технического обслуживания автосцепного устройства в значительной степени имеет зависимость от исполнителей, их знаний прогрессивных технологий и профессионализма и определяют эксплуатационную надежность и безопасное проследование поездов по гарантийным участкам.

Главными факторами повреждаемости и неисправностей автосцепных устройств значится:

- немалые динамические нагрузки, такие исключительно вероятны при торможениях и трогании с места, при маневровых работах, при проходе составом кривых участков пути и сортировочных горок;

- несоблюдение методов изготовления и ремонта;
- износы из-за непрерывного трения деталей;
- значительная разность температур;
- слабость деталей от проникновения в зону соприкосновения абразивных частиц.

Основным из разновидностей несоблюдения безопасности движения поездов по повреждениям автосцепного оборудования представляются обрывы автосцепки.

Обрывы автосцепного оборудования совершаются, в том случае, когда обнаруживаемая нагрузка на автосцепные устройства превышает их устойчивые характеристики из-за появления продольно-динамических реакций в составе поезда или низкой эксплуатационной надежности деталей автосцепок и поглощающих аппаратов, из-за присутствия в них дефектов литья и усталостных трещин [3].

Источником в ОАО «Российские железные дороги» называют несоблюдение норм содержания автотормозного оборудования подвижного состава, также не принимают во внимание требования инструкции по ремонту и обслуживанию автосцепок.

Обрывы автосцепок являются одними из главных нарушений безопасности движения, а организационные меры по их предотвращению неполно производительны. Ежегодно на сети дорог происходит десятки обрывов автосцепных устройств вагонов в грузовых поездах.

На зимнее время приходится больше 50% всех обрывов автосцепок, произошедших за год, собственно, что разъясняет увеличение хрупкости металла, понижением прочности деталей автосцепного устройства на разрыв.

При температуре окружающего воздуха минус 40...50С прочность металла автосцепки понижается практически в два раза. Вследствие этого продольно-динамические реакции поезда, остающиеся без последствий при плюсовых температурах, при низких температурах непременно являются источником обрыва автосцепных устройств [4].

Обрывы автосцепок, произошедшие в период плюсовых температур окружающего воздуха, являются следствием повреждений и дефектов, не выявленных при ремонтах или оставшихся после некачественного ремонта деталей автосцепных приборов.

Трещины, раковины в автосцепках и тяговых хомутах, возникающие во время эксплуатации, а также пропущенные дефектоскопистами при неразрушающем в контроле в вагонных депо, несут прямую и угрозу безопасности движения.

Действительно, все признаки саморасцепов и обрывов автосцепки служит результатом нарушений технологии ремонта или технического обслуживания, а также недостатком методов контроля состояния деталей при техническом обслуживании. Следовательно, решение проблемы - рациональное выполнение специализированных технических занятий и инструктажей с осмотрщиками вагонов. Представление новейшей концепции управления безопасностью компании организовывается на том, что «аварийные процессы» обязаны прекращать обладатели процесса, принимая моментальные и результативные действия [5].

Научный руководитель – преподаватель В. Ю. Иванова, ТИЖТ – филиал ОмГУПС.

Список литературы

1. ОАО РЖД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=3771.
2. Вагонник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.xn--80adeukqag.xn--p1ai/2016/04/blog-post_21.html.
3. Железнодорожные документы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://jd-doc.ru>.
4. Вагоны и вагонное хозяйство [Электронный ресурс] // Вагоны и вагонное хозяйство.– 2012. – №2.
5. Гудок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gudok.ru/editorial/detail.php?ID=419550>.

А. В. Верб

СП СПО «Омский техникум железнодорожного транспорта»,
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗА 2ЭС10 НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

В данной статье рассмотрена зависимость эксплуатационной надежности асинхронных тяговых электродвигателей 2ЭС10 Гранит от уменьшения расчетной скорости. Автор предлагает решить одну из важнейших задач железнодорожного транспорта: уменьшение затрат на техническое обслуживание и ремонт тяговых электродвигателей электровоза.

Ключевые слова: электровозы нового поколения, энергоэффективность, диагностическая система температурного состояния тяговых электродвигателей электровоза.

THE EFFECT OF REDUCING THE DESIGN SPEED OF THE 2ES10 ELECTRIC LOCOMOTIVE ON THE OPERATIONAL RELIABILITY OF TRACTION ELECTROMOTORS

In this article, the dependence of the operational reliability of asynchronous traction motors 2ES10 Granite on the reduction of design speed is considered. The author suggests solving one of the most important tasks of the railway transport: reducing the costs of maintenance and repair of electric locomotive traction motors.

Key words: electric locomotives of new generation, energy efficiency, diagnostic system of temperature state of traction electric motors of electric locomotive.

Согласно «Энергетической стратегии холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года» одним из важнейших направлений развития отечественных железных дорог является обновление локомотивного парка электровозами нового поколения [1]. При этом новые виды локомотивов должны отвечать следующим требованиям [2]:

- повышения тяговых качеств локомотивов на 15–20 %;
- увеличение энергоэффективности на 10–15%;

- увеличение гарантийных межремонтных пробегов в 2 раза;
- повышение надежности и ремонтпригодности локомотивов;
- увеличение срока службы электровозов 40–50 лет.

Достижение поставленных целей стало возможным благодаря использованию электровозов, оснащенных асинхронным тяговым приводом. Одним из примеров широкого использования таких локомотивов является электровоз 2ЭС10 Гранит, обладающий существенным потенциалом при осуществлении перевозок в регионах со сложным профилем пути.

Вместе с тем, современные условия рыночной экономики диктуют необходимость повышения пропускной и провозной способности железных дорог. Одним из способов повышения провозной способности без существенных капиталовложений является увеличение массы поезда.

Расчет массы состава производят на основании анализа профиля участка, в процессе которого выбирают наиболее тяжелый по крутизне и протяженности подъем, называемый расчетным. При этом вес поезда определяется при условии равномерного движения по расчетному подъему с расчетной скоростью, при которой реализуется расчетная сила тяги электровоза (рис. 1). Длительное движение локомотива при максимальной нагрузке со скоростью ниже расчетной может привести к перегреву тяговых электродвигателей и их разрушению [3].

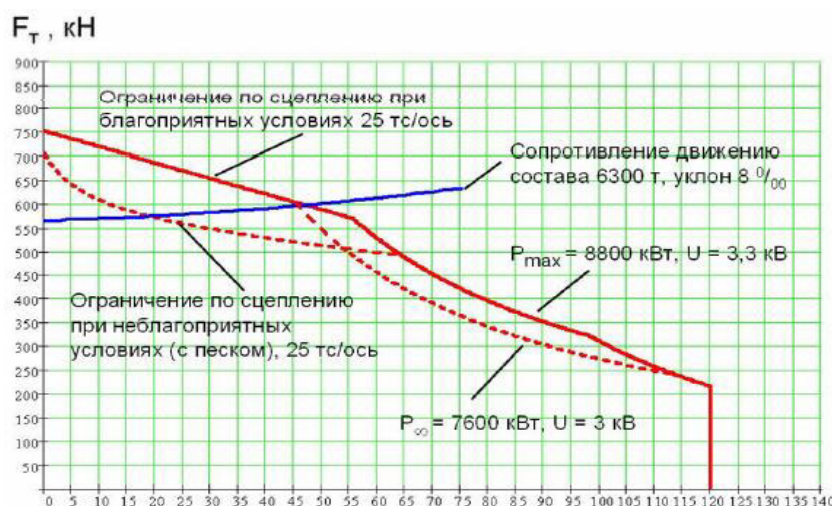


Рис. 1. Тяговая характеристика электровоза 2ЭС10 Гранит

Результаты экспериментальных поездок показывают, что при движении в режиме тяги со скоростью ниже расчетной, температура тягового электродвигателя 2ЭС10 Гранит повышается и может достичь критических показаний, при которой эксплуатация локомотива запрещена (рис. 2).

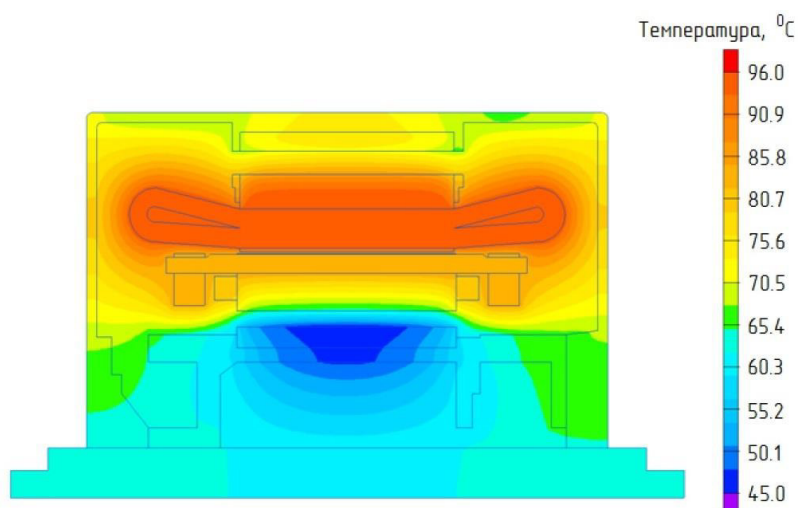


Рис. 2. Моделирование теплового состояния тягового электродвигателя 2ЭС10 Гранит

Моделирование теплового состояния тягового электродвигателя 2ЭС10 Гранит производилось методом конечных элементов в программной среде Elcut. Результаты моделирования показывают, что при нагрузках выше номинальных, тяговый электродвигатель будет испытывать значительные температурные нагрузки, что в свою очередь, может негативно повлиять на состояние обмоток электродвигателя [4]. Нагревание обмоток электродвигателей допустимо до определенных пределов, при превышении которых происходит изменение физических свойств материалов обмотки.

Анализ отказов асинхронных машин общего промышленного назначения показывает, что большая часть отказов приходится на обмотки двигателей (85-95 %) [5].

Экспериментальные данные (рис. 3) показывают, что при эксплуатации электровозов наблюдаются незначительные нарушения теплового режима работы электрической машины. При эксплуатации электровозов с уменьшением расчетной скорости, в целях увеличения провозной способности участка может негативно повлиять на статистику отказов тяговых электрических машин электровозов 2ЭС10 Гранит.

Бортовая система 2ЭС10 Гранит позволяет отслеживать температуру электродвигателей электровоза и выводить на дисплей температуру основных узлов электродвигателей, а именно: пазовой части, обмотки статора, сердечника статора и ротора.

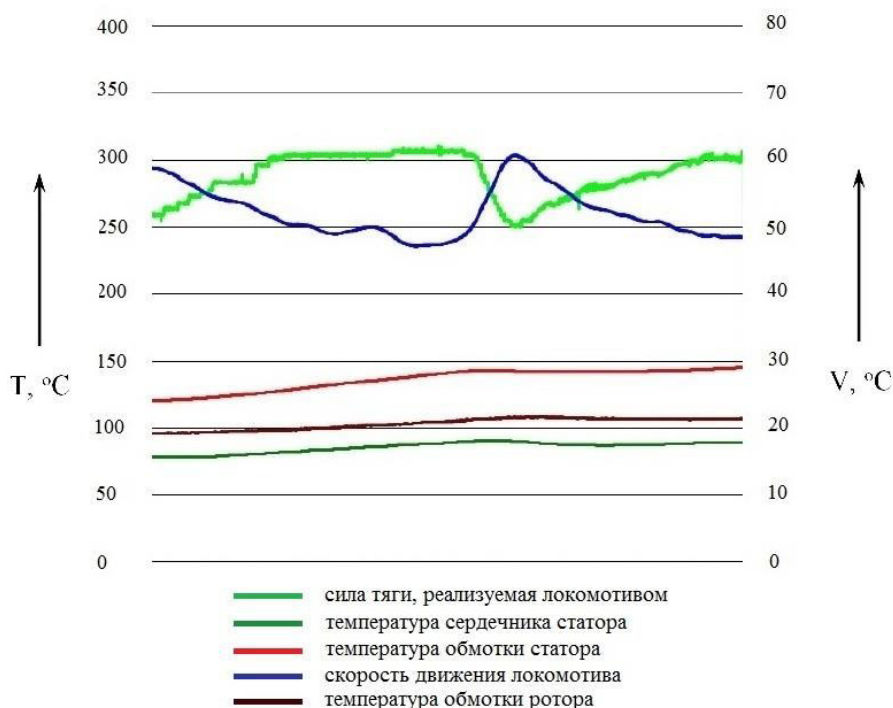


Рис. 3. Экспериментальная зависимость температуры тягового электродвигателя 2ЭС10 Гранит от скорости движения

Тем не менее, система не лишена недостатков. Система не позволяет отслеживать температуру лобовой части обмотки статора, а также рассматривает ротор как единый узел, без выделения обмотки и сердечника ротора как самостоятельных элементов конструкции асинхронных тяговых электродвигателей. Необходимо признать, что бортовая система не позволит в достаточной степени оценивать тепловое состояние тяговых электродвигателей в достаточной степени.

В целях исключения вероятности повышенного количества отказов тяговых электродвигателей электровозов 2ЭС10 Гранит, необходимо произвести корректировку алгоритма работы диагностической системы температурного состояния тяговых электродвигателей электровоза.

Научный руководитель – преподаватель А. К. Осербаев, СП СПО ОТЖТ, ОмГУПС.

Список литературы

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: утверждена Правительством Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р.

2. Федоров, В. В. Перспективные направления развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации [Электронный ресурс] / В. В. Федоров. – Режим доступа: URL: http://www.old.wciom.ru/fileadmin/news/2013/fedorov_rzhd_2013.pdf.

3. Бахолдин, В. И. Основы локомотивной тяги: Учеб. пособие / В. И. Бахолдин, Г. С. Афонин, Д. Н. Курилкин. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 308 с.

4. Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин: Учеб. пособие для вузов / Н. Л. Кузнецов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 432 с.

5. Копылов, И. П. Справочник по электрическим машинам в 2-х т. / И. П. Копылов; под ред. Б. К. Клокова, И. П. Копылова. – М.: Энергоатомиздат, 1988 – Т. 1. – 1988. – 456 с.

УДК 629.423.31.016:621.3.13.333

К. Т. Струц

Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС,
г. Тайга

СРАВНЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АСИНХРОННЫХ И КОЛЛЕКТОРНЫХ ТЯГОВЫХ ПРИВОДОВ ЛОКОМОТИВОВ

В данной статье проводится сравнение конструктивных особенностей асинхронных и коллекторных тяговых приводов электровозов.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, коллекторный двигатель, тяговый двигатель, привод, остов, якорь, статор, ротор.

COMPARISON OF CONSTRUCTION PECULIARITIES OF ASYNCHRONOUS AND COLLECTOR TRACTION DRIVES OF LOCOMOTIVES

In this article the construction features of asynchronous and collector traction drives of electric locomotives are compared.

Keywords: asynchronous motor, collector motor, traction motor, drive, skeleton, anchor, stator, rotor.

Для сравнения конструкции рассмотрим тяговые электродвигатели (ТЭД) электропоездов 2ЭС10 и 2ЭС6. Каждый из этих двигателей имеет ряд технических преимуществ и недостатков, которые будут рассмотрены в этой статье.

Изначально, хотелось бы отметить, что основное отличие ТЭД от электродвигателя большой мощности заключается в том, что ТЭД размещают в ограниченном пространстве и для его крепления необходимы специальные подвешивающие устройства. Также тяговые электродвигатели во время эксплуатации подвергаются воздействию воды, пыли и снега. Поэтому при их производстве им присваивается категория климатического исполнения. Еще необходимо отметить их надежность, так как они находятся под постоянным воздействием вибрации, тряски и динамических усилий.

Первым рассмотрим асинхронный тяговый двигатель (рис.1).

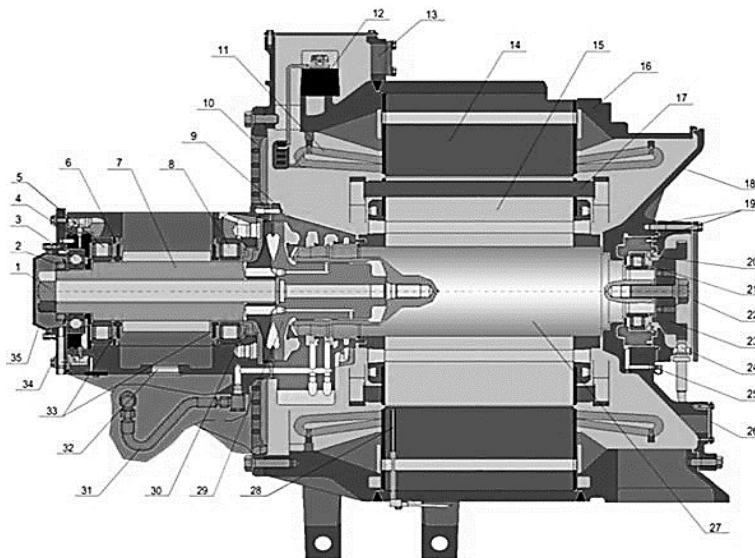


Рис. 1. Тяговый электродвигатель электропоезда «Гранит»:

- 1 – Болт; 2 – Шлицевая гайка и отгибная шайба; 3 – Подшипник с четырехточечным контактом; 4 – Крышка подшипника; 5 – Цилиндрический роликовый подшипник; 6 – Уплотнительное кольцо; 7 – Зубчатый вал;
- 8 – Цилиндрический роликовый подшипник; 9 – Лабиринтное уплотнительное кольцо; 10 – Подшипниковый щит; 11 – Обмотка статора; 12 – Клеммная колодка; 13 - Распределительная колодка; 14 – Сердечник статора;
- 15 – Сердечник ротора; 16 – Корпус статора; 17 – Обмотка статора;
- 18 – Подшипниковый щит (конец НП); 19 – Крышка подшипника;
- 20 – Уплотнительное кольцо; 21 – Цилиндрический роликовый подшипник;
- 22 – Крышка; 23 –Зубчатый диск импульсного датчика; 24 – Импульсный датчик

Его особенностью является то, что при меньших габаритах (по сравнению с двигателем постоянного тока) он выдает большую мощность. Это возможно благодаря отсутствию коллекторного узла. Асинхронный двигатель имеет неподвижный статор и вращающийся ротор. Сердечник ротора и статор, собирают из шихтованных пластин, для уменьшения воздействия вихревых токов. Обмотка ротора состоит из медных стержней, расположенных в пазах сердечника. Они замкнуты с торцов кольцами. Такая обмотка имеет название «Беличья клетка». В пазах статора уложены три обмотки, сдвинутые одна относительно другой на 120° . При включении обмоток в трехфазную цепь по каждой из них проходит переменный ток и создается три переменных магнитных потока. Потоки, складываясь, образуют результирующий поток. Вращающийся магнитный поток статора двигателя, пересекая обмотку ротора, наводит в ней ЭДС. Под действием ЭДС в обмотке ротора проходит ток, создающий собственный магнитный поток. Магнитные потоки статора и ротора взаимодействуют, в результате чего ротор начинает вращаться.

После запуска двигателя, мы сталкиваемся со сложностью – регулирование частоты вращения его ротора. Можно предложить понизить или повысить напряжение на обмотке статора. Скорость ротора при этом немного измениться, но у него увеличиться так называемое скольжение (отставание частоты вращения ротора от частоты вращения поля статора) и возникнут большие потери в роторе. Изменив число пар полюсов можно также изменить частоту вращения. В настоящее время инженеры пришли к самому эффективному способу, применяемому к асинхронным тяговым двигателям – это использование полупроводниковых преобразователей. При этом способе изменяется частота питающего напряжения. Для получения более лучших показателей необходимо одновременно с частотой пропорционально изменять и само напряжение. Данный способ хорош тем, что он обеспечивает плавное регулирование скорости и двигатель показывает стабильные механические характеристики.

Тяговый двигатель постоянного тока (ДПТ) имеет следующие основные части: остов с полюсами, якорь, щеткодержатели и щетки, подшипниковые щиты (рис. 2).

Остов тягового электродвигателя представляет собой отливку цилиндрической формы. Внутри него расположены все основные детали ТЭД. Остов выполняет функции не только корпуса электродвигателя, а также является

магнитопроводом. На осто́ве закреплены главные и добавочные полюса, моторно-осевые подшипники, подшипниковые щиты. Также на нем расположены смотровые люки, для возможности технического обслуживания двигателя.

Главные полюса служат для создания основного магнитного потока двигателя. Они представляют собой катушку и сердечник из шихтованных пластин. Шесть катушек соединяются последовательно между собой, чтобы образовались полюса разной полярности, так получается обмотка возбуждения.

Добавочные полюса предназначены для улучшения коммутации ТЭД.

Для предотвращения кругового огня по коллектору предусмотрена компенсационная обмотка, состоящая из шести катушек.

Якорь тягового электродвигателя предназначен для преобразования электрической энергии в механическую и наоборот. Это возможно благодаря свойству обратимости электрических машин. Якорь состоит из вала, втулки, на которую напрессовывается сердечник, набранный из шихтованных пластин. В пазах сердечника уложена обмотка якоря, которая закрепляется стопорными клиньями. Также на валу якоря находится один из главных элементов электрической машины – коллектор.

Щеточно-коллекторный узел предназначен для соединения обмотки якоря с цепями, расположенными в неподвижной части ТЭД. Этот узел тягового двигателя подвергается самому сильному износу, в следствие постоянного контакта вращающегося коллектора с неподвижными щетками. При этом возникают коммутационные процессы, вследствие чего возникает искрение, нагары, возможен огонь по коллектору, что является самым опасным, из перечисленных выше, явлением.

Щёточный механизм состоит из: поворотной траверсы, изоляционных пальцев, кронштейнов, щёткодержателей, щёток.

Коллектор служит для автоматического изменения направления тока в отдельных проводниках якоря. Он состоит из медных трапецеидальных пластин, разделенных между собой слоем диэлектрика.

Подшипниковые щиты предназначены для установки в них якорных подшипников, служащих для уменьшения трения при вращении вала якоря.

Принцип действия двигателя постоянного тока основан на взаимодействии магнитных полей главных полюсов и якоря. При подаче напряжения на обмотку возбуждения и обмотку якоря, по ним начинает протекать ток. Вследствие этого

вокруг обмотки возбуждения образуются полюса, которые начинают действовать на создаваемое якорем магнитное поле, вследствие чего якорь начинает вращаться. Так как якорь вращается в магнитном поле, начинает образовываться ЭДС. Эта ЭДС Направлена против тока, из-за чего ее называют противо ЭДС.

Изучив конструкцию обоих типов двигателей, мы можем провести анализ их технических преимуществ и недостатков. Самыми явными преимуществами асинхронного двигателя является простота его конструкции, небольшие габаритные размеры (относительно двигателя постоянного тока) и отсутствие у него коллекторного узла, что существенно повышает надежность двигателя при эксплуатации, а также срок его службы. К тому же отсутствие коллекторного узла позволяет сэкономить на производстве и обслуживании данного типа ТЭД. К минусам данного двигателя относятся сложность изменения частоты вращения ротора и необходимость применения полупроводниковых преобразователей, так как они, для работы, требуют большого количества микропроцессорной электроники, что сильно увеличивает общую стоимость электровоза.

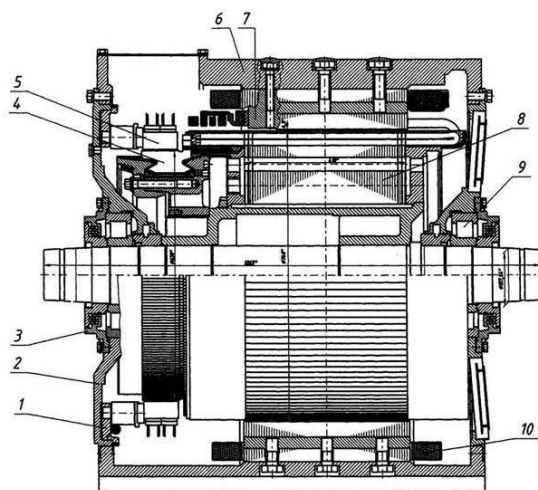


Рис. 2. Тяговый электродвигатель электровоза «Синара»: 1 – Траверса; 2 – Щит подшипниковый; 3 – Крышка; 4 – Коллектор; 5 – Щеткодержатель; 6 – Система магнитная; 7 – Полюс добавочный; 8 – Якорь; 9 – Подшипник; 10 – Полюс главный

К преимуществам ДПТ можно отнести то, что для регулирования частоты его вращения, нет необходимости использовать полупроводниковые преобразователи, так как он питается напрямую от сети постоянного тока, и для того, чтобы изменить частоту вращения якоря, достаточно понизить или повысить напряжение на зажимах, путем ввода или вывода пусковых резисторов.

На данный момент стоимость электровозов с асинхронными тяговыми двигателями нельзя назвать рациональной. Возьмём для примера электровозы 2ЭС6 и 2ЭС10. Стоимость электровоза 2ЭС10, с асинхронными двигателями, выше стоимости 2ЭС6 примерно в два раза, при условии того, что тяговые двигатели 2ЭС10 показывают лучшие, всего на 30%, результаты. Это является причиной малого количества локомотивов с асинхронными тяговыми двигателями в парке ОАО «РЖД».

Научный руководитель – преподаватель В. А. Голыжбин, ТИЖТ – филиал ОмГУПС.

Список литературы

1. Электровоз 2ЭС6. Руководство по эксплуатации [Текст].– Уральский завод железнодорожного машиностроения, 2008.
2. Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС10 с асинхронными тяговыми электродвигателями. Руководство по эксплуатации. [Текст]. – 2011.
3. Железнодорожный транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://railway-transport.ru>.
4. АСУ библиотека ЗаБИЖТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://zabizht.ru>.
5. Как устроен и работает электровоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://wh0.ru>.

УДК 629.423

А. В. Кормилец, К. Е. Украинцев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ЧАСТОТНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

В статье рассматриваются особенности измерения параметров асинхронных двигателей на локомотивах нового поколения, проверяется работоспособность измерительного комплекса, построенного на базе NI Elvis. Выполнена регистрация тока и напряжения при различных режимах работы двигателя.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, измерительный комплекс, тягово энергетические параметры, нейронная сеть.

RESEARCH OF MEASURING COMPLEX FOR ASYNCHRONOUS MOTORS WITH FREQUENCY REGULATION PARAMETERS REGISTRATION

The article deals with the features of measuring the parameters of asynchronous motors on locomotives of the new generation, the working capacity of the measuring complex constructed on the basis of NI Elvis is checked. The current and voltage are registered under various operating conditions of the engine.

Keywords: asynchronous motor, measuring complex, traction energy parameters, neural network.

На сегодняшний день одной из актуальнейших задач для ОАО "РЖД" является повышение эффективности эксплуатации подвижного состава, а именно увеличение грузо – и пассажирооборота. При решении данного вопроса и изменении технологии перевозок, проводятся соответствующие исследования с привлечением сертифицированной лаборатории. При проведении испытаний необходимо производить регистрацию таких параметров как токи якорей тяговых электродвигателей, токи обмоток возбуждения, суммарный ток локомотива, напряжение на якорях, напряжение контактной сети, линейная скорость каждой колесной пары и сила тяги на автосцепке. Однако из-за особенностей конструктивного исполнения скоростемеров использующих в своем составе датчик пути и скорости, установленный в буксы колесных пар, современным тягово-энергетическим лабораториям не представляется возможным получение данных о скорости вращения и проскальзывания всех колесных пар локомотивов имеющимися средствами, без вмешательства в работу упомянутых систем. Это верно как для локомотивов с асинхронными двигателями (рис. 1), так и с двигателями постоянного тока.

Наиболее оптимальным решением данной задачи является разработка универсального комплекса, позволяющего регистрировать скорости, токи и напряжения асинхронных двигателей, путём применения «бездатчикового» способа определения параметров.

Для разработки и тестирования данного метода удобно использовать лабораторный комплекс NI Elvis, для которого была составлена программа в среде LabView. Исследования проводились в комплексе со стендом частотно-регулируемого асинхронного привода кафедры «Локомотивы» ОмГУПС.

Для подключения Elvis к стенду с асинхронными двигателями используются

пять соответствующих входов для аналоговых сигналов с AI0 по AI4 (рис. 2).

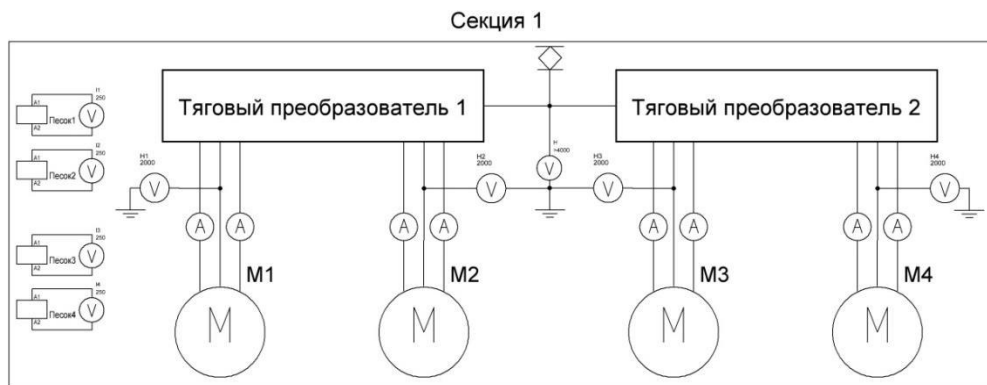


Рис. 1. Схема преобразователей секции с асинхронным приводом

На первый поступают данные о величине напряжения одной фазы с датчика напряжения, имеющего гальваническую развязку, на следующие три поступали соответственно токи трёх фаз асинхронного двигателя. На пятый поступали данные, непосредственно, о скорости вращения двигателя. Для питания датчика напряжения и его заземления в купе с остальными элементами использовались так же соответствующие порты стенда Elvis.

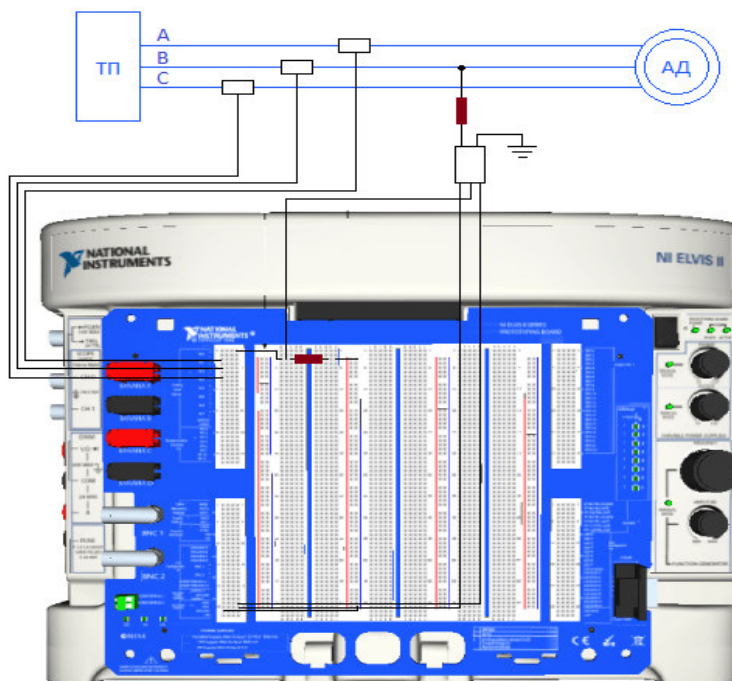


Рис. 2. Схема подключения NI Elvis к стенду с асинхронными двигателями

При тестировании системы использовались два асинхронных двигателя, один из которых включался по схеме двигателя, а другой выполнял роль нагрузки. Для измерения токов трёх фаз использовались токовые клещи.

Программа для регистрации параметров на языке программирования LabView представлена на рис. 3.

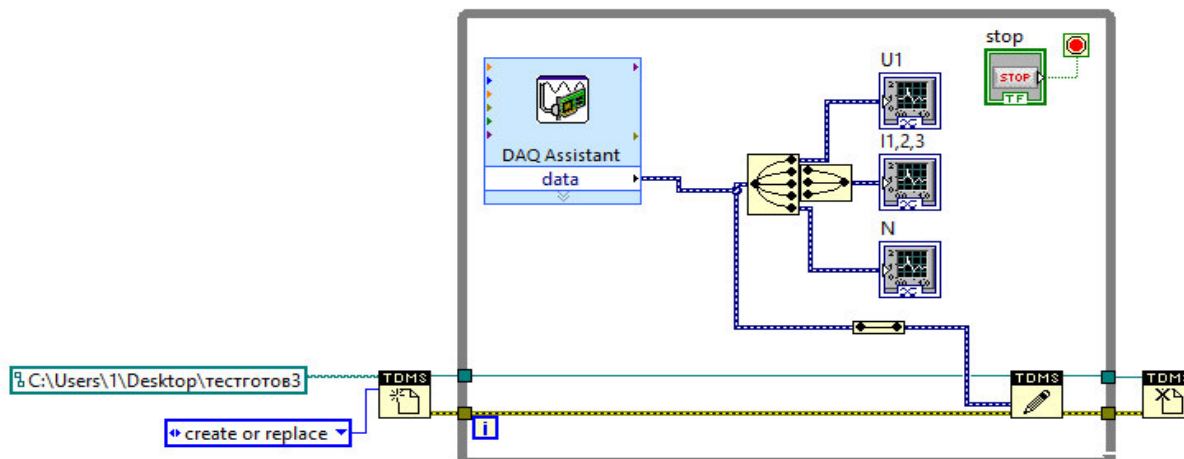


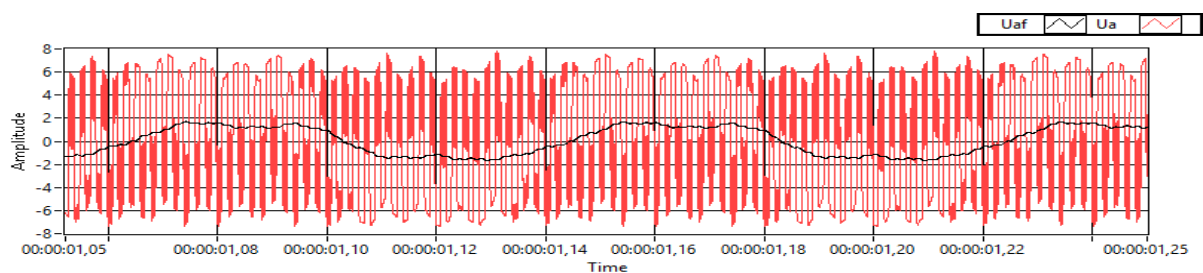
Рис. 3. Программа регистрации параметров на языке «G»

DAQ ассистент получая данные с вышеупомянутых портов на стенде Elvis преобразовывает их в единый поток, модуль Split Signal позволяет разделить этот поток на напряжение одной фазы, токи трёх фаз двигателя и число оборотов двигателя. После этого разделения данные поступают в модули, позволяющие вывести осциллограммы. Для отображения трёх токов на одном графике информация о них была объединена в один новый поток. Модуль TDMS позволяет вывести текстовый документ со значениями параметров на протяжении определённого промежутка времени с фиксированным шагом для дальнейшего анализа.

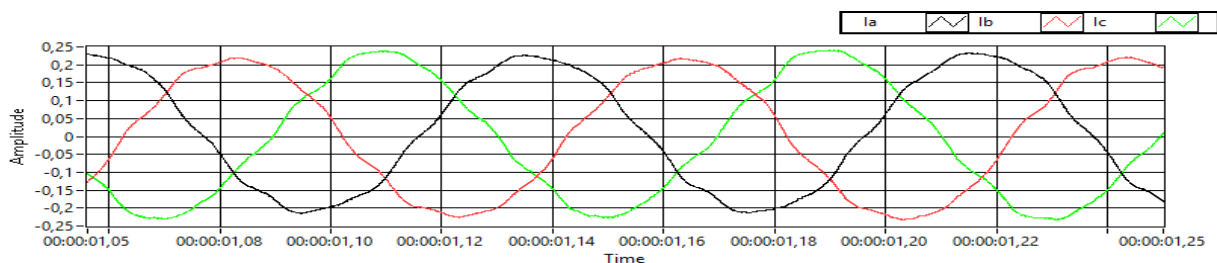
На рис. 4 представлены осциллограммы напряжения (а), токов (б) и количества импульсов с датчика скорости (в), в режиме холостого хода. Импульсы поступают с датчика числа оборотов и позволяют судить о скорости вращения двигателя.

На рис. 5 представлены те же параметры, но уже при наличии нагрузки. Как можно заметить, в результате проведенных испытаний выявлено наличие некоторых помех, но в целом система предоставляет данные с допустимой величиной погрешности.

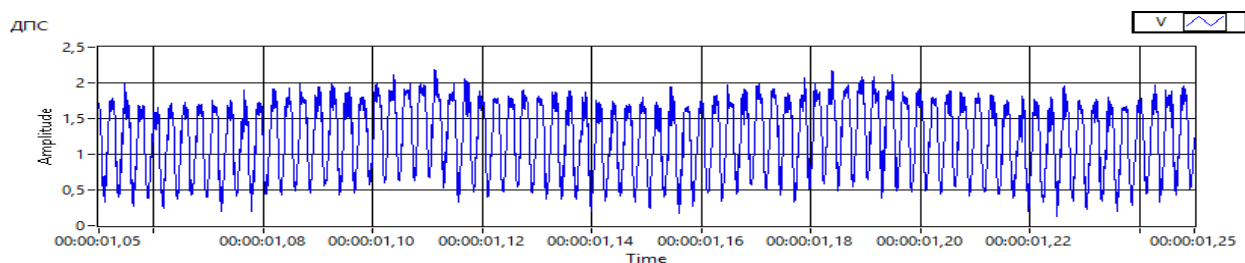
В результате проведенных исследований было разработано программное обеспечение в среде LabView, выполнены испытания измерительного комплекса в различных режимах по скорости и нагрузке.



а



б



в

Рис. 4. Измеренные параметры в режиме холостого хода:

а – фазное напряжение двигателя; б – токи трёх фаз двигателя;

в – количество импульсов с датчика оборотов двигателя

Дальнейшие исследования предполагается выполнять в составе тягово-энергетической установки на электровозах с асинхронным приводом типа 2ЭС10 – «Гранит». Так же стоит заметить, что в последние годы набирает популярность такой непараметрический метод, как построение обучаемых искусственных нейронных сетей. Они не имеют априорного строгого математического описания для конкретного объекта исследования. Благодаря этому они позволяют с высокой точностью производить вычисление произвольной непрерывной функции, т.е. сколь угодно точно аппроксимировать функцию, произведенную любой непрерывной системой. Поэтому нейронные сети нашли широкое применение в качестве наблюдателей для различных систем управления. Вычисление скорости с использованием нейронных сетей обладает высокой точностью оценки скорости двигателя [1, 2].

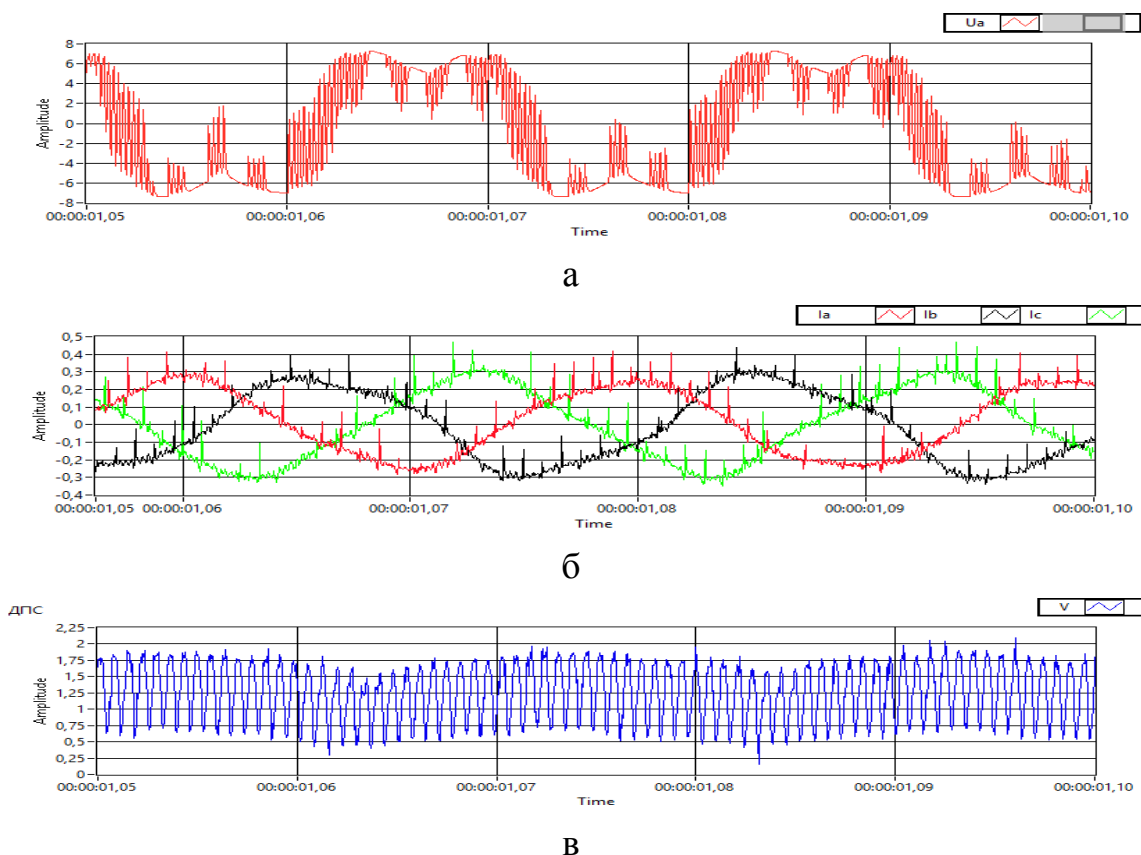


Рис. 5. Измеренные параметры при наличии нагрузки:
а – фазное напряжение двигателя; б – токи трёх фаз двигателя;
в – количество импульсов с датчика оборотов двигателя

В результате проведения проверки работоспособности приведенного в работе [3] нейросетевого наблюдателя угловой скорости ротора асинхронного электропривода на компьютеризированной экспериментальной установке, доказано, что интегральная погрешность оценивания угловой скорости во всех режимах не превышает 5%, что является приемлемым в поставленной задаче.

Научные руководители – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника» А. А. Кузнецов, ОмГУПС; аспирант кафедры «Теоретическая электротехника» В. А. Глухих, ОмГУПС.

Список литературы

1. Бакланов, А. А. Эффективность применения электровозов двойного питания серии 2ЭВ120 на полигоне Междуреченск – Входная / А. А. Бакланов, Н. В. Есин, А. П. Шиляков / Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: Сборник тр. III Всерос. науч.-

техн. конф. с междунар. участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2016. – С. 22 – 28.

2. Козлова, Л. Е. Применение методов искусственных нейронных сетей идентификации параметров и координат асинхронного Электродвигателя / Л. Е. Козлова, А. С. Глазырин / Электромеханические преобразователи энергии: Материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. – Томск: ТПУ, 2009. – С. 298 – 300.

3. Нестеровский, А. В. Динамическая идентификация параметров ротора асинхронного электродвигателя с помощью искусственной нейронной сети / А. В. Нестеровский, В. Г. Каширских // Вестник Кузбасского государственного технологического университета. – 2004. – №4(41). – С. 50-51.

УДК 629.4-592

З. В. Устименко

Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал ОмГУПС,
г. Тайга

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕМОНТА И ИСПЫТАНИЯ ТОРМОЗОВ ВАГОНОВ

ЗАО «Научно-производственное предприятие ТОРМО» длительное время занимается изготовлением и внедрением испытательного оборудования на сети железных дорог. В статье рассмотрено его использование АО «ВРК-1» в вагонном ремонтном депо Тайга.

Ключевые слова: тормозное оборудование, средства контроля, железные дороги.

MODERN EQUIPMENT FOR AUTOMATION OF THE PROCESS OF REPAIR AND TESTING OF WAGON BRAKES

For a long time CJSC "Research and Production Enterprise TORMO" engaged in the manufacture and implementation of test equipment on the railway network. The article considers its use of JSC "VRK-1" in the wagon repair depot of Tayga.

Keywords: brake equipment, control means, railways.

21 июня 1990 года на базе научно-исследовательской лаборатории «Автоматизация контроля и дистанционного управления тормозами» создано

ЗАО «Научно-производственное предприятие ТОРМО» с целью изготовления и внедрения испытательного оборудования на сети железных дорог.

За длительный период работы предприятие стало одним из передовых в области создания автоматических средств контроля тормозного оборудования подвижного состава.

Продукция НПП «ТОРМО» – это востребованное современное оборудование для автоматизации процессов ремонта, контроля и диагностики тормозных устройств подвижного состава железных дорог, а также новых тормозных приборов, устройств и запасных частей к ним.

НПП «ТОРМО» занимается разработкой новых устройств, а также и модернизацией существующих, срок эксплуатации которых превысил рекомендованный в 10 лет, при этом продлевая срок службы. Данной услугой воспользовались такие компании, как АО «ВРК-1» АО «ВРК-2», АО «ВРК-3» и другие компании.

В настоящее время перечень оборудования НПП «ТОРМО» составляет более пятидесяти наименований продукции. В 2015 году перечень выпускаемой продукции пополнился такими изделиями как:

- Стол для ремонта концевых кранов (РКК);
- Стол для ремонта разобщительных кранов (РРК);
- Стол для ремонта воздухораспределителя 242 (СРВп);
- Стол для ремонта электровоздухораспределителя 305 (СРЭВ)
- Машина испытания пружин (МИП-3000).

Продукция НПП «ТОРМО» - это гарантия качества ремонта тормозного оборудования подвижного состава и безопасности движения!

Вагонное ремонтного депо Тайга АО «ВРК-1» применяет следующее оборудование НПП «ТОРМО»:

– стол ремонта и проверки магистральной части воздухораспределителей (СМВР) (рис. 1):



Рис. 1. Стол ремонта и проверки магистральной части воздухораспределителей

– стол ремонта и проверки главной части воздухораспределителей (СГВР) (рис. 2):



Рис. 2. Стол ремонта и проверки главной части воздухораспределителей

– устройство контроля грузовых воздухораспределителей (УКВР-2);
– стол ремонта и проверки автоматических регуляторов режимов торможения (САР1);
– устройство контроля автоматических регуляторов режимов торможения (УКАР) (рис. 3):



Рис. 3. Устройство контроля автоматических регуляторов режимов торможения

– машина испытания пружин (МИП) (рис. 4):



Рис. 4. Машина испытания пружин

- стол комплектации резинометаллических клапанов (СК-01) (рис. 5):



Рис. 5. Стол комплектации резинометаллических клапанов

- стол испытания двухкамерных резервуаров (рис. 6):



Рис. 6. Стол испытания двухкамерных резервуаров

- стол испытания запасных резервуаров;
- стол сборки регуляторов тормозных рычажных передач (РТРП) (рис. 6):
- устройство контроля регуляторов тормозных рычажных передач (УКРП);
- стол автоматического испытания соединительных рукавов (САИР).

Данное оборудование позволяет механизировать и автоматизировать рабочие места при проведении ремонта и испытания тормозного оборудования в условиях депо.

Приемка отремонтированных узлов тормозного оборудования значительно повышает качество ремонта тормозных приборов за счет того, что:

- в несколько раз, по сравнению с типовой, увеличена программа проверки приборов, проверяются все узлы и детали;
- не используются эталонные части, так как их функции выполняют управляющие программы обработки информации, поступающей с высокоточных измерителей;
- прием узлов тормозного оборудования производится в автоматическом режиме без участия человека;
- при наличии неисправностей в принимаемом узле стенд автоматически определяет неисправность и указывает ее слесарю, тем самым облегчая ремонт.

Кроме того, достоинства оборудования НПП «ТОРМО» состоят в том, что:

- малые габариты устройства позволяют устанавливать его на не больших площадях;
- обеспечивается высокая производительность участка по ремонту тормозного оборудования (во время проверки слесарь может заниматься ремонтом следующего узла);
- не требуется высокой квалификации рабочих по ремонту тормозного оборудования т.к. устройства указывают конкретные неисправности.

Столы по ремонту тормозного оборудования имеют полную оснастку приспособлений для производства ремонта тормозного оборудования и являются удобными рабочими местами.

Для очистки воздухораспределителей и авторежима используется автоматизированный комплекс мойки тормозных приборов (АКМ-ТП), специально разработанный для условий ремонтных депо.

В АКМ-ТП имеет новые принципы, не применяемые в моечной машине. В процессе мойки не используются различные моющие и агрессивные средства, а также токсические и легко воспламеняемые материалы (керосин, различные химические очистители). В конструкции заложен струйный метод гидравлической очистки давлением свыше 15 МПа и применен управляемый гидрант с перемещением его по нужным координатам. Это дает возможность качественно очистить поверхность очищаемых приборов. Такая машина может использовать не только горячую, но и холодную водопроводную воду, не производя ее подогрева.

В АКМ-ТП применен замкнутый цикл водоснабжения с очисткой используемой воды для последующего ее использования. АКМ-ТП имеет

автоматический режим управления процессом мойки приборов и сводит к минимуму участие человека в этом процессе, обеспечивая качественную очистку приборов от разного рода загрязнений.

При эксплуатации АКМ-ТП Слесарь по ремонту тормозного оборудования имеет возможность совмещать мойку воздухораспределителей с их разборкой так, как процесс мойки автоматический.

Для контроля отремонтированного тормозного оборудования смонтированного на вагоне применяется установка СИТОВ.

СИТОВ производит автоматический контроль параметров тормозного оборудования на вагоне, проверку его исправности и работоспособности.

Весь процесс проходит в одном автоматическом цикле при минимальном участии оператора. Наличие памяти в устройстве позволяет сохранять данные о проведенном испытании и при необходимости распечатать протокол со всеми параметрами.

Такую же возможность имеют УКВР, УКАР, УКРП, СМВР и СГВР.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод о том, что при использовании оборудования НПП «ТОРМО», при ремонте тормозного оборудования вагонов, повышается качество ремонта тормозного оборудования так, как при испытаниях производятся точные измерения, исключая человеческий фактор. А также программное обеспечение испытательного оборудования помогает производить качественный ремонт, указывая на конкретные неисправности, чем облегчает и сокращает время ремонта единицы тормозного оборудования.

Научный руководитель – преподаватель М. А. Яковлев, ТИЖТ - филиал ОмГУПС.

Список литературы

1. Тормозное оборудование и системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://tormo.su/>.

Е. Ж. Наурозов

СП СПО «Омский техникум железнодорожного транспорта»,
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАСТКА ТЕКУЩЕГО ОТЦЕПОЧНОГО РЕМОНТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВАГОННОГО ДЕПО ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА

В статье автор обращает внимание на вопросы организации труда на железнодорожном транспорте и проводит анализ системы «Бережливое производство» в компании ОАО «РЖД».

Ключевые слова: производительность, конкурентноспособность, ориентация на нужды клиента.

OPTIMIZE THE WORK OF THE SITE CURRENT REPAIR OF REPAIR OPERATING WAGON DEPOT FOR THE ACCOUNT OF IMPROVING THE ORGANIZATION OF LABOR

In the article the author draws attention to the issues of labor organization in railway transport and carries out the analysis of the system "Lean Production" in the company of JSC "RRW".

Key words: productivity, competitiveness, customer orientation.

При проведении анализа на участке текущего отцепочного ремонта в эксплуатационном вагонном депо выявлено, что в прямые убытки компании происходят из-за основных видов потерь:

- транспортировка - вид потерь, связанный с перемещением материалов и запасных частей;
- потери из-за дефектов - вид потерь, связанный с наличием дефектов, затратами на их выявление и устранение;
- потери при излишней обработке - вид потерь, возникающий при выполнении операций и процессов, без которых можно обойтись;
- потери при излишних перемещениях - вид потерь, возникающий в связи с движениями персонала, которые не являются необходимыми;
- простои - вид потерь, связанный с задержками и возникающий в результате ожидания готовности оборудования, персонала, транспортных

задержек, неравномерного темпа работы отдельных подразделений предприятия.

Для того чтобы сократить потери необходимо:

1. Повысить показатели участка TOP за счет установки дополнительного технологического оборудования.

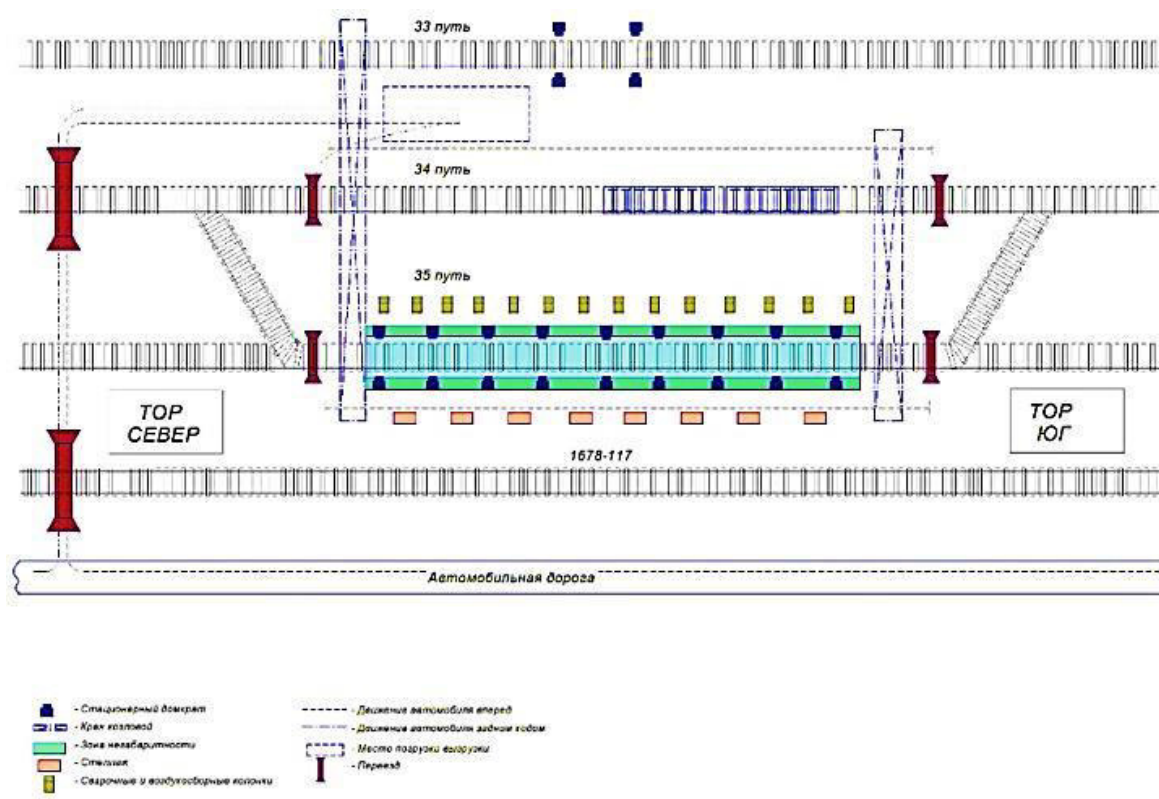


Рис. 1. Схема участка текущего отцепочного ремонта с расстановкой технологического оборудования

На схеме участка текущего отцепочного ремонта (рис. 1) видно, что в отличие от 35 пути, оснащенного всем необходимым технологическим оборудованием для ремонта вагонов, на 33 пути практически отсутствует необходимое оборудование.

Рекомендуется оптимизировать 33 путь участка TOP. Произвести оснастку пути новым оборудованием (рис. 2).

2. Повысить показатели участка TOP за счет модернизации имеющегося технологического оборудования.

Необходимо установить дополнительные стеллажи для хранения запасных частей вагонов (рис. 3), пружинных комплектов, стенда для размещения мерительного инструмента в помещении кладовой, перевод козлового крана на радиоуправление (рис. 4).

3. Повысить показатели участка ТОР за счет методики визуального контроля

На участке текущего отцепочного ремонта хранение колесных пар, требующих ремонта в вагонных ремонтных депо, обезличено. Хранение колесных пар осуществляется без определения их по принадлежности и без выделения отдельных участков хранения для разных собственников, а именно:

- ОАО «РЖД»;
- собственников, которые осуществляют ремонт по договорам;
- собственников, осуществляющих ремонт по гарантийным письмам.

Такое хранение (рис. 5) требует дополнительной проверки всех колесных пар, чтобы определить их принадлежность предприятию-собственнику.

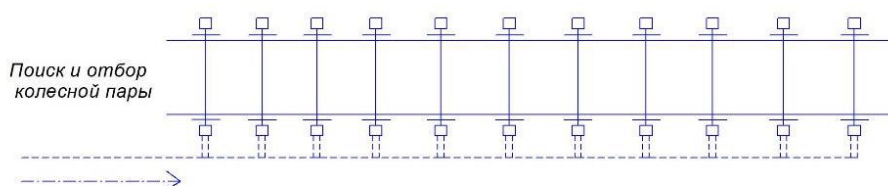


Рис. 5. Поиск и подбор колесных пар до внедрения метода визуализации

Помимо разделения всех колесных пар на требующих покупки (договорные отношения с собственником) и требующих ремонта в ВЧДР с последующей подкаткой под этот же вагон (отсутствие договорных отношений), существует группа колесных пар, по которым необходимо провести комиссионное расследование, установить виновное предприятие и составить рекламационные документы, необходимые для предоставления собственнику вагона для оплаты за проведенный ТОР.

Чтобы сократить время отправки колесных пар в ремонт, можно предложить метод визуализации (рис. 6).

После выкатки колесной пары из-под вагона наносить на ось колесной пары специальную маркировку цветом. Для колесных пар, выкаченных из-под вагонов частного парка, на которые отсутствуют договорные отношения на проведение ТОР, на среднюю часть оси колесной пары наносится полоса желтого цвета. Колесные пары, выкаченные из-под вагонов собственников, имеющие договора на проведение ТОР, впоследствии приобретаемые у собственника и переходящие в парк ОАО «РЖД», при отправке в ремонт не маркируются. При этом на колесные пары, по которым требуется комиссионное расследование, наносится полоса синего цвета.

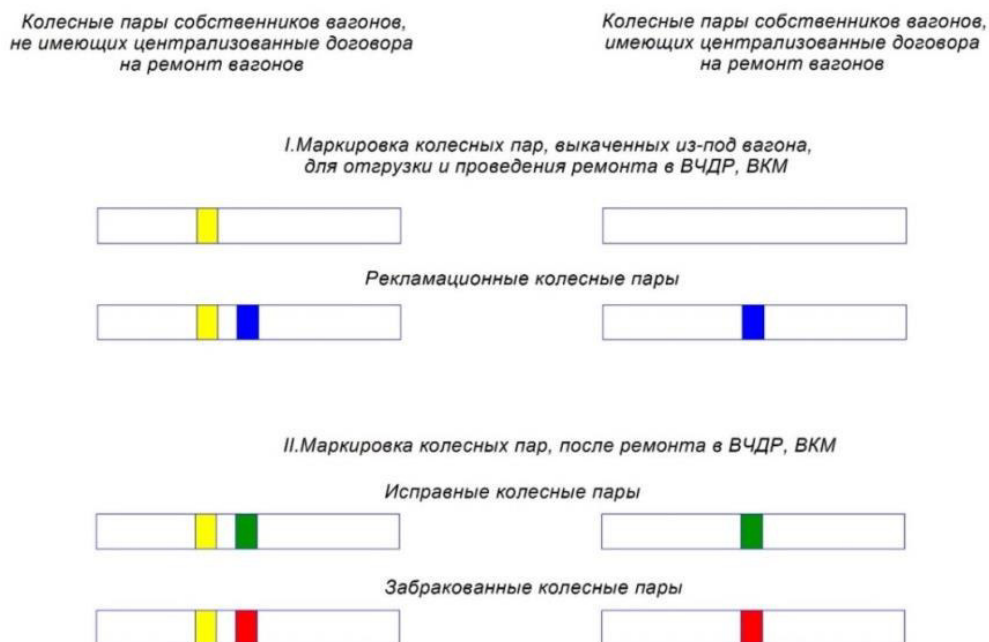


Рис. 6. Порядок маркировки колесных пар

При погрузке колесных пар на платформу для отправки ее в то или иное ВЧДР бригадир руководствуется разметкой и безошибочно отгружает колесные пары с нанесенной маркировкой.

После возврата колесной пары из ремонта рядом с существующей отметкой на оси дополнительно наносится новая полоса:

- зеленого цвета – для исправной колесной пары;
- красного цвета – для неисправной колесной пары, требующей расформирования. Синяя полоса при этом снимается.

В дальнейшем (при отправке колесной пары в ремонт) данная отметка позволяет не осматривать все колесные пары и четко отобрать требуемую (рис. 7).

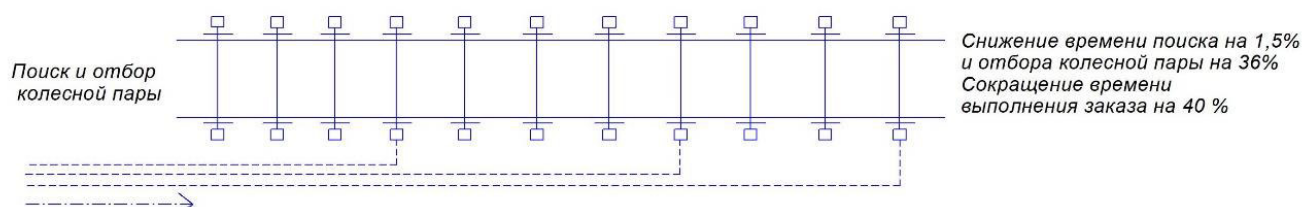


Рис. 7. Поиск и отбор колесных пар после внедрения метода визуализации

Для разграничения колесных пар на участке ТОР предусмотрены три зоны хранения (рис. 8), которые подразделяются на исправные (отремонтированные), неисправные (требующие ремонта), брак (требующие расформирования).

Применение метода визуализации в ТОР позволит значительно уменьшить время нахождения вагонов в ремонте, а также сократить время на подбор колесной пары.

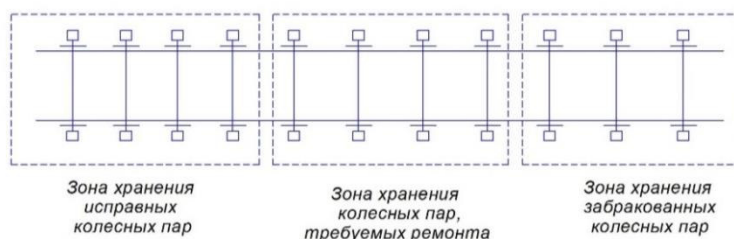


Рис. 8. Зоны хранения колесных пар на пункте текущего отцепочного ремонта

Оптимизация работы участка текущего отцепочного ремонта эксплуатационного вагонного депо за счет внедрение трех выше описанных показателей в работу ТОР позволит:

- сократить потери рабочего времени при ремонте вагонов;
- сократить время на ожидание маневрового локомотива и уборку отремонтированных вагонов с ремонтной позиции;
- увеличить выпуск отремонтированных вагонов из текущего отцепочного ремонта;
- сократить время простоя вагонов на станции в ожидании текущего отцепочного ремонта.

Научный руководитель – преподаватель Т. Ю. Чубова, СП СПО ОТЖТ, ОмГУПС.

Список литературы

1. Справочный материал для самостоятельного изучения слушателями курсов повышения квалификации МИИТ по программе: «Инструменты бережливого производства в структурных подразделениях ОАО «РЖД».
2. Бережливое производство в ОАО «РЖД». – М., 2012.
3. Бережливое производство в ОАО «РЖД» 2017 // Инновационный дайджест. – 2017
4. Бережливое производство. История вопроса // Раздел: Технологии бережливого производства.

5. Бухалков, М. И. Производственный менеджмент: организация производства: Учебник / М. И. Бухалков. – 2-е изд. – М.: НИЦ Инфра-М, 2015. – 395 с.

6. Периодическое печатное издание забайкальской железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

УДК 629.4

А. А. Леер

СП СПО «Омский техникум железнодорожного транспорта»,
Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА

В статье перечислены основные задачи диспетчерского контроля, описывается принцип построения схем для контроля напряжения с состояния реле сигнальных точек учебного полигона при помощи микроконтроллера.

Ключевые слова: диспетчерский контроль, АДСУ, сигнальная установка, микроконтроллер, напряжение, состояние реле.

DEVELOPMENT OF THE DIAGNOSTIC CONTROL SCHEME FOR EDUCATIONAL RANGE

The article lists the main tasks of dispatching control, describes the principle of constructing circuits for monitoring the voltage from the relay state to the signal points of the training polygon using a microcontroller.

Key words: dispatch control, ADSU, signal installation, microcontroller, voltage, relay status.

Одна из систем железнодорожной автоматики – диспетчерская контроль.

Изначально назначением системы ДК было передачей на станцию информации о свободности блок-участков на перегоне. Современные системы ДК дополняют сообщения о состоянии сигнальных установок, переездов, стрелок на станции, противопожарных систем и других объектов систем ЖАТ.

На отделении «Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте)» ОмГУПС СП СПО ОТЖТ ведется разработка системы ДК для учебного полигона. Наличие системы диспетчерского

контроля на учебном полигоне поможет обучающимся техникума понять принципы построения современных систем диспетчерского контроля, получить навыки контроля параметров сигнальных точек на АРМ.

Основные задачи проекта:

- 1) Создать аналог устройства для съема информации, а именно:
 - состояния реле (под током или без тока);
 - напряжения в контрольных точках;
 - сигнальный код, принимаемый путевым реле;
- 2) Написать программу для обработки снимаемой информации;
- 3) Осуществить передачу информации на пост ЭЦ полигона;
- 4) Написать АРМ ШН учебного полигона.

Реализация системы на настоящем оборудовании диспетчерского контроля не представляется возможным, один только автомат диагностики сигнальных точек АДСУ системы АПК-ДК стоит около 115 тысяч рублей. Поэтому за основу разработки устройства для сбора информации был принят программируемый микроконтроллер ATmega328 на плате Arduino UNO R3. За основу сбора информации были взяты схемы подключения автомата диагностики сигнальной установки АДСУ системы АПК-ДК. Микроконтроллер имеет ограниченное количество цифровых и аналоговых входов, соответственно 13 и 5. Поэтому для сбора информации потребовались дополнительно сдвиговые регистры для увеличения количества входов разрабатываемого устройства.

На сигнальных точках контролируют напряжения основного и резервного источников (~ 220 В), напряжение питания блока БС-ДА (~18 В), напряжение на выходе питающих трансформаторов (~ 150 В) и др. Микроконтроллер может обрабатывать только сигналы постоянного напряжения не превышающие 5 В. Для контроля напряжений, превышающих 5 В в схеме использован делитель напряжения, для контроля переменного напряжения оно выпрямляется выпрямительным мостом (рис. 1).

Для контроля напряжения используется два аналоговых входа А0 и А1 микроконтроллера, к каждому из которых подключены через оптроны восемь контрольных точек. Оптоны исключают влияние каналов друг на друга и обеспечивают подключение к входу микроконтроллера всегда только одного канала. Управление оптронами микроконтроллер выполняет при помощи

регистра, в который последовательно записываются байты: 10000000, 00000000, 01000000, 00000000, 00100000 и т.д. На рис. 1 красным цветом показано как откроются оптроны при наличии высокого потенциала на выходе регистра Q0.

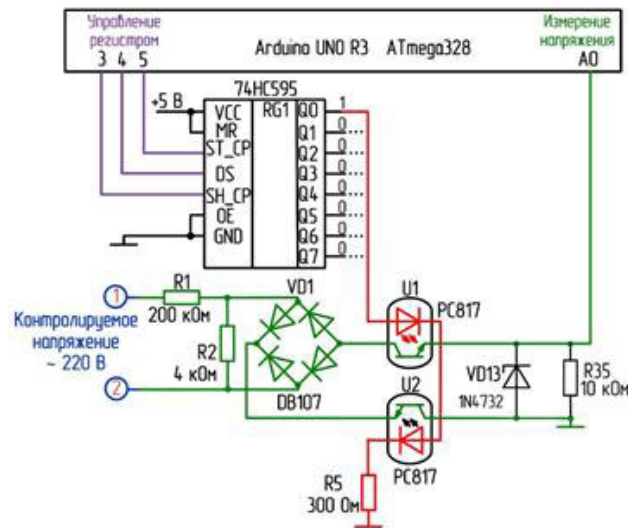


Рис. 1. Фрагмент схемы измерения напряжения

Микроконтроллер контролирует напряжение каждого канала в течение 80 миллисекунд и выбирает максимальное значение. Контроль напряжения осуществляется циклически, измеренные значения записываются в память микроконтроллера.

Контроль состояния реле сигнальной точки осуществляется через их свободные фронтовые контакты (рис. 2).

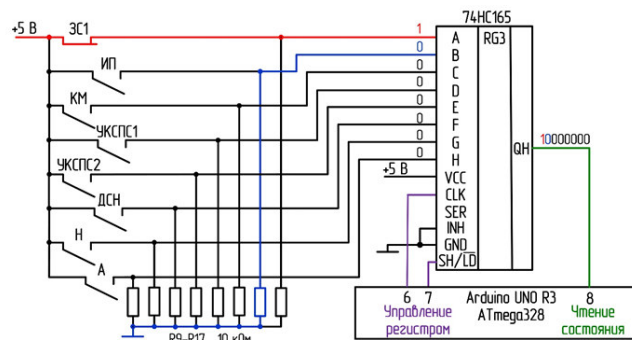


Рис. 2. Фрагмент схемы контроля состояния реле

От источника питания через замкнутый контакт контролируемого реле подается высокий потенциал на вход регистра. При разомкнутом состоянии контакта на вход регистра через резистор подается низкий потенциал. Микроконтроллер управляет сдвигом бит в регистре и получает с выхода

регистра состояние всех реле в виде последовательного байта, в котором каждый бит это состояние одного из реле. Для возможности контроля 16 реле в схеме применяется два регистра включенных каскадом.

Для написания программы для микроконтроллера в программе Arduino IDE, используется язык программирования C++. Программа предполагает циклическое выполнение подпрограмм: измерение напряжения, проверки контактов, измерения временных параметров кода АЛСН, передачи данных. В процессе выполнения этих подпрограмм микроконтроллер осуществляет управление регистрами; записи в них байт (чтения из них байт); измеряет напряжение на аналоговых входах; восстанавливает верное значение напряжения, используя коэффициент делителя напряжения; измеряет длительность интервалов и импульсов кода АЛСН, определяет тип КПТШ; записывает измеренные значения и состояния реле в память; осуществляет передачу измеренных значений на микроконтроллер центрального пункта.

Сейчас ведутся работы по изготовлению схемы контролирующего устройства для сигнальной точки, тестирование его работы, написание и отладка программы для микроконтроллера.

Научный руководитель – преподаватель В. Г. Вяткин, СП СПО ОТЖТ, ОмГУПС.

Список литературы

1. Arduino.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://arduino.ru> (Дата обращения: 11.04.2018).
2. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В. А. Петин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.
3. Типовые материалы для проектирования 410726-ТМП. Система диспетчерского контроля и диагностики устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. – АПК-ДК. М.: Росжелдорпроект, 2007.

А. О. Диков

Донецкий институт железнодорожного транспорта,
Донецкая народная республика, г. Донецк

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА

В данной статье рассмотрены системы диспетчерского контроля и мониторинга, проведен анализ данных систем на примере АПК-ДК. В результате анализа было выявлено, что данная система существенно влияет на надежность систем и элементов ЖАТ, а также способствует увеличению безопасности перевозочного процесса. Кроме того, в работе были рассмотрены недостатки современных систем диспетчерского контроля и мониторинга, а также намечены пути их решения. Устранение недостатков и расширение функций систем диспетчерского контроля и мониторинга позволят им стать одним из основных элементов обеспечения безопасности железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: АПК-ДК, система диспетчерского контроля и мониторинга, безопасность перевозочного процесса.

PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND DISADVANTAGES OF CONTEMPORARY SYSTEMS OF CONTROL AND MONITORING

In this article, the systems of dispatch control and monitoring are considered, the analysis of these systems is carried out on the example of APK-DK. As a result of the analysis, it was revealed that this system significantly affects the reliability of the systems and elements of the RAT, and also contributes to increasing the safety of the transportation process. In addition, the work has addressed the shortcomings of modern dispatch control and monitoring systems, and outlines ways to solve them. Elimination of shortcomings and expansion of functions of dispatching and monitoring systems will allow them to become one of the main elements of ensuring the safety of the railway transport.

Keywords: APK-DK, the system of dispatching control and monitoring, the safety of the transportation process.

Эффективность эксплуатации современных систем железнодорожной автоматики и телемеханики напрямую зависит от их надежности и безопасности. Данные показатели в полной мере обеспечиваются за счет различных средств и технических решений: конструкции элементов, исключающей возникновение опасного отказа; резервирования; внедрения средств самодиагностики; периодического обслуживания и ремонта и т.д. Немаловажную роль в

безопасном функционировании систем железнодорожной автоматики (ЖАТ) играют системы технического диагностирования и мониторинга (СТДМ). Данные системы обеспечивают автоматическое/автоматизированное получение и анализ, хранение и вывод информации о состоянии всех объектов контроля [1].

Постоянное совершенствование позволило развить СТДМ от систем с ограниченным количеством объектов контроля до программно-аппаратных комплексов с автоматизированными функциями контроля и анализа дискретной и аналоговой информации и применением элементов искусственного интеллекта.

Существует две стратегии ТДМ (технического диагностирования и мониторинга): использование интегрируемых средств ТДМ и использование надстраиваемых средств ТДМ [4].

Интегрируемые средства ТДМ широко применяются в современной компьютерной технике. Они встроены в системы управления перевозочным процессом, снабжены средствами самодиагностики и самоконтроля. При этом процесс ТО заключается в устранении возникающих дефектов. В отличие от релейных централизаций, которые обеспечивают диагностирование постового и напольного оборудования с помощью релейных схем, микропроцессорные централизации, использующие данный подход, берут функции диагностики на себя. Таким образом, модули, обеспечивающие правильность работы устройства или объекта, осуществляют его диагностику.

Надстраиваемые средства ТДМ – это внешние датчики контроля систем ЖАТ объединенные в сеть, что позволяет производить анализ технологических ситуаций в автоматизированном режиме. Востребованность данного подхода существует из-за ряда факторов: наличия большого количества релейной техники, низкого уровня компьютеризации систем управления перевозочным процессом, отсутствия перспективы масштабной модернизации ЖАТ.

Первый подход присущ странам ЕС. В странах СНГ широкое применение получил второй подход. Это связано с разнообразными климатическими условиями, низкими темпами внедрения микропроцессорных систем, широким применением релейной аппаратуры, высокая степень участия человека в работе систем ЖАТ [4].

На сегодняшний момент времени существуют такие системы диспетчерского контроля и мониторинга, как: АСДК, АПК-ДК, АДК-СЦБ.

Одной из наиболее перспективных и широко применяемых является

система технического диагностирования и мониторинга аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК). АПК-ДК предназначен для централизованного контроля, диагностики и регистрации технического состояния устройств железнодорожной автоматики (ЖАТ), а также передачи информации о поездной ситуации в пределах контролируемого диспетчерского круга. Система производит сбор, обработку, хранение и отображение информации о состоянии контролируемых объектов в реальном масштабе времени.

АПК-ДК – это система, имеющая иерархическую структуру построения с условным выделением уровней (нижнего, среднего и верхнего), которая реализована при помощи программируемых контроллеров, промышленных компьютеров и специализированного программного обеспечения, а также каналов связи между ними, которые позволяют организовать вычислительную сеть и объединить АРМы пользователей (рис. 1) [2].

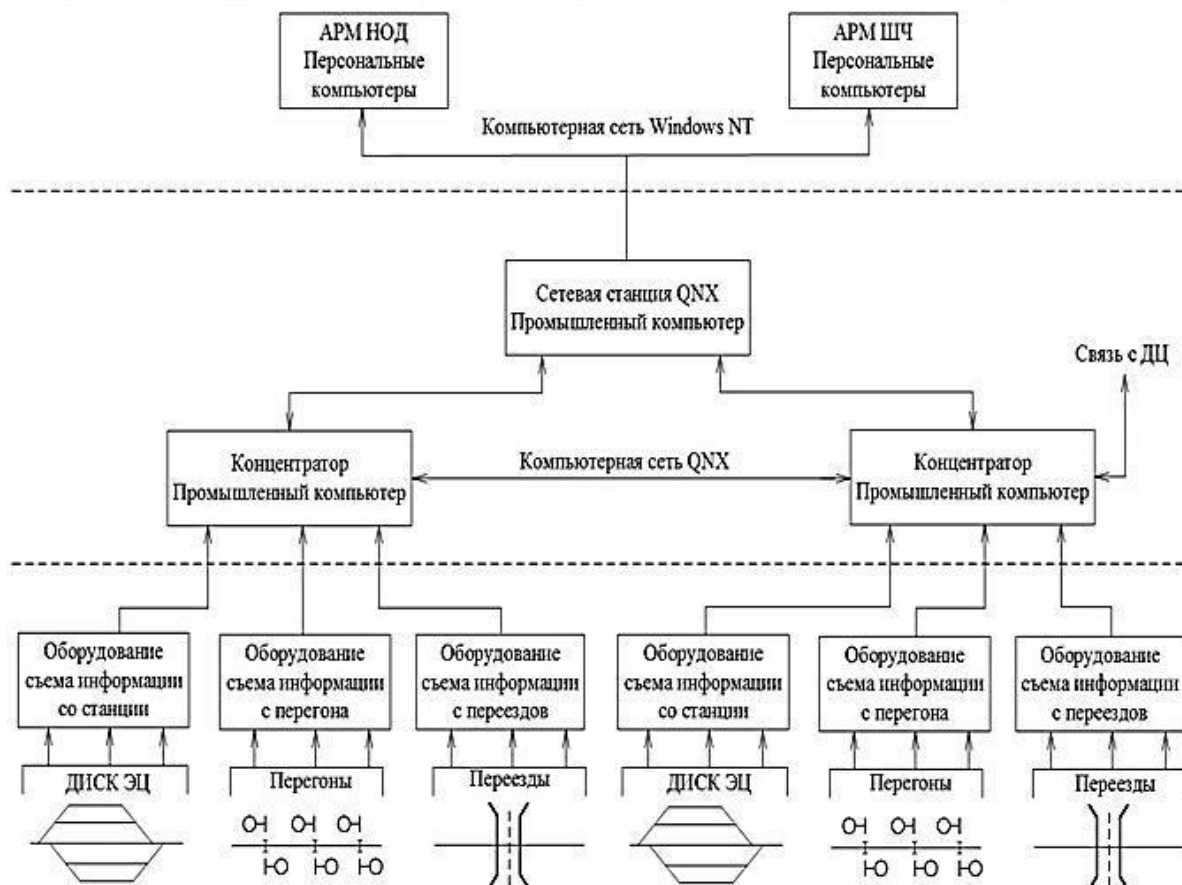


Рис. 1 Структура системы АПК-ДК

Главными достоинствами системы являются: большое количество контролируемых объектов; простота сопряжения с микропроцессорными ЖАТ, возможность самодиагностики системы, возможность получения как дискретной,

так и аналоговой информации; реализация на новой элементной базе с применением микропроцессорной техники; контроль большинства основных устройств железнодорожной автоматики и их параметров; возможность оперативного получения информации об отказе либо предотказном состоянии.

Наряду с большим количеством достоинств современных СТДМ, они обладают и рядом недостатков.

Так в работе [3] авторами были определены следующие недостатки системы: в АПК-ДК отсутствует контроль некоторых важных параметров, например, асимметрии тягового тока на участках с электротягой; ограниченность в выборе технических средств диагностирования и съема информации с объектов контроля; на данном этапе в АПК-ДК используются, в основном, контроллеры и датчики для съема электрических параметров устройств ЖАТ. При этом не уделяется внимание другим важным физическим величинам, например, расстоянию между контактами автопереключателя в стрелочном электроприводе, расстоянию между подвижными и неподвижными элементами стрелки. Получение дополнительной информации возможно при использовании датчиков температуры, акустического сигнала, ультразвуковых датчиков; для сокращения расходов на оборудование участка железной дороги АПК-ДК необходимо минимизировать программно-аппаратные средства без потерь в надежности и безопасности их работы. Также, существует проблема качества передаваемой информации. Передача информации по кабельным сетям либо витой паре устарела и подвержена различного рода влияниям, что приводит к искажению получаемой информации. Переход на передачу информации по оптоволоконным системам передачи данных, радиосвязи или спутниковой связи позволит решить данную проблему.

Еще одной важной проблемой является необходимость присутствия на АРМ АПК-ДК пользователя, обладающего навыками работы с программными средствами. Более перспективным методом является разработка web-приложений, которые могут быть установлены на персональный компьютер, планшет или смартфон. При таком подходе сотрудники смогут получать информацию из любой точки станции, осуществляется коллективное использование комплекса.

Авторы работы [4] выделили следующие недостатки современных СТДМ: большое количество датчиков съема информации, требующих постоянного технического обслуживания; использование специального программного обеспечения, вследствие чего необходима постоянная техническая поддержка со

стороны разработчика; выявление большого количества ложных предотказных состояний, что влечет за собой неоптимальное распределение трудовых ресурсов дистанции СЦБ; низкий уровень организации автоматизированного технического обслуживания и обработки диагностической информации; недостаточная полнота и глубина диагностической информации от некоторых устройств, что влияет на процесс предотвращения неисправностей и время их поиска.

Вывод: Использование современных систем технического диагностирования и мониторинга позволяет существенно повысить надежность систем ЖАТ и безопасность перевозочного процесса. Дальнейшее развитие таких систем связано с устранением их недостатков, расширением сферы влияния от контроля устройств ЖАТ до контроля других объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, а также применением комплексного подхода технического диагностирования и мониторинга.

Научный руководитель - доцент кафедры «Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника» С. А. Радковский, Донецкий институт железнодорожного транспорта, г. Донецк.

Список литературы

1. Ефанов, Д. В. Основы построения и принципы функционирования систем технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. пособие / Д. В. Ефанов, А. А. Лыков. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2012.– 59с.
2. Типовые материалы для проектирования: Система диспетчерского контроля и диагностики устройств железнодорожной автоматики и телемеханики АПК-ДК, Альбом 2, 2007– 121с.
3. Становление и перспективы развития систем функционального контроля и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/stanovlenie-i-perspektivy-razvitiya-sistem-funktsionalnogo-kontrolya-i-monitoringa-ustroystv-zheleznodorozhnoy-avtomatiki-i-teleme-haniki>. – (Дата обращения: 19.03.2018).
4. Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tehnicheskoe-diagnostirovanie-i-monitoring-sostoyaniya-ustroystv-zhat>. – (Дата обращения: 19.03.2018).

С. С. Липатов, В. И. Голанов

Донецкий институт железнодорожного транспорта,
Донецкая народная республика, г. Донецк

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ НА ПЕРЕГОНАХ

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики являются «столбом» обеспечения пропускной способности железных дорог. Проанализированы негативные факторы, приведены перспективы развития систем автоматики и телемеханики на перегонах

Ключевые слова: автоблокировка, система, устройство, перегон, перспективы, изостык.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AUTOMATION AND TELEMECHANICS SYSTEMS

The systems of railway automation and telemechanics are a "pillar" of providing the capacity of railways. Negative factors are analyzed, prospects of development of automation and telemechanics systems on the hauls are given.

Key words: autolock, system, device, overtaking, perspective, isostyk.

Современная железная дорога является одним из самых безопасных, среди самых различных, средств передвижений в России. Львиная доля заслуги принадлежит внедрению систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ).

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики являются «столбом» обеспечения пропускной способности железных дорог. Туда входят устройства и системы, которые обеспечивают интервальное регулирование движения поездов на станциях и перегонах [1].

Системы ЖАТ делятся на пять систем, благодаря которым железная дорога является актуальной и наиболее безопасным средством передвижения:

1) автоматическая и полуавтоматическая блокировка (АБ);

- 2) электрическая централизация стрелок и светофоров (ЭЦ);
- 3) автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС);
- 4) устройства контроля схода подвижного состава (УКСПС);
- 5) диспетчерская централизация и диспетчерский контроль (ДЦ, ДК), а также многие другие.

Автоматическая блокировка благодаря устройству электрических рельсовых цепей обеспечивает открытие, закрытие и запирающие сигналы автоматически под действием самих поездов, без участия дежурного персонала.

Автоблокировка является основным средством сигнализации и связи при движении поездов на магистральных линиях. Для индустриализации строительства все трудоемкие электромонтажные работы перенесены в заводские условия, а на путях устанавливаются уже смонтированные и укомплектованные приборами шкафы автоблокировки, к которым делается лишь подводка кабелей.

Звучит всё достаточно хорошо, но на самом деле автоблокировка – это система, а системам свойственны отказы.

Последствия отказов могут быть самые негативные. Отказ СЖАТ – это снижение безопасности движения поезда, при отказе формирование и управление ситуацией возлагается на человека, что увеличивает риск аварии. Самый большой процент происшествий на железной дороге происходит из-за халатности человека. Отсюда, логичным путём, первым в списке негативных качеств автоблокировки является недостаточная надёжность [2].

Второй фактор – расходы. Это негативный фактор, который вытекает из первого. Из-за того, что на железной дороге достаточно часто случаются отказы, решили ввести такие меры как профилактические работы, которые в свою очередь повышают количество расходов на эксплуатацию системы.

Также в этот пункт включается стоимость строительства различных видов устройств СЦБ, она зависит от количества управляемых объектов на участке ж. д., рода тяги на нем и заданных эксплуатационных требований. Стоит заметить, что это наиболее трудоемкая работа – строительство высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки, рытье траншей, прокладка кабеля – весь этот процесс полностью механизирован.

Третье – релейные шкафы. Аппаратура устройств автоблокировки подвергается различным природным факторам, таким как: перепады

температуры, давления, влажности, вибрации и прочего. Всё это снижает время эксплуатации устройств

Четвертый – изолирующие стыки на перегонах. Самым частым отказом на железной дороге является пробой изостыка, вследствие его низкой надежности.

Пятый и самый проблемный фактор непосредственно для работников железной дороги – это расположение устройств отдельно от обслуживающего персонала. По статистике на 2017 год, среднее время устранения отказа в системе автоблокировки составляет 3 часа. Больше половины времени уходит на то, чтобы механик добрался до места аварии.

Время, наука движутся семимильными шагами в будущее, аннигилируя минусы между собой или даже попутно превращая их в плюсы, ведь у каждой системы нашей отрасли есть свои перспективы. Некоторые перспективы системы автоблокировки являются зеркальным отражением своих негативных, например, надежность.

В будущем Россия видит снижение количества аварий и неплановых работ за счет:

- улучшения качества ремонта;
- изменение систем, исключение человеческого фактора;
- повышение производительности труда за счет новых технологий, переквалификации и создания контрактной основы;
- повышение пропускной способности для скоростных поездов;
- повышение экономической эффективности деятельности;
- снижение энергетических затрат;
- внедрение спутниковых инноваций;
- обширное внедрение тональных рельсовых цепей, что позволит отказаться от одного из самых слабых мест железной дороги – изостыка;
- централизация аппаратуры.

В последние годы внедряются новые системы автоблокировки, применяемые на участках с любыми видами тяги и обладающие высокой эксплуатационной надежностью.

На данный момент из реализуемых систем СЖАТ, самым распространенным средством интервального регулирования движения поездов, является автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и

централизованным расположением аппаратуры. Она позволяет отказаться от изолирующих стыков на перегонах – самого слабого звена действующих систем автоблокировки [3].

Из всех известных на данный момент систем автоматики, телемеханики на железнодорожном транспорте, пожалуй, самой инновационно-перспективной является микропроцессорная автоблокировка. Она позволяет увеличить скорость движения поездов на магистральных участках железных дорог, а также повысить пропускную способность станций. Данная система кажется поистине инновационной:

- уменьшение габаритов устройств в несколько раз;
- уменьшение расхода сигнально-блокировочного кабеля на 30%;
- уменьшение количества элементов базы;
- повышение безопасности движения поездов на перегоне;
- повышение коэффициента готовности;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат;
- повышение надежности работы.

Оглядываясь в прошлое и на то, как эволюционирует железная дорога, то начинаешь верить, что все задачи реальны, с огромным трудом, но автоблокировка движется в светлое будущее, пусть и в корне изменяясь.

Научный руководитель – ст., преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника» А. М. Трунаев, ДонИЖТ.

Список литературы

1. Казаков, А. А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов / А. А. Казаков, В. Д. Бубнов, Е. А. Казаков. – М.: Транспорт, 1995.
2. Кравцов, Ю. А. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики / Ю. А. Кравцов. – М.: Транспорт, 1996.
3. Виноградова, В. Ю. Перегонные системы автоматики: Учебник для техникумов и колледжей ж-д транспорта / В. Ю. Виноградова, В. А. Воронин, Е. А. Казаков; под ред. В. Ю. Виноградовой. – М.: Маршрут, 2005.

С. А. Мартыненко, Е. С. Игнатенко

Томский техникум железнодорожного транспорта – филиал Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Томск

ПРОГРАММА ЭЛЕКТРОННОГО ВЕДЕНИЯ БЛАНКА ФОРМЫ ЛУ-72

В данной статье рассматривается возможность перехода железной дороги на безбумажную технологию работы на примере Программы электронного ведения бланка формы ЛУ-72. Проанализирована важность применения современных технологий в пассажирских железнодорожных перевозках. Рассмотрена область практического применения Программы. Определены перспективы ее использования в сфере электронного ведения документации.

Ключевые слова: бланк, ЛУ-72, программа, приложение.

ELECTRONIC PROGRAM OF THE FORM LU-72

In this article, the possibility of the transition of railway to paperless technology of work is considered using the example of the Electronic form-keeping program of the form LU-72. The importance of applying modern technologies in passenger rail transportation is analyzed. The area of practical application of the Program is considered. The perspectives of its use in the sphere of electronic record keeping are determined.

Keywords: form, LU-72, program, application.

Современные информационные системы обладают огромными возможностями, и железнодорожная отрасль идет в ногу с ними. Внедрение информационных технологий позволило значительно упростить и обезопасить процедуры оформления билетов, процедуры контроля и учета пассажиров.

Внедренная информационная технология сбыта и учета электронных билетов с использованием сети Интернет позволяет пассажиру оформить электронный билет на веб-ресурсе и получить контрольный купон для удостоверения договора перевозки пассажира. Для посадки в поезд пассажиру необходимо зарегистрироваться на поездку и получить посадочный купон с двумерным штриховым кодом, который содержит информацию о пассажире и совершаемой им поездке. Для исключения посадки в вагон пассажиров с нелегитимными электронными билетами и подтверждения оформления электронного билета проводники используют новые устройства контроля легитимности электронных билетов УКЭБ. УКЭБ состоит из мобильного устройства и сканера, позволяющего

осуществлять чтение штрихового кода, расположенного на посадочном купоне. Для исключения посадки в поезд пассажиров с нелегитимными электронными билетами, в мобильное устройство загружается «черный список» электронных билетов, содержащий номера и статусы данных электронных билетов. По результатам проверки электронных билетов на экране мобильного устройства отображаются данные о пассажире и поездке, расшифрованные из штрихового кода, и различные световые сигналы. По результатам информации, отображенной на экране, проводник принимает решение о возможности посадки пассажира в поезд. Внедрение в эксплуатацию данной разработки позволило усовершенствовать процесс организации посадки пассажиров в поезд и упростить проводникам процедуру проверки электронных билетов.

Перед авторами статьи была поставлена задача внедрения расширенных информационных технологий, которые бы в значительной степени упростили работу проводников в сфере ведения документации строгой отчетности.

Многие годы заполнение бланка учета населенности вагона и расхода постельного белья формы ЛУ-72 представляет собой ответственный процесс, в нем допускается минимум исправлений и ошибок. Перспективным в этой области станет снабжение проводников программным продуктом, который позволит оптимизировать затраты времени и свести к минимуму вероятность ошибки при ручном заполнении бланка ЛУ-72.

На сегодняшний день процедура оформления бланка проводится вручную (заполняется от руки выданная печатная форма бланка). При этом бланк должен быть строго структурирован, что проще делать в электронной версии, нежели систематизировать около 60 посадочных мест вручную. Бланк ЛУ-72 должен быть заполнен проводником вагона в течение одного часа после отправления из пункта формирования или пункта оборота, или в течение 30 минут – при отпадении с промежуточной станции.

Программа электронного ведения бланка учета населенности вагона и расхода постельного белья формы ЛУ-72 позволяет освободить проводника пассажирского вагона от ручного заполнения бумажных бланков. Данный продукт реализуется в виде программы для переносного персонального компьютера, планшетного компьютера, смартфона и выполняется в Microsoft Visual Studio 2010 C#.

Программа сканирует проездные документы по штрих-коду или QR-коду, полученные данные автоматически заносятся в таблицу и распределяются в хронологическом порядке (рис. 1). Обязательной графой для ручного ввода должна остаться «Выдано постельных принадлежностей, № мест выдачи всего

прописью» для случаев, когда постельные принадлежности покупаются у проводника в пути следования, а не через билетные кассы.

Первая запись в таблице бланка ЛУ-72 – дата, время принятия дежурства проводником – фамилия, инициалы и подпись дежурного проводника (рис. 2).

Станция посадки	Код станции посадки	Станция высадки	Код станции высадки	Всего пассажиров	Номера занятых мест	Выдано постельных принадлежностей
Омск-Пасс	2044700			12		
		Валерия	2044692	2	33, 35	33, 35 безден.
		Новосибирск-Гл.	244773	3	33, 48, 50	33, 48, 50 безден.
		Новосибирск-Гл.	244773	5	2, 1, 3, 14, 15	2, 1, 3, 14, 15 безден.
Татарская	2044820	Новосибирск-Гл.	244773	5	32, 34, 36, 37, 38	32, 34, 36, 37, 38 безден.

Рис. 1. Главное окно программы

Для формирования бланка ЛУ-72 заполняются следующие данные:

1. «Станция посадки» – можно выбрать из списка или заполнить вручную.
2. «Код станции посадки» – формируется автоматически в соответствии со станцией посадки, либо можно заполнить вручную.
3. «Станция высадки» – можно выбрать из списка или заполнить вручную.
4. «Код станции высадки» – формируется автоматически в соответствии со станцией посадки, либо можно заполнить вручную.
5. «Всего пассажиров» – вводятся только целочисленные значения
6. «Номера занятых мест» – вводятся вручную, через запятую.
7. «Выдано постельных принадлежностей, номера мест выдачи, всего прописью» - вводится только тип, так как остальные данные берутся из поля «Номера занятых мест».

При добавлении новой строки (информации из проездного документа), программа сама поставит ее в нужное место по порядку следования станций.

Данная программа дает возможность перехода на другие формы для заполнения информации о поезде, о смене проводника. Организованы функции сохранения и печати с предварительным просмотром.

Рис. 2. Форма приема и сдачи дежурства

Область «Параметры вагона» (рис. 3) заполняется следующим порядком. В полях «Станция отправления» и «Станция назначения» есть возможность выбрать станцию из списка. «Начальник поезда» – поле запоминает предыдущие данные, формируя список. «Номер поезда» также можно заполнять или выбирать из существующего списка. «Номер вагона» заполняется в два поля: номер и код. Поле «Дата» заполняется либо вручную, либо можно выбрать из календаря. «Категория вагона» также выбирается из списка. Поле «Код станции назначения прицепных вагонов» заполняется из списка или вручную. В графе «Получено белья» указывается числом и прописью общее количество комплектов. Для смены проводников также добавлена форма, данные из которой будут накладываться отдельной строкой в таблицу после внесенных данных о пассажирах до текущего момента.

Рис. 3. Параметры вагона

Данное приложение также предусматривает вызов справочной информации, с помощью которой можно узнать:

- сколько пассажиров и с каких мест будут выходить на ближайшей станции;

- сколько всего пассажиров в вагоне;
- сколько пассажиров с детьми;
- сколько пассажиров с ограниченными возможностями здоровья;
- сколько выдано постельных принадлежностей и каков остаток чистых комплектов и т.д.

Общий вид бланка формы ЛУ-72 приведен на рис. 4.

БЛАНК УЧЕТА №
населенности вагона и расхода постельного белья
Форма ЛУ-7210364833 | Утверждена ОАО
"РЖД" в 2004 г.

Станция отправления Омск-Пасс.
Станция назначения Новосибирск-Гл.
Начальник поезда Иванов И.И.
Проводник Иванов И.И.
Получено белья 60 (шестьдесят) комплектов

№ поезда	Дата	№ вагона	Категория вагона	Код станции назначения для прицепных вагонов
087Н	18.02.18	5/00008	54 ПЛ	873901

Станция посадки	Код станции посадки	Станция высадки	Код станции высадки	Всего пассажиров	Номера занятых мест	Выдано постельных принадлежностей №/количество выданы всего прописью
1	2	3	4	5	6	7
Омск-Пасс.	2044700	Новосибирск-Гл.	2044692	12	31, 33	15, 16 безден.
		Новосибирск-Гл.	2044773	5	32, 34, 36, 37, 38	17, 18 безден.
		Новосибирск-Гл.	2044773	5	1, 2, 3, 14, 15	1, 2, 3, 4, 5 безден.
Тверская	2044820	Новосибирск-Гл.	2044773	3	33, 46, 50	6, 7, 8, 9, 10 безден.

Дежурство принял проводник Иванов И.И.

Дежурство сдал проводник Иванов И.И. пасс. 15, р/б - 15 комп.

Всего перевезено пассажиров 15 человек + 2 б/м, расход п/б - 15 комплектов, остаток ч/б - 45 комплектов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Рис. 4. Общий вид бланка ЛУ-72

Программа имеет перспективы развития в виде автоматического заполнения бланка ЛУ-72 по вагону из общей базы данных по штрих-кодам билетов. Данная форма станет скорее приложением, так как основная программа будет направлена на подробный учет пассажиров в вагоне, в то время как учет постельного белья станет его частью. Программа повысит качество обслуживания пассажиров за счет освободившегося времени проводника. Проводник сможет избежать ошибок при ведении ЛУ-72, а также передавать данные начальнику поезда в электронном виде, поддерживая тем самым безбумажную технологию на железнодорожном транспорте.

Научный руководитель – преподаватель специальности «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)» А. В. Басинская, ТТЖТ.

Список литературы

1. ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: www.rzd.ru/.
2. ФПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: www.fpc.ru/.

А. П. Антипов, В. А. Келлер, В. В. Павлюк
Омский государственный технический университет, г. Омск

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСЛОВОГО АНАЛИЗА СТРОЕНИЯ ЗНАКОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И МАССИВОВ УПОРЯДОЧЕННЫХ ДАННЫХ

В данной статье рассматриваются средства описания и исследования упорядоченных массивов данных – анализ строя информационных цепей. Описаны формальные средства измерения числа информации и методы представления последовательностей данных. Объектом исследования являются знаковые последовательности, с помощью которых представимы также любые упорядоченные данные измерений.

Ключевые слова: знаковая последовательность, массив данных, множество, числовые характеристики строя цепи, информация.

INFORMATION CHARACTERISTICS OF NUMERICAL ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF SIGN SEQUENCES AND SORTED DATA ARRAYS

In this article, we consider means of describing and investigating of sorted data arrays, as well as analysis of the structure of information chains. We describe formal means of measuring of the amount of information and methods of representing of data sequences. The object of the study is the sign sequences, which also represent any sorted measurement data.

Keywords: sign sequence, data array, set, numerical characteristics of a chain structure, information.

Любая знаковая последовательность представляет собой особое строение элементов, которое обычно описывается распределением знаков по координатам-позициям. Строение конкретной последовательности задано мощностью алфавита, распределением чисел вхождения его элементов, взаимным расположением или удалением позиций одинаковых и разных знаков друг от друга и от финишной позиции наблюдателя. Таким образом, строение последовательности определяется составом и композицией ее элементов. При одинаковом составе элементов строение последовательности определяется их композицией.

Известные математические средства применяются для анализа локальной структуры и не приспособлены для исследования полного строения знаковых последовательностей, других массивов данных. Предлагается в качестве первичной информационной компоненты последовательности использовать, кроме собственно знака, интервал между ближайшими соседними «выделенными» знаками или «словами». Правило выделения знаков должно быть согласованно между источником и приемником данной последовательности. При этом величина некоторого интервала определяется числом элементов расположенных между соответствующей парой соседних выделенных элементов.

Для анализа строения произвольного массива упорядоченных данных требуется его предварительное преобразование в соответствующую конечную знаковую последовательность. Далее осуществляется разложение этой исходной сложной последовательности на множество элементарных последовательностей, каждая из которых содержит только определенные выделенные элементы, не входящие в состав других. Таким образом любая элементарная последовательность содержит пустые и занятые выделенными знаками позиции, которые не пересекаются с занятыми позициями других элементарных последовательностей. Сложение всех элементарных последовательностей-составляющих порождает в общем случае исходную неоднородную последовательность, в состав которой, кроме разных, входят группы одинаковых элементов. Такая последовательность определена М. Мазуром как информационная цепь [1].

Наиболее естественными для выделения знаков в состав соответствующих элементарных последовательностей являются два противоположных правила. По одному из них выделяются позиции, занятые только одинаковыми элементами. По другому правилу все элементарные последовательности формируются только из разных знаков и называются разнородными. При этом исходная неоднородная последовательность образуется сложением либо только всех однородных последовательностей, либо только всех разнородных. Расщепление текстов на однородные последовательности, вероятно впервые, применил В.Леус [2].

Перемножение всех интервалов данной однородной последовательности знаков определяет абсолютный объем «символа» или «понятия»; перемножение всех интервалов некоторой разнородной последовательности определяет

абсолютный объем ее собственного алфавита. Относительный объем символа или некоторого собственного алфавита определяется по интервалам, установленным относительно занятых позиций соответствующей другой элементарной последовательности или от псевдо занятых регулярно расположенных позиций. Перемножение либо всех объемов символов, либо - объемов собственных алфавитов определяет объем целого “произведения”. В качестве информационных характеристик строения последовательностей полезны средние геометрические интервалы.

Логарифмирование представленных величин дает набор удобных для практики аддитивных информационных характеристик. При этом интервал заменяется «удаленностью», объемы – суммарными удаленностями, соответственно названными: глубиной «содержания» символа или понятия и глубиной содержания произведения. Глубиной содержания произведения называется величина равная двоичному логарифму его объема. По определению глубина содержания произведения равна сумме глубин содержаний символов. Полезны оценки в виде средних арифметических глубин содержаний, отображающих средние геометрические интервалы, соответственно – «содержательности» символа, понятия и целого произведения. Отношение содержательности символа и произведения дает характеристику, которая дополняет частоту вхождения и названа относительной содержательностью символа. При этом для любой полной знаковой последовательности (без пустых позиций) сумма произведений частот вхождения элементов на их относительные содержательности равна единице. Содержательность целого произведения является функцией, которая «перекрывает» функцию энтропии, так как чувствительна к расположению знаков в последовательностях с одинаковым их составом. Учет «весов» символов позволяет получить еще более чувствительные к расположению знаков информационные характеристики последовательности.

При определении предлагаемых характеристик для произвольного массива данных требуется его предварительное преобразование в соответствующую конечную знаковую последовательность.

Множество элементарных последовательностей позволяет описывать знаковую последовательность распределением координат-позиций по номерам просмотра появляющихся и повторяющихся элементов. Если рассматривать распределение элементов однородной последовательности как дискретную

функцию дискретного аргумента, значениями которой являются координаты-позиции, определяемые номером очередного вхождения данного элемента. Множество всех однородных последовательностей, в свою очередь, можно пронумеровать в принятом порядке их выделения при анализе данной последовательности, наиболее естественна нумерация в порядке зарождения однородных последовательностей при чтении исходной последовательности от начала к концу, элементы алфавита при этом обозначаются номером их первого появления. Двойная нумерация элементов неоднородной последовательности позволяет описывать любую знаковую последовательность как дискретную функцию двух целочисленных аргументов, значение – координаты позиций – которой определяются номером первого появления элемента алфавита и номером его очередного вхождения. Такое описание позволяет применять для исследования строения последовательностей подобие некоторых методов математического анализа функций. При этом определение интервалов между ближайшими соседними элементами однородной последовательности соответствует первой частной производной координаты-функции, взятой по номеру очередного вхождения данного элемента, определение последовательности интервалов между соседними элементами разнородной последовательности соответствует первой частной производной этой функции, взятой по номеру первого появления элемента алфавита. Аналогично определяются последовательности приращений интервалов в элементарных последовательностях и между ними, что соответствует вторым частным и смешанным производным.

Иерархическое множество чувствительных к строению информационных характеристик позволяет осуществлять числовой анализ любых последовательностей данных, что актуально для их надежного и компактного представления и распознавания.

Список литературы

1. Мазур, М. Качественная теория информации / М. Мазур. – М: Мир, 1974. – С 41 – 47.
2. Леус, В. А. Численный критерий близости текстов и вычислительные системы / В. А. Леус. – Новосибирск, 1987. – Вып. 123. – С. 61 – 83.

Д. В. Чувашова

Воронежский государственный промышленно гуманитарный колледж,
г. Воронеж

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассмотрены проблемы, возникающие при защите информации. Дано краткое описание методов защиты информации, с помощью которых можно устранить её утечку.

Ключевые слова: безопасность, информация, защита.

METHODS AND MEANS OF INFORMATION PROTECTION

The article discusses the problems that arise when protecting information. A brief description of the methods of information protection with which you can eliminate its leakage is given.

Keywords: security, information, protection.

Человечество достигло очередного этапа технологической революции, на помощь людям стали приходить новые технические средства, с помощью которых происходит информатизация. Массовое применение таких средств не только меняет жизнь множества людей, но и делает информационную сферу одной из важнейших сфер в мире.

Поэтому информационная безопасность становится важнейшей характеристикой информационной системы. Сегодня ни одно предприятие не может нормально функционировать, не убедившись в том, что информационные данные компании находятся под защитой.

На сегодняшний день в России отсутствует единая система безопасности для предпринимателей. Поэтому руководителям любой организации приходится самостоятельно решать проблему по защите производства на необходимом уровне, с оптимальными затратами.

Эффективная борьба со злоумышленниками состоит из следующих факторов: своевременность, активность, непрерывность и комплексность. Важным её критерием является проведение профилактических мероприятий комплексно, то есть необходима гарантия в нейтрализации всех каналов утечки различных

материалов. Вся система защиты может выйти из строя из-за одного такого канала.

В сохранности от посторонних лиц нуждается только та информация, которая имеет некую ценность. А ценной она становится, когда её обладатель может получить какую либо выгоду.

Угрозы информационной безопасности – это действия направленные на хищение, блокирование или потерю защищаемых данных, то есть действия способные нанести ущерб пользователям случайными или преднамеренными воздействиями.

Угрозы делят на две категории естественные и искусственные.

Естественные угрозы – это угрозы, которые были вызваны воздействием стихийных природных явлений, не зависящих от человека. Такие угрозы делятся на два вида природные и технические.

Искусственные угрозы – это угрозы, которые напрямую зависят от влияния человека. Они бывают двух видов преднамеренные и непреднамеренные (случайные).

На территории России, существуют следующие основные способы защиты, используемые предпринимателями для предотвращения угроз хищения информации:

1. Законодательный. Основывается на соблюдении прав предпринимателей на конфиденциальные материалы, находящиеся в российском законодательстве.

2. Физическая защита – охрана, пропускной режим, специальные карточки для посторонних, использование закрывающихся помещений, сейфов, шкафов и пр.

3. Организационный. Он включает:

- Создание должности или службы, ответственной за отнесение определенных данных к категории конфиденциальных;

- Разделение данных по степени конфиденциальности и организация допуска к ней;

- Наличие постоянно действующей системы контроля за соблюдением правил доступа и пользования информацией.

4. Технический. Этот способ подразумевает под собой использование сигнализирующих устройств таких как, видеокамеры, микрофоны, средства идентификации, а также программные средства защиты компьютерных систем от несанкционированного доступа.

5. Работа с кадрами. Осуществляется активная работа кадровых служб фирмы по набору, проверке, обучению и расстановке. А также регулярное проведение инструктажей персонала о необходимости соблюдения правил пользования конфиденциальной информацией и об ответственности за нарушения.

Криптография – это наука о способах обеспечивающих безопасность информации. Главной её целью является шифрование изначально незащищённого сообщения. В итоге получается шифр состоящий, как правило, из различных цифр и букв. Такое сообщение возможно передавать по незащищенному каналу связи. Пользователь, получивший сообщение, может его раскрыть, обратив преобразовав его. Для того чтобы сделать сообщение более зашифрованным используют так называемый ключ, без которого дешифрование сообщения становится более трудным. Ключ представляет собой специальный алгоритм, действие которого запускается уникальным числом.

Дешифрование – это процесс расшифровки сообщения, то есть приведение его к изначальному виду. По используемому ключу определяют сохранность системы. Но при этом, он должен быть известен и другим пользователям сети, для свободного обмена зашифрованными пакетами данных.

Управление доступом – это способ сохранности информации с применением средств регулирования и использования всех имеющихся ресурсов системы.

Управление доступом представляет собой следующие функции:

- Проверка на соответствие времени, ресурсов и процедур;
- Создание условий работы в пределах установленного регламента;
- Регистрация обращений к защищаемым ресурсам;
- Реагирование на попытки несанкционированного входа в систему;
- Введение идентификации персонала и ресурсов системы;

Помимо выше перечисленных мер по предотвращению утечки информации руководители предприятий используют некоторые методы аутентификации и идентификации пользователей не только внутри своей локальной сети, но и для входа на само производство.

Аутентификация – это проверка подлинности предъявляемого пароля.

Существуют различные «инструменты» помогающие совершить аутентификацию пользователей. К ним относятся:

1. Ввод пароля. Этот способ проверки является самым простым, т.к он не всегда требует дополнительных затрат. Во-первых, не всякое производство

нуждается в усиленной защите своей информации, а во-вторых не всем начинающим предпринимателям и небольшим производствам это материально выгодно. Как правило, такой способ аутентификации используется на компьютерах для входа в систему, но он имеет ряд недостатков. Обычно неопытные пользователи используют пароли небольшого размера состоящие из простого и легко вычисляемого набора цифр или букв. Под легко вычисляемым паролем понимают какие-то памятные даты, имена или фамилии, клички животных и т.д. Другим недостатком является место хранения пароля, опять же, не проинформированные люди часто хранят свои пароли на какой-либо бумажке, которая, как правило, лежит на самом видном месте.

2. Ключ - карты. На сегодняшний день у различных фирм пользуются большой популярностью бесконтактные карты доступа. Они просты в использовании, достаточно лишь приложить или провести их рядом с терминалом. Такой способ идентификации часто применяется на заводах по выплавке металлов, а также там, где происходит ремонт крупногабаритной техники и поездов. Недостаток данного способа заключается в том, что хранение данных с ключа находится в базе данных, которая должна быть в открытом доступе.

3. Биометрические данных. Там, где безопасность является приоритетом, применяют биометрические данные (отпечатки пальцев, сканирование сетчатки глаза, проверка голоса). Минусом данного способа является дороговизна. Как правило, это самый надежный метод аутентификации, но и оборудование которым происходит проверка не самое простое в установке. К тому же нужны специально обученные люди, которые будут следить за их состоянием, что предполагает дополнительные затраты.

Идентификация – это однозначное определение уникального имени, под которым пользователь зарегистрирован в компьютерной сети.

Применение различных кодов является одним из распространенных, а так же легкодоступным и недорогим методом. Существует несколько видов кодов: простой, однократного использования, на основе метода «запрос-ответ» и на основе определенного алгоритма.

1. Простой пароль. Его схема проста для использования, преимущество заключается в том, что нет необходимости записи самого пароля, а недостатком является легкость снятия защиты.

2. Пароль однократного использования. В этой схеме пользователю выдается

некое число паролей, которые хранятся в памяти ЭВМ. После использования пароль уничтожается, и его перехват становится бессмысленным. Такой метод обеспечивает большую степень безопасности. К недостаткам относится необходимость в хранении списка паролей, его нужно постоянно заменять и т.д.

3. Метод «запрос-ответ». Он предполагает, что пользователь должен правильно ответить на набор вопросов, хранящиеся в памяти ЭВМ и управляемые операционной системой. Его преимуществом является выбор вопросов, благодаря чему возрастает степень безопасности.

Мы живем в информационном веке, который дает нам огромное количество возможностей. Электронные данные считаются большой ценностью, что заставляет владельцев следить за их использованием. Чтобы полноценно осуществить защиту информации необходимо обеспечить слаженную работу всех имеющихся средств безопасности. Указанные средства защиты не всегда являются надежными, так как постоянно развивается не только сама информация, но и способы её похищения. Для того чтобы реализовать перспективы данные нам информационной эрой, следует помочь, отдельным лицам, предприятиям и подразделениям владеющими конфиденциальными материалами иметь возможность защитить свою собственность от различных угроз, дать им выбор такого уровня защиты, который будет соответствовать необходимым уровнем безопасности. Не стоит забывать, что любые данные не могут быть полностью защищенными, следует непрерывно контролировать каналы, по которым возможна их утечка.

Научный руководитель –преподаватель кафедры «Вычислительной техники» А. А. Руднева, ВГПГК.

Список литературы

1. Батулин, Ю. М. Компьютерная преступность и компьютерная безопасность / Ю. М. Батулин, А. М. Жодзинский. – М.: Юридическая литература, 2015. – 160 с.
2. Ярочкин, В. И. Система безопасности фирмы / В. И. Ярочкин. – М.: Академия, 2016. – с. 8-10.
3. Курушин, В. Д. Компьютерные преступления и информационная безопасность / В. Д. Курушин, В. А. Минаев. – М.: Новый юрист, 2016. – 172 с.
4. Основы криптографии / А. П. Алферов [и др.]– М.: Гелиос АРБ, 2017. – 480 с.

М. В. Ткаченко

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА В МЕДИАПРОСТРАНСТВЕ

В статье рассматриваются актуальные проблемы информационной безопасности современного человека в медиапространстве. Анализируются современные угрозы и проблемы воздействия на людей с использованием персональных данных.

Ключевые слова: безопасность, медиапространство, интернет, учебная информация, образовательное учреждение.

INFORMATION SAFETY OF THE MODERN MAN IN THE MEDIA SPACE

The article deals with actual problems of information security of modern man in the media space. Modern threats and problems of influence on people with the use of personal data are analyzed.

Key words: security, media space, internet, educational information, educational institution.

В настоящее время все больше на наше современное существование оказывает влияние быстрый рост объема медиапространства. Буквально пять лет назад у людей еще не было настолько быстрого интернета, большого количества гаджетов и огромного количества различных социальных сетей. Все эти современные изобретения помогают людям общаться на больших расстояниях, делится своими как хорошими, так и плохими событиями в жизни и тем самым делают свидетелями нашей жизнедеятельности неограниченное количество людей.

С одной стороны современному пользователю необходимо всегда помнить о безопасности в медиапространстве, так как, к сожалению, ситуация сложилась так, что в мире есть не только добросовестные люди готовые порадоваться вместе с вами или поддержать вас в сложной ситуации. Есть и такие, кто с удовольствием воспользуется вашей невнимательностью и

использует ее в своих корыстных целях [2]. Чтобы понимать всю суть данной проблемы можно представить на секунду, что в этот самый момент все люди в мире узнали ваш адрес или номер телефона и теперь могут использовать эти данные самым неожиданным для пользователя образом. К большому сожалению, не смотря на всеобщий рост компьютерной грамотности, всегда будут находиться люди, которые владеет данными технологиями очень слабо и попросту не понимают многих аспектов деятельности в интернет-пространстве. Очень часто именно такие люди становятся объектами и жертвами атак со стороны недобросовестных персон и это будут необязательно граждане нашей страны или ближнего зарубежья, что в свою очередь усложняет поиск таких лиц для свершения правосудия.

Очень часто объектами атаки становятся дети, подростки и пожилые люди вследствие возрастной доверчивости [6, 8]. Дети могут и быть подкованы в определенных вещах в медиасфере, как говорится, «с рождения», но им не хватает банального психологического опыта в простых жизненных случаях, а старшему же поколению, напротив, не хватает знаний в технологиях [4].

Казалось бы, из выше сказанного можно сделать вывод, что не надо выкладывать свой адрес, телефон и другие личные данные на всеобщее обозрение и проблема будет решена, однако проблема безопасности человека медиaprостранстве намного глубже, чем кажется на первый взгляд.

Современное медиaprостранство - это огромный ворох разнородной информации. В этом ворохе есть все, как полезные знания о том, что делать в случае, если человек впал в кому, так и такие, например, как сделать бомбу в домашних условиях при помощи газеты спичек и удобрений. Как в первом случае, так и во втором, информация весьма специфична и совершенно недопустимо, чтобы подобные сведения воспринимались неподготовленным человеком на полном серьезе. Бесчисленное количество компьютерных вирусов всех возможных видов, от простеньких баннеров до серьезные «криптографов» или «винлокеров», которые за секунду «уничтожат» всю вашу информацию, ожидает нас в медиасфере. Потеря ли то личных данных, полученные обманом данные кредитной карты, а может фотографии личного фотоальбома, все это в умелых руках может навредить человеку, его семье и репутации [3].

Каким же образом защитить себя и своих близких? Данным вопросом задались еще первые разработчики программного обеспечения. Безопасность

должна быть во главе всего. Именной такой девиз у большего числа разработчиков. Чтобы более глубоко разобраться в данной проблеме, необходимо разбить угрозы на условный список и рассмотреть каждый случай отдельно, так как к каждой угрозе должен быть свой подход.

К основным угрозам безопасности относятся:

1. Компьютерные вирусы.
2. Социальная инженерия.
3. Низкий уровень компьютерной грамотности населения.

Выше были выделены три наиболее распространенные угрозы на данный момент. Прежде чем приступать к анализу того как же защитить себя во всех трех случаях необходимо разобраться в данных терминах.

Компьютерный вирус и компьютерный червь, по мнению одной из мощнейших компаний по борьбе с вирусами, а именно «KasperskyLab», это вредоносные программы, которые способны воспроизводить себя на компьютерах или через компьютерные сети. При этом пользователь не подозревает о заражении своего компьютера. Так как каждая последующая копия вируса или компьютерного червя также способна к самовоспроизведению, заражение распространяется очень быстро. Существует очень много различных типов компьютерных вирусов и компьютерных червей, большинство которых обладают высокой способностью к разрушению [1].

Каким же образом защитить себя от данной угрозы? Самый простой способ – это установить антивирус. Однако данный метод не является бесплатным, но цены на данные услуги весьма лояльные и не ударят сильно по бюджету семьи, так же можно использовать браузеры со встроенной защитой такие как «Google» или «Яндекс». Защита стоит не только в данных браузерах, но и во многих других, однако это наиболее популярные на сегодняшний день.

Перейдем к следующей проблеме. Что представляет собой социальная инженерия? Для разъяснения вопроса обратимся все также в «KasperskyLab», которая считает, что социальная инженерия, иногда называемая наукой и искусством взлома человеческого сознания, становится все более популярной в связи с повышением роли социальных сетей, электронной почты или других видов онлайн-коммуникации в нашей жизни. В сфере информационной безопасности данный термин широко используется для обозначения ряда

техник, используемых киберпреступниками. Последние имеют своей целью выманивание конфиденциальной информации у жертв либо побуждают жертв к совершению действий, направленных на проникновение в систему в обход системы безопасности [7].

В настоящее время социальная инженерия – это одна из самых опасных проблем в медиапространстве. Лучше всего данную проблему описал Кевин Митник. «Компания может тратить сотни тысяч долларов на брандмауэры, шифрование и другие технологии обеспечения безопасности, но, если мошенник может позвонить одному из надежных сотрудников и через него получить доступ к конфиденциальной информации, все средства, потраченные во имя безопасности, были потрачены зря», – считает Кевин Митник.

По сути социальная инженерия – это наука мошенников, о том, как использоваться малограмотность или доверчивость людей в своих целях. К большому сожалению, защиты от данной угрозы фактически никакой нет. И единственный барьер – это собственная мнительность и опыт во многих сферах жизни.

Рассмотрим следующую проблему – низкий уровень компьютерной грамотности больших групп населения, которую необходимо целенаправленно повышать в образовательных учреждениях или путем самообразования [9]. Возникает вопрос, почему данный пункт выделен отдельно, если он уже фигурировал в предыдущем пункте. Ответ очень прост, далеко не каждый человек подвергается атакам со стороны представителей социальной инженерии, но тот факт, что потеря информации по вине самих же людей является основной проблемой в медиасфере заставляет задуматься [5].

К счастью, для решения данной проблемы существует два варианта. Первое – это опытные наставники, а второе – это повышение собственной компьютерной грамотности. Выполнение данных пунктов значительно снижают угрозу по потери информации или ее утечки по вине пользователя.

Таким образом, подводя итоги, хотелось бы отметить, что, несмотря на большое количество угроз, практически с каждой из них можно справиться. Все что для этого нужно просто внимательность и подкованность в медиасфере. С каждым годом специалисты создают все новые и новые методы по защите простых пользователей, что, несомненно, дает надежду на то, что в скором времени люди будут в безопасности работать и общаться в медиапространстве.

Список литературы

1. Вирусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/viruses-worms>. – (Дата обращения: 11.01.2018).
2. Глухарев, Д. С. Медиапространство как элемент информационной безопасности [Текст] / Д. С. Глухарев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2011. – № 9 (226). – С. 111.
3. Емельянов, Г. В. Информационная безопасность: ключевые вопросы [Текст] / Г. В. Емельянов // Бизнес и безопасность в России. – 2000. – № 6. – С. 9.
4. Петрова, Е. В. Проблемы адаптации в информационной среде [Текст] / Е. В. Петрова // Информационная эпоха: вызовы человеку. – 2010. – С. 258-281.
5. Пирогов, А. И. Информационная безопасность в сфере использования сетевых средств массовой коммуникации [Электронный ресурс] / А. И. Пирогов // Психология и жизнь: сб. науч. трудов. – Режим доступа: URL: <http://www.psi.lib.ru/statyi/sbornik/infobp.htm>. – (Дата обращения: 10.02.2018).
6. Психология и педагогика начального образования: Уч. пос. для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Педагогическое образование» [Текст] / Н. П. Мурзина [и др.]. – Омск: ОмГПУ, 2015. – 484 с.
7. Социальная инженерия или как взломать человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.kaspersky.ru/blog/socialnaya-inzheneriya-ili-kak-vzlomat-cheloveka/2559/>. – (Дата обращения: 11.01.2018).
8. Фролова, П. И. Здоровьесбережение в процессе использования информационно-компьютерных технологий в дошкольном образовании [Текст] / П. И. Фролова // Информационные и компьютерные технологии в дошкольном образовании: Материалы заочной международной научно-практической конференции. – Москва: МПГУ, 2016. – С. 7.
9. Фролова, П. И. Психолого-педагогическое развитие личности человека в современных условиях: учебное пособие [Текст] / П. И. Фролова, А. В. Горина, М. Г. Дубынина. – Омск: СибАДИ, 2014. – 403 с.

А. А. Сеницына, Н. А. Епрынцева

Воронежский государственный промышленно-гуманитарный колледж,
г. Воронеж

ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Бизнес-информатика. Вычислительные системы и технологии. Информационная безопасность.

Ключевые слова: Защита данных, информационная безопасность.

PROTECTION OF PERSONAL INFORMATION

Business Informatics. Computing systems and technologies. Information Security.

Keywords: Data protection, Information Security.

Основная причина обострения проблемы информационной безопасности заключается в бурном росте информационных технологий, а также их все возрастающего влияния на развитие государства, общества, экономики и поддержания обороноспособности любой страны.

В условиях современного уровня развития научно-технического прогресса информация становится объектом специфических общественных отношений, которые возникают в связи с ее использованием, и приобретает товарный характер. Цена информации все возрастает, вынужденно растет и количество средств, выделяемых заинтересованными структурами и частными лицами на ее защиту.

Общеизвестно, что любое фундаментальное технологическое новшество, решая одни социальные проблемы и открывая широкие перспективы для развития, всегда вызывает новые ранее неизвестные проблемы, которые становятся для общества источником новых потенциальных опасностей.

Если в должной мере не позаботиться об устранении сопутствующих прогрессу негативных факторов, то эффект от внедрения новейших достижений науки и техники может оказаться в целом отрицательным.

Иными словами, без должного внимания к вопросам обеспечения безопасности, последствия перехода общества к некоторым новым технологиям могут быть катастрофическими для него и его граждан.

Неправомерное искажение или подделка, уничтожение или разглашение определенной части информации, равно как и нарушение процессов ее обработки и передачи в информационно-управляющих системах наносят серьезный материальный и моральный урон многим субъектам, участвующим в процессах информационного взаимодействия, а также могут нанести непоправимый вред персональным данным простых пользователей.

Сейчас всё острее становится проблемы обеспечения информационной безопасности коммерческих, государственных и персональных данных. Этому есть целый ряд объективных причин.

Прежде всего, – это расширение сферы применения средств вычислительной техники и возросший уровень доверия к автоматизированным системам управления и обработки информации.

Проблема защиты вычислительных систем становится еще более серьезной и в связи с развитием и распространением вычислительных сетей, территориально распределенных систем и систем с удаленным доступом к совместно используемым ресурсам.

Доступность средств вычислительной техники и, прежде всего персональных ЭВМ привела к распространению компьютерной грамотности в определённых слоях населения, однако простота и удобство при работе которую предоставляют современные технологии, не способствуют к развитию аспекта изучения норм пользования техническими средствами в широких массах населения. Что приводит к тому, что часть пользователей, как со злым умыслом, так и чисто «из спортивного интереса» стремится нарушить целостность и конфиденциальность информации на всех уровнях её использования [1].

Но больше всего от действий злоумышленников страдают персональные данные обычных граждан, которые по той, либо иной причине не обладают должным уровнем компьютерной грамотности, что бы обеспечить защиту своей личной информации. Также получив данные простого пользователя, злоумышленник может перехватить и важную коммерческую и государственную информацию, либо пути доступа к ней. Поэтому так важно рассмотреть те факторы, которые позволят пользователям повысить уровень защиты своих персональных данных.

Большинство обычных пользователей, не считает необходимым защищать свою информацию, поскольку просто не понимают реальной угрозы,

которой они могут быть подвержены. Отсутствие у людей навыков защиты от взломов, а также неосторожные действия при работе в сети, предоставляют злоумышленникам широкий спектр возможностей для нанесения вреда персональным данным пользователей и утечки информации.

Основными каналами утечки информации являются:

Во-первых, это неосторожные действия самих пользователей – несоблюдение людьми норм, требований в работе с носителями конфиденциальной информацией, организационных требований и правил эксплуатации систем защиты;

Также многие пользователи, спокойно переходят по ложным ссылкам, откликаясь на предложения о прохождении опроса, новостную ссылку, рекламу и т. д., что перенаправляет их на заблаговременно ненадёжный интернет ресурс, после чего на устройство, с которого осуществляется работа в сети, размещается вирусная программа, передающая личные данные пользователя злоумышленникам.

Многие из любителей интернет сёрфинга, нередко регистрируются на различных сайтах. Однако злоумышленники могут предоставить ложную ссылку на необходимый интернет ресурс, и человек вместо регистрации попросту отправит свои личные данные хакеру, создавшему ложную страницу в сети. Это же правило относится и к так называемым «зеркалам» ресурсам, которые позволяют получить доступ к заблокированным сайтам.

В силу того, что многие работодатели блокируют доступ к социальным сетям, не желая, что бы их сотрудники отвлеклись от работы, пользователям предоставляется возможность использовать средства обхода блокировок, в том числе и «зеркала». Что приводит к тому, что личные данные пользователя вновь уходят к злоумышленнику, оставляя персональные данные человека в социальной сети беззащитными и более того, таким образом, могут быть подстроены лазейки и для доступа к корпоративным файлам.

Также риск открытия доступа к личным данным пользователей повышает и потеря ими своего персонального устройства для доступа в интернет – телефона, планшета, ноутбука и т.д. Поскольку лишь малое количество пользователей грамотно подходит к вопросу аутентификации.

Аутентификация – это подтверждение пользователем того факта, что он действительно является владельцем конкретного устройства, личного кабинета на сайте и т.д.

Существует несколько разновидностей аутентификации пользователя, которые различаются используемым принципом защиты и её уровнем [2].

К ним относятся:

Парольная защита. Пользователь знает некий ключ или пароль, который не известен более никому. Сюда же можно отнести идентификацию путем получения смс.

Биометрическая проверка. Проверяется сетчатка глаза, голос, отпечатки пальцев. Это одна из самых мощных защитных систем, однако поддерживается очень малым количеством устройств, которые к тому же как следствие имеют довольно высокую стоимость, что не позволяет приобретать такие устройства людям с более низким доходом.

Использование скрытой информации. Используется в основном для защиты программного обеспечения. Происходит проверка кэша браузера, местоположения, установленного на ПК оборудования и др.

Не снабжённое одним или несколькими этапами проверки подлинности пользователя устройство, в случае утери может предоставить злоумышленнику полный доступ ко всем персональным данным пользователя, а также его денежным накоплениям.

Помимо всего вышеперечисленного есть и факторы не связанные напрямую с неосторожными действиями пользователей, а именно вредоносные вирусные программы и хакерские атаки.

Конечно же, большинство вирусов пользователь получает при неосторожной работе в сети интернет, переходя по недоброжелательным ссылкам и скачивая не лицензионный «пиратский» контент. Однако есть огромное количество разновидностей вирусов имеющих скрипты позволяющие им проникать на компьютер пользователя самостоятельно, либо внедряясь в безобидные почтовые сообщения.

Вирусы могут привести к различным неблагоприятным последствиям от потери компьютером производительности, до утечки информации и выхода электронного устройства из строя.

Но самой опасной и организованной угрозой является хакерская атака.

Хакер по сути своей это человек, который хорошо разбирается в IT технологиях и программировании, но имеются среди них и злоумышленники

которые, используя свои знания, пытаются нанести тот либо иной вред пользователям.

Именно хакеры ответственны за разработку большинства вирусов и в случае если устройство пользователя не имеет должной защиты, он может стать лёгкой жертвой для злоумышленника.

Для того, что бы не стать жертвой одной из вышеперечисленных угроз пользователю достаточно соблюдать простые меры предосторожности.

Во-первых, стандартных способов аутентификации пользователя при доступе к устройству, либо в сети недостаточно, однако не все могут позволить себе дорогостоящую биометрическую защиту, однако её можно заменить, используя метод двойной аутентификации.

Так, например, помимо простого ввода пароля при авторизации на сайте, можно подключить услугу подтверждения аутентификации через смс сообщения, в результате чего даже при получении злоумышленником пароля, он не сможет войти на сайт под видом законного пользователя сети.

Так же, важно уделять внимание и самому паролю, он не должен быть простым как, например – 1234, любой пароль должен быть как можно сложнее, а также желательно менять пароли раз в месяц и ни в коем случае нельзя использовать одинаковые пароли для разных сайтов, гаджетов и приложений. Примером хорошего пароля является, например – cByVxrF-_BdFy-700EhF, такой пароль взломать будет намного сложнее.

Группа парольных взломщиков *CynoSure Prime* поделились интересной статистикой о том, какие пароли используют порядка 11,7 млн. пользователей.

Всего *CynoSure Prime* удалось взломать 11716208 паролей. Среди них уникальных паролей 4 867246. Паролей, полностью совпадающих с именем пользователя 630000. Самый короткий пароль оказался всего 1 символ длиной. Самый длинный – 28 символов. Средняя, наиболее распространенная длина пароля – 6-8 символов.

Помимо этого, проявление внимательности и осторожности при онлайн сёрфинге, а также наличие хорошего антивируса и фаервола обеспечат пользователю более высокий уровень гарантии того, что его личные данные не попадут в руки злоумышленников.

Научный руководитель – к.т.н., преподаватель кафедры «Вычислительной техники» Н. А. Епрынцева, ГБПОУ ВО ВГПГК.

Список литературы

1. Бичик, С. В. Студопедия [Электронный ресурс] / С. В. Бичик, Л. М. Куликов. – Режим доступа: URL: <https://studopedia.org/2-150804.html>.
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org>.

УДК 004.771

М. В. Перепелица

Донецкий институт железнодорожного транспорта,
Донецкая народная республика, г. Донецк

ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ

LTE это новый стандарт мобильных сетей с увеличенными пропускной способностью и скоростью передачи данных. Технологии четвертого поколения получают максимальное распространение в течение ближайшего будущего. Это объясняется высокой скоростью связи и дешевизной обустройства покрытия на больших площадях. Скорость 4G интернета определяется предельной пропускной способностью сети и фактической скоростью, получаемой абонентами. На скорость получения и загрузки данных в сеть влияют следующие факторы: удаленность устройства от ретранслирующей антенны; в условиях городской застройки – наличие помех; технические характеристики устройства; количество абонентов, подключенных к ретрансляционной антенне, и время суток использования.

Ключевые слова: связь 4G, технология LTE, пропускная способность сети.

EVALUATION OF CAPACITY OF CELLULAR COMMUNICATION NETWORKS OF THE FOURTH GENERATION

LTE is a new standard for mobile networks with increased bandwidth and data transfer speed. Technologies of the fourth generation will get the maximum distribution in the near future. This is due to the high speed of communication and the cheapness of the arrangement of coverage on large areas. Internet speed 4G is determined by the maximum network bandwidth and the actual speed received by subscribers. The speed of data acquisition and downloading into the network is influenced by the following factors: remoteness of the device from the retransmission antenna; in the urban environment - the presence of interference; technical characteristics of the device; the number of subscribers connected to a repeater antenna, and the time of day of use.

Keywords: 4G communication, LTE technology, network bandwidth.

На территории Донецкой народной республики Республиканский оператор связи «Феникс» начал внедрение связи 4G (стандарт LTE).

Long Term Evolution (LTE) это стандарт мобильных сетей с увеличенными пропускной способностью и скоростью передачи данных. LTE использует различные частоты и функционирует на основе используемых сетей GSM/HSPA, фактически являясь их усовершенствованной версией. Термин 4G, или «беспроводная связь четвертого поколения» употребляется как синоним LTE, подчеркивая отличия этого стандарта от 3G [3]. Структурная схема технологии LTE представлена на рис. 1.

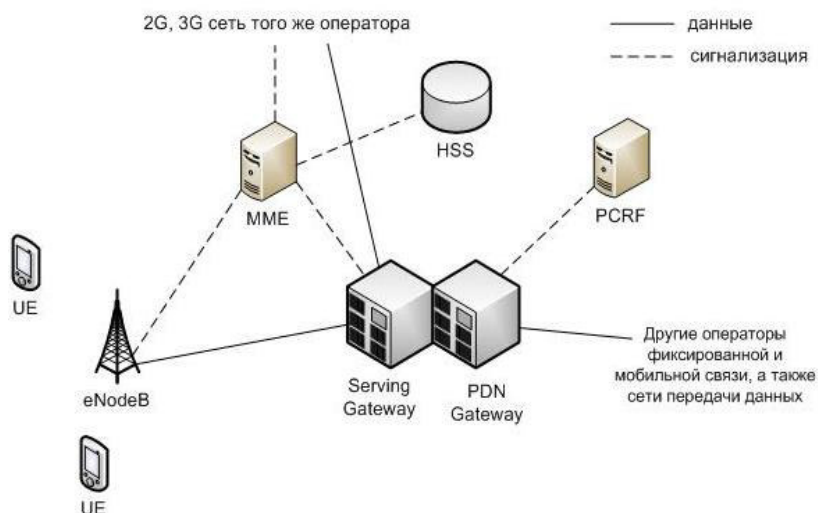


Рис. 1. Структурная схема технологии LTE

Сеть LTE состоит из следующих основных элементов:

- Serving Gateway (SGW) обслуживающий шлюз сети LTE. Предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных поступающих из или в подсистему базовых станций. SGW имеет прямое соединение с сетями второго и третьего поколений того же оператора. Это упрощает передачу соединения из за ухудшения зоны покрытия, перегрузок и т.п.;
- Public Data Network (PDN) Gateway (PGW) шлюз к/от сетей других операторов. Если информация (голос, данные) передаются из/в сети данного оператора, то они маршрутизируются через PGW;
- Mobility Management Entity (MME) узел управления мобильностью. Предназначен для управления мобильностью абонентов сети LTE;
- Home Subscriber Server (HSS) сервер абонентских данных;
- Policy and Charging Rules Function (PCRF) узел выставления счетов абонентам за оказанные услуги связи;

- базовая станция eNodeB. Этот элемент выполняет функции и базовой станции, и контроллера базовых станций сети LTE. За счет этого упрощается расширение сети, так как не требуется расширение емкости контроллеров или добавления новых;

- UE (User Equipment) абонентское оборудование.

Структура сети отличается от стандартов 2G и 3G. Существенные изменения претерпела подсистема базовых станций, и подсистема коммутации. Была изменена технология передачи данных между оборудованием пользователя и базовой станцией. Подверглись изменению протоколы передачи данных между сетевыми элементами. Вся информация (голос, данные) передается в виде пакетов. Таким образом, уже нет разделения на части обрабатывающие только голосовую информацию, либо только пакетные данные [4].

Скорости, которые может обеспечить технология LTE в нисходящем и восходящем каналах (от базовой станции к мобильному устройству и обратно), зависят от множества важных параметров – метод дуплексирования каналов, имеющийся диапазон частот, вид модуляции поднесущих, метод помехоустойчивого кодирования данных, использования технологий MIMO, затраты ресурсов на управление, длительность циклических префиксов и другие [1].

Предварительные оценки параметров планируемой сети стандарта LTE могут производиться в трех сценариях (рис. 2):

- отдельное соединение Single-Downlink;
- отдельная сота со многими пользователями Single-Cell Multi-User;
- много сот со многими пользователями Multi-Cell Multi-User.

Single-Downlink сценарий, в котором оценивается только одно нисходящее соединение между базовой станцией и абонентским оборудованием одного пользователя. С точки зрения планирования позволяет исследовать параметры служебных и пользовательских каналов, а также эффективность алгоритмов MIMO.

MIMO (Multiple Input Multiple Output). Существуют несколько вариантов применения MIMO – для увеличения абонентской емкости, при этом с разных антенн передается различная информация для улучшения покрытия. В последнем случае с нескольких антенн передается одна и та же информация, что позволяет абонентскому устройству комбинировать сигнал с разных антенн,

улучшая его качество. Для увеличения абонентской емкости, операторы используют первую опцию MIMO. В этом случае использование MIMO 2x2 ($NMIMO=2$ – порядок MIMO) приведет к увеличению скорости передачи данных в нисходящем канале вдвое. Реализация такой схемы потребует дополнительные частотно-временные ресурсы для передачи опорных пилот-сигналов антенн [1].

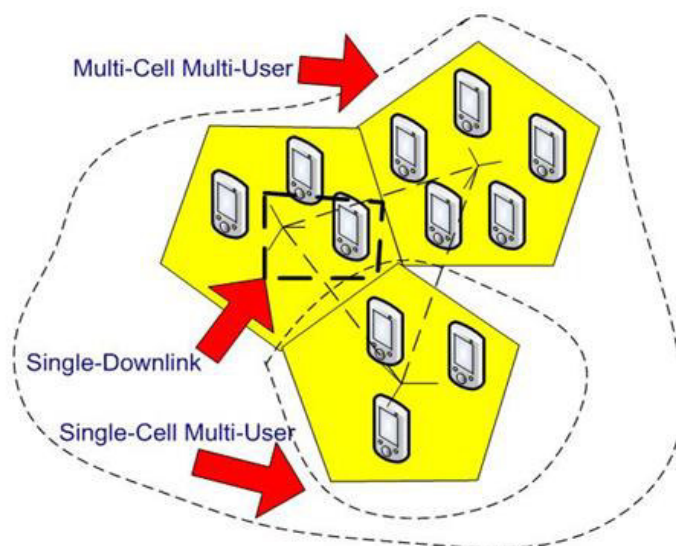


Рис. 2. Сценарии для оценки параметров сети LTE

Single-Cell Multi-User сценарий, в котором оцениваются соединения с потенциально активными пользователями в пределах одной соты. Позволяет дополнительно исследовать параметры радиосети с учетом внутрисотовой загрузки и процедур планирования радио ресурсов, а также эффективность многопользовательских режимов MIMO.

Multi-Cell Multi-User сценарий, в котором оцениваются основные параметры всей сети. Позволяет исследовать все параметры реальной радиосети с учетом внутрисистемных помех от смежных сот [2].

В перспективе, технологии четвертого поколения получают максимальное распространение в течение ближайшего будущего. Это объясняется высокой скоростью связи и дешевизной обустройства покрытия на больших площадях в сравнении с прокладкой индивидуальных волоконно-оптических кабелей.

Для оценки скорости 4G интернета, следует разделять предельную пропускную способность сети, использующей ту или иную технологию, и фактическую скорость, получаемую абонентом. Скорость 4G интернета определяется предельной пропускной способностью сети и фактической скоростью, получаемой абонентами. Технология LTE потенциально может

обеспечивать отдельному мобильному абоненту скорость подключения, которая превышает 100 Мбит/с, при стационарном подключении скорость может быть 1 Гбит/с и выше.

Фактическая скорость подключения редко превышает 25-40 Мбит/с в идеальных условиях. Практически это значение еще ниже, но все равно достаточно для удовлетворения большинства потребностей пользователей планшетных персональных компьютеров (ПК) и смартфонов. При использовании ноутбуков, (при работе с большими массивами данных) помимо скорости важную роль играет стабильность подключения [1].

На скорость получения и загрузки данных в сеть влияют следующие факторы:

- удаленность устройства от ретранслирующей антенны. Для некоторых сетей операторы выставляют дополнительное ограничение по площади покрытия. В этом случае смартфон или планшет будут показывать, что они находятся в пределах 4G сети, но демонстрировать значительно меньшую скорость;
- в условиях городской застройки — наличие помех. Главная проблема это существование сигналов, отраженных несколько раз от различных поверхностей;
- технические характеристики устройства. Даже в рамках одного производителя использование сетей четвертого поколения для передачи данных отличается для флагманских моделей и бюджетных линеек;
- количество абонентов, подключенных к ретрансляционной антенне, и время суток использования.

Для смартфонов и планшетных ПК наиболее эффективным является подбор оптимальной локации для приема и передачи данных. Стационарные абоненты для повышения качества и скорости связи могут использовать приемники-усилители, устанавливаемые на кронштейнах или других конструкциях, выносимых за пределы помещения [2].

Сети четвертого поколения активно развиваются вместе с технологиями, используемыми для их обустройства, мобильные операторы и провайдеры постоянно внедряют инновационные технологические решения для повышения пропускной способности и стабильности связи.

Научный руководитель – ст. преп. кафедры «Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника» В. Е. Сорокин, Донецкий институт железнодорожного транспорта, Донецкая народная республика, г. Донецк.

Список литературы

1. Дроздова, В. Г. Оценка пропускной способности сетей LTE / В. Г. Дроздова, М. А. Белов. – Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и Информатики, 2014.
2. Скрынников, В. Г. Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика / В. Г. Скрынников. – Изд-во: Спорт и Культура – 2000, 2012. – 864 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.gadgetstyle.com.ua/lte-4g-technology>.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://celnet.ru/4G.php>.

УДК 629.4.015

С. Ф. Чиграй

Томский техникум железнодорожного транспорта – филиал Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Томск

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ МАНЕВРОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

В статье рассмотрена проблема организации маневровой радиосвязи с учетом современных требований к качеству и функциональности оперативной радиосвязи на железнодорожном транспорте. Для повышения эффективности работы в сети станционной радиосвязи предложен вариант организации маневровой радиосвязи с использованием IP технологии и рассмотрены различные способы подключения оборудования.

Ключевые слова: маневровая радиосвязь, частотный ресурс, IP-телефония, шлюз, масштабируемость сети, экономичность, управляемость системы.

THE MODERN SYSTEMS OF SHUNTING RADIO COMMUNICATION

The article deals with the problem of organization of shunting radio communication taking into account modern requirements to the quality and functionality of operational radio communication in railway transport. To improve the efficiency of work in the station radio network, a variant of the organization of shunting radio communication using IP technology is proposed and various ways of the equipment connection are considered.

Keywords: shunting radio communication, frequency resource, IP-telephony, gateway, network scalability, economy, system manageability.

Очень часто железную дорогу называют кровеносной системой страны, поскольку сеть железных дорог, аналогично сосудам человека, осуществляет доставку грузов и пассажиров в любых направлениях. Протяженность железных дорог в России составляет около 130 тыс. км, поэтому любые изменения, происходящие в стране, отражаются на состоянии железнодорожного транспорта. Бурное развитие информационных управляющих систем влечет за собой, в первую очередь, изменения в структуре управления, транспорта в том числе. С помощью современных телекоммуникационных технологий обеспечивается:

- автоматизированное управление различными поездами;
- взаимодействие между работниками посредством безбумажных технологий;
- внедрение видеомониторинга технологических процессов на объектах ж.д. транспорта;
- повышение безопасности за счет внедрения АСУ (автоматизированных систем управления).

Бурное развитие информационных управляющих систем требует перехода применения цифровых технологий передачи данных по беспроводным каналам, причем, для реализации можно использовать диапазоны частот железнодорожного транспорта или других операторов. В любом случае, при выборе диапазона частот необходимо соблюдать ряд требований, а именно: электромагнитная совместимость различных систем радиосвязи, высокая скорость и надежность передачи.

До недавнего времени железнодорожный транспорт использовал в основном линейные сети симплексной поездной радиосвязи диапазона 2 МГц и сети радиосвязи метрового диапазона [1]. Помимо того, что сети аналоговой радиосвязи предназначены только для передачи речевых сообщений, они еще имеют ряд существенных недостатков:

- низкая помехозащищенность;
- малый уровень электромагнитной совместимости на крупных станциях; низкая надежность оборудования;
- отсутствие технической совместимости с аппаратурой других производителей.

Системы радиосвязи в ОАО «РЖД» делятся на станционные и поездные. Станционная радиосвязь обеспечивает передачу информации при ведении

служебных переговоров между руководителем движением поездов, машинистом локомотива и работниками станции по вопросам передвижения, маневров и обработки подвижного состава в пределах станции [1]. Поездная радиосвязь передает информацию по регулировке и обеспечению безопасного движения поездов между машинистом и руководителем транспортного процесса.

Станционная радиосвязь решает широкий спектр задач, связанных с выполнением технологического процесса на станциях и узлах, осуществляет оперативное руководство транспортным процессом и обеспечивает безопасность работников на железнодорожных путях. Использование станционной радиосвязи позволяет сокращать время нахождения вагонов на этапе расформирования и время простоя вагонов при перестановки в парке, из парка в парк и при осаживании вагонов.

Среди многообразия видов станционной радиосвязи выделяется маневровая радиосвязь, посредством которой обеспечивается связь между поездным диспетчером или дежурным по станции с машинистом маневрового локомотива и машиниста локомотива выполняющего маневровую работу с составителем поездов. При организации маневровой радиосвязи используется групповой вызов на одной вызывной частоте. Кроме того, составители могут пользоваться выносным переговорным устройством локомотивных радиостанций, а руководящему движением поездов персоналу необходимо передавать оперативные данные не только между собой по проводной линии, но и в систему мониторинга.

В связи с повсеместным внедрением современных технологий выдвигаются новые требования к средствам маневровой радиосвязи. Среди них: увеличение числа каналов на базе эффективного использования электромагнитного спектра; обеспечение работы большого числа радиосредств в одном районе без мешающих влияний; создание радиосетей с равнодоступными каналами для повышения эффективности их использования; дальнейшее повышение оперативности, качества и надежности радиосвязи.

Абоненты маневровой радиосвязи используют три вида сетей связи: радио, проводные и передачи данных. Для выполнения этих требований к современным средствам железнодорожной связи необходимо объединить эти сети в одну. Организовать единую сеть для обмена различным видом информации позволяет IP-телефония. Ее структура дает возможность обеспечить:

- масштабируемость системы связи, что позволяет практически

мгновенно расширять или сокращать число абонентов;

- экономичность, благодаря «облачным» технологиям нет необходимости закупать новое оборудование;

- высокое качество любого вида связи. За счет применение цифровых технологий различных стандартов можно обеспечить бесперебойную связь высокого качества. Для повышения отказоустойчивости в сети используется оборудование, обеспечивающее возможность организации резервных каналов и обходных маршрутов.

- неограниченная дальность за счет интернет-технологий;

- большой перечень телекоммуникационных услуг: общение в формате конференции или совещания, видеопрезентации, установление очередности и переадресации звонков, автоматический режим работы оборудования;

- совместимость с существующим оборудованием за счет унификации требований к современным устройствам;

- управление системой связи, которое включает в себя ведение статистики, мониторинг и администрирование.

На практике применяются две схемы IP-телефонии [2]. Одна схема (рис. 1) позволяет осуществлять организацию телекоммуникационных между пользователями ПК, которые подключены к локальной сети посредством модема. Для организации телефонных переговоров компьютеры должны быть оснащены специальным оборудованием и программным обеспечением.

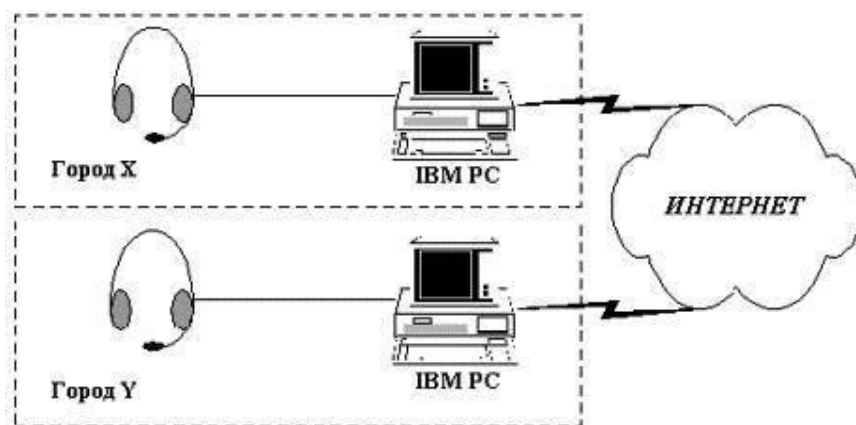


Рис. 1. Структурная схема организации телефонной связи через сеть Интернет

Другая схема (рис. 2), обеспечивает передачу данных благодаря шлюзам, которые преобразуют первоначальный сигнал в пакеты данных и передают их в сеть Интернет, а так же организуют интерфейсы, управляют режимами

переговоров, формируют служебные сигналы и др.

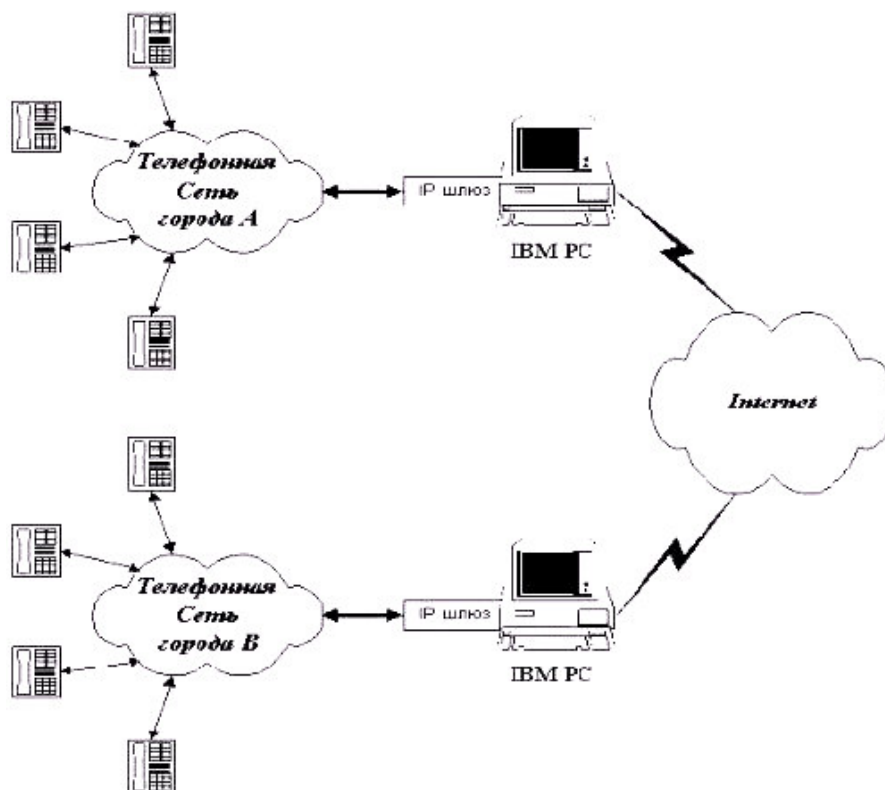


Рис. 2. Структурная схема организации телефонной связи через сеть Интернет с использованием шлюзов

Места установки шлюзов выбирают исходя из экономических соображений и возможностей сети, это могут быть сервер Интернет-провайдера или компании, телефонная станция или учрежденческая АТС, маршрутизатор.

Так как описанные выше схемы являются базовыми, есть возможность, при построении сетей, комбинировать схемы организации связи. Учитывая данные фирм, работающих в области современных телекоммуникационных технологий, применение шлюзов является на сегодняшний день ключевым при выборе схемы организации сети.

Требованиям высоких показателей установления соединений, достоверности передаваемой информации, широкого спектра функций соответствуют только системы профессиональной мобильной радиосвязи (Professional Mobile Radio).

К наиболее широко известным и используемым системам этого формата относятся стандарты TETRA, APCO 25, Tetrapol [3]. Особое место отводится стандарту GSM-R, который разрабатывался на базе GSM с учетом требований железных дорог Европы.

Построение системы маневровой радиосвязи с использованием современных телекоммуникационных технологий позволит увеличить качество связи, решить вопрос организации различных видов связи (телефонная, радио и передача данных) по одному каналу локальной сети, увеличит дальность действия. При этом, модернизация сети маневровой радиосвязи может проходить без замены существующего оборудования. Таким образом, внедрение IP-телефонии в сферу оперативно-технологической радиосвязи влечет за собой прямые и косвенные экономические выгоды, решает актуальные задачи, связанные с передачей данных и внедрению систем унифицированных коммуникаций.

Научный руководитель – преподаватель специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования» А. А. Кабанова, ТТЖТ – филиал СГУПС.

Список литературы

1. Романюк, В. А. Основы радиосвязи: Учеб. пособие / В. А. Романюк. – М.: Юрайт, ИД Юрайт, 2011 – 287 с.
2. 4-ая Ежегодная конференция по Компьютерной и IP-телефонии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://arcw.comptek.ru/telephony/conference/dec99/ind.> – (Дата доступа: 27.02.2018).
3. Аппаратная оптимизация IP-трафика: сохраним и приумножим TCP/IP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.setevoi.ru/cgi-bin/text.pl/magazines/2000.> –(Дата доступа: 27.02.2018).

УДК 519.711.2

С. А. Степанов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБРАТНОГО МАЯТНИКА

Рассматривается аналитический вывод математической модели системы «обратный маятник на тележке». Проведено имитационное моделирование системы. Рассмотрен синтез алгоритма управления с использованием метода линейно-квадратичного регулятора.

Ключевые слова: обратный маятник, детерминированная модель, пространство состояний, линейно-квадратичный регулятор, Matlab.

MATHEMATICAL MODEL AND IMITATIONAL SIMULATION OF INVERTED PENDULUM SYSTEM

Article presents the derivation of the mathematical model of the “inverted pendulum on a cart” system. Imitational simulation and LQR control algorithm synthesis are considered.

Keywords: inverted pendulum, deterministic model, state-space, linear-quadratic regulator, Matlab.

Обратный маятник – маятник, у которого центр масс находится выше его точки опоры. Наиболее очевидным примером обратного маятника является человек. В стоячем положении человек ведет себя как обратный маятник. Нервную систему в данном случае можно представить как часть замкнутой системы управления с отрицательной обратной связью, использующей входные сигналы, поступающие от органов чувств, и вырабатывающей управляющие воздействия в виде мышечных усилий для того, чтобы тело оставалось в равновесии. Обратный маятник описывает поведение ракеты при старте. Обратным маятником является двухколесное транспортное средство – сегвей.

Одиночный обратный маятник состоит из жесткого стержня, закрепленного на тележке, которая приводится в движение мотором и перемещается по горизонтали. Такая система интересна тем, что имеет два положения равновесия – верхнее (обратное) и нижнее (подвешенное). Когда стержень зафиксирован в обратном положении и на него не действуют никакие силы, то он находится в положении равновесия. Любое возмущение системы приводит к увеличению сил, отклоняющих стержень от вертикали, и стержень начинает совершать затухающие колебания. При отсутствии внешних возмущений стержень всегда возвращается в положение нижнего равновесия. В отличие от верхнего положения равновесия, нижнее положение устойчиво. На рис. 1 показан обратный маятник на тележке. Маятник может свободно вращаться вокруг точки опоры. Параметры системы: l – расстояние до центра масс стержня, m – масса стержня, M – масса тележки, x – положение тележки, θ – угол поворота маятника относительно вертикали. На тележку действует сила трения $-b\dot{x}$, где b – коэффициент трения тележки с поверхностью. В месте соединения стержня с точкой опоры действует сила $-c\dot{\theta}$, где c – коэффициент трения в месте соединения стержня и тележки. F – сила, приложенная к тележке (управляющее воздействие).

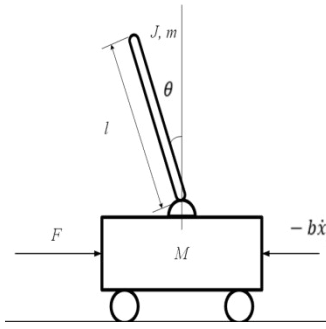


Рис. 1. Обратный маятник на тележке

Задача управления обратным маятником – стабилизировать его в верхнем положении равновесия. Стабилизация маятника достигается путем перемещения тележки по рельсам в сторону смещения центра масс стержня при его отклонении от вертикали.

Уравнения, описывающие динамику системы, могут быть получены с помощью уравнений Эйлера-Лагранжа:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i; \quad (1)$$

$$L = E_k - E_{\text{п}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{п}}$ – потенциальная энергия системы;

E_k – кинетическая энергия системы;

q_1 – положение тележки x ;

q_2 – угол отклонения маятника от положения равновесия;

Q_1 – сила, приложенная к тележке.

Лагранжиан системы записывается в виде:

$$L = \frac{1}{2}(M + m)\dot{x}^2 - m\dot{x}l\dot{\theta} \cos \theta + \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2 - mgl \cos \theta \quad (3)$$

После подстановки (3) в (1) можно выразить уравнения динамики системы:

$$\ddot{x} = \frac{1}{M + m} [F - ml(\ddot{\theta} \cos \theta - \dot{\theta}^2 \sin \theta) - b\dot{x}] \quad (4)$$

$$\ddot{\theta} = \frac{1}{(ml^2 + J)} [ml(g \sin \theta - \ddot{x} \cos \theta) - c\dot{\theta}] \quad (5)$$

Для синтеза алгоритма управления проведем линеаризацию дифференциальных уравнений (4) и (5). Обратное положение маятника соответствует неустойчивой точке $(\theta, \dot{\theta}) = (0, 0)$. В окрестности этой точки

можно считать θ и $\dot{\theta}$ достаточно малыми. Для малых значений θ и $\dot{\theta}$: $\sin \theta \approx \theta$; $\cos \theta \approx 1$; $\theta \approx 0$; $\dot{\theta} \approx 0$.

Учитывая эти приближенные значения, получаем линеаризованную модель системы:

$$\begin{cases} (J + ml^2)\ddot{\theta} - mgl\theta + c\dot{\theta} = -ml\ddot{x}; \\ (M + m)\ddot{x} + b\dot{x} + ml\ddot{\theta} = F. \end{cases} \quad (6)$$

Модель системы в пространстве состояний выглядит следующим образом:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \\ \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-(J + ml^2)b}{J(M + m) + Mml^2} & \frac{-m^2gl^2}{J(M + m) + Mml^2} & \frac{0}{[J(M + m) + l^2mM]} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{-mlb}{J(M + m) + Mml^2} & \frac{mgl(M + m)}{J(M + m) + Mml^2} & \frac{-c(M + m)}{J(M + m) + l^2mM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \theta \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{J + ml^2}{J(M + m) + Mml^2} \\ 0 \\ \frac{ml}{J(M + m) + Mml^2} \end{bmatrix} F$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \theta \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} \quad (8)$$

С помощью пакета *Simulink* была создана имитационная модель обратного маятника на тележке. Структурная схема модели маятника показана на рис. 2. На рис. 3 показана модель системы. Для моделирования были заданы следующие параметры: $M = 0,2$ кг; $m = 0,05$ кг; $c = 0,01$; $b = 0,2$; $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $l = 0,3$ м.

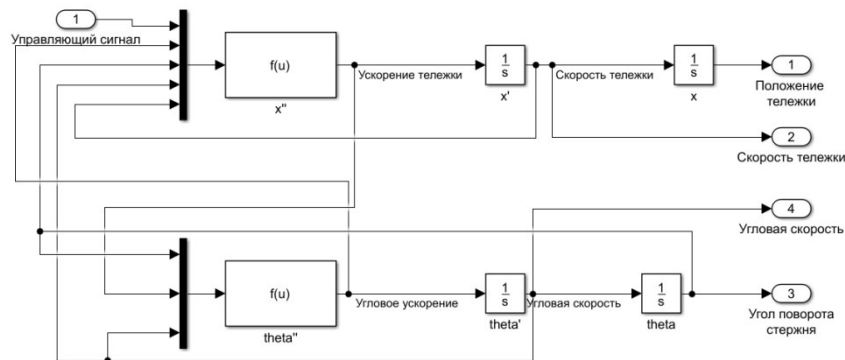


Рис. 2. Структурная схема маятника на тележке в *Simulink*

Система теряет устойчивость даже при малых отклонениях от вертикали: стержень начинает совершать колебания относительно нижнего положения равновесия. На рис. 3 можно увидеть эти колебания.

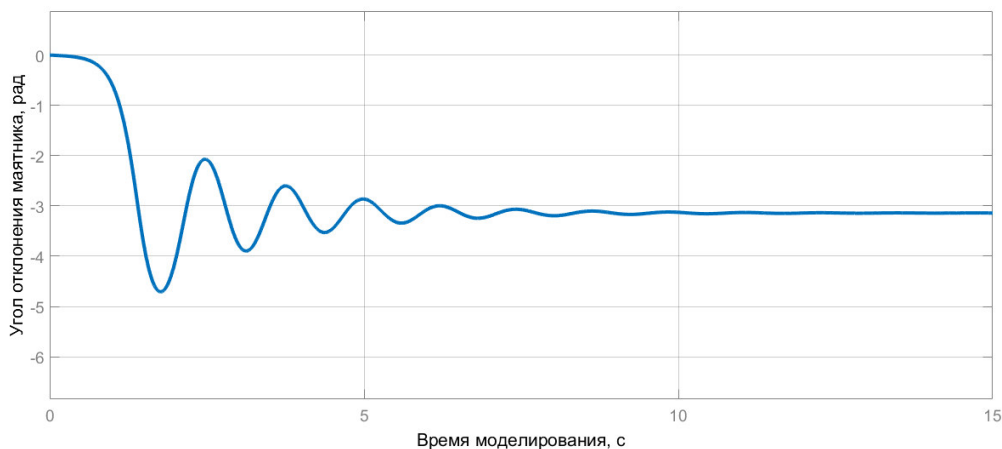


Рис. 3. Затухающие колебания стержня маятника без регулирования

На рис. 4. показано изменение положения тележки при воздействии на неконтролируемую систему. Из графика на рис. 4 видно, что после возмущения тележка принимает положение, отличное от начального.

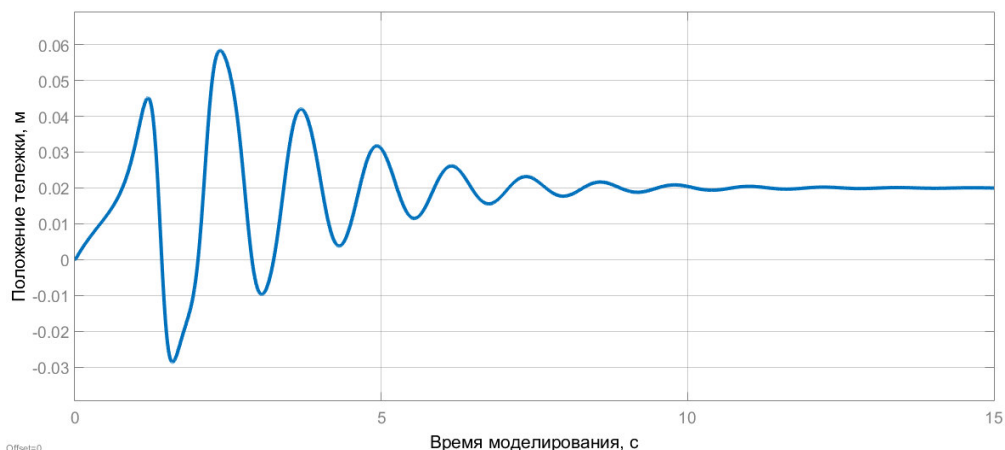


Рис. 4. Затухающие колебания тележки без контроля

Для системы, имеющей математическую модель в пространстве состояний, может быть синтезирован алгоритм управления с использованием обратной связи по состоянию. Скорректированная система будет описываться уравнением:

$$\dot{x} = Ax - BKx, \quad (9)$$

Матрица K получена при помощи линейно-квадратичного регулятора (ЛКР). Линейно-квадратичный регулятор – это оптимальный регулятор, который использует критерий оптимальности вида:

$$J = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt. \quad (10)$$

Закон управления по отрицательной обратной связи, полученный по ЛКР-алгоритму минимизирует этот критерий оптимальности. Матрицы Q и R в формуле (10) – весовые. Матрица Q содержит относительные веса отклонений соответствующих переменных состояния системы от нулевой точки, матрица R – веса входных воздействий (позволяет учитывать ограничения на управление).

Импульсные характеристики скорректированной системы с регулятором показаны на рис. 5.

После коррекции маятник сохраняет вертикальное положение при входных возмущениях в виде импульса.

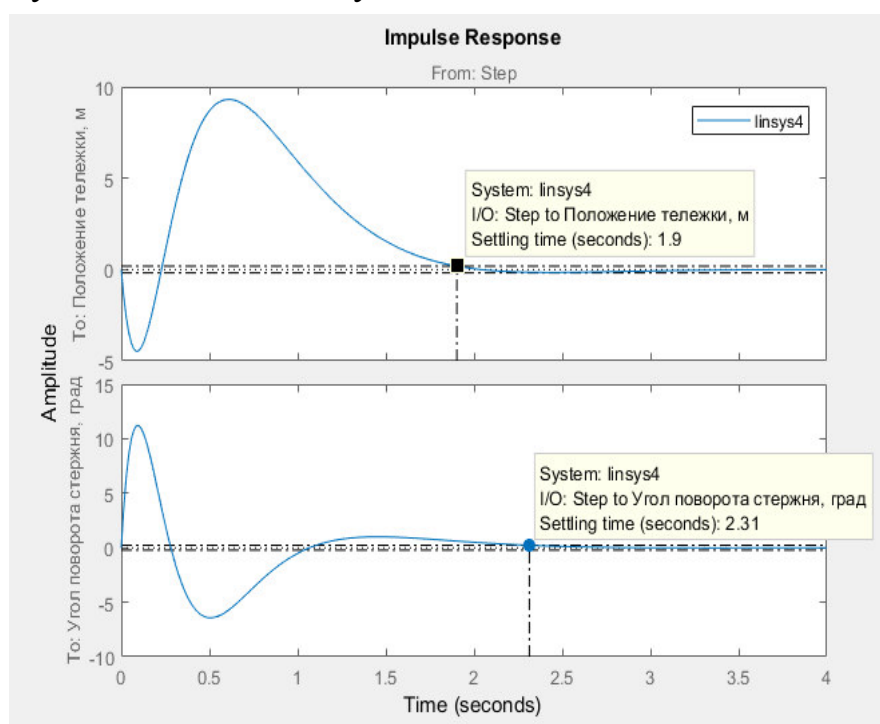


Рис. 5. Импульсные характеристики скорректированной системы

В ходе исследования была получена математическая модель системы «Обратный маятник на тележке», с помощью программы *Matlab* проведено компьютерное моделирование, рассмотрен синтез алгоритма управления с линейно-квадратичным регулятором. Полученные математическая модель и закон управления будут использованы при физической реализации установки в виде лабораторного стенда.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» А. А. Лаврухин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учеб. пособие [Текст] / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. – СПб.: Лань, 2011. – 464 с.
2. Дорф, Р. Современные системы управления [Текст] / Р. Дорф, Р. Бишоп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
3. MIT Open Courseware [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: – <https://ocw.mit.edu>.
4. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.

УДК 531.771

И. В. Мурзалев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

TACHOMETER НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ATMEGA16A

В статье рассмотрен электронный тахометр, реализованный на микроконтроллере ATmega16A. Тахометр может быть использован для измерения частот вращения вала от 10 до 2000 оборотов в минуту. Устройство установлено в лаборатории на стенде для исследования электрической машины постоянного тока. Для оценки погрешности измерения частоты вращения было выполнено сравнение показаний электронного тахометра с данными тахогенератора постоянного тока типа ТМГ-30П У3, установленного на валу электрической машины.

Ключевые слова: электронный тахометр, микроконтроллер, датчик, частота вращения ротора.

A TACHOMETER USING MICROCONTROLLER ATMEGA16

The article considers an electronic tachometer, implemented on the microcontroller ATmega16A. The tachometer can be used to measure shaft rotation frequencies from 10 to 2000 rpm. The device is installed in the laboratory of the university at a stand for the study of an electric DC machine. To assess the error in measuring the speed of rotation, a comparison was made between the readings of the electronic tachometer and the data of a tachogenerator of direct current type ТМГ-30П У3 mounted on the shaft of an electrical machine.

Keywords: electronic tachometer, microcontroller, sensor, rotor speed.

В настоящее время известны различные технические устройства, предназначенные для измерения частоты вращения валов электрических машин, двигателей внутреннего сгорания, колес транспортных средств и других вращающихся частей механизмов – механические тахометры, тахогенераторы, электронные тахометры различных видов. Также частота вращения механизма может быть измерена, например, стробоскопическим методом или другими методами, которые основаны на особенностях работы электрической машины или механизма [1]. Среди известных типов тахометров наиболее точными являются электронные тахометры. Существуют тахометры, изготавливаемые серийно различными компаниями. Например, тахометр Овен ТХ-01-224.Щ2, бесконтактный тахометр Testo 465 и другие.

Для измерения частоты вращения валов электрических машин при выполнении студенческих лабораторных работ можно использовать более простой и дешевый электронный тахометр, выполненный на базе микроконтроллера *ATMega16A* [2].

Принцип измерения частоты данного тахометра представлен на рис. 1.

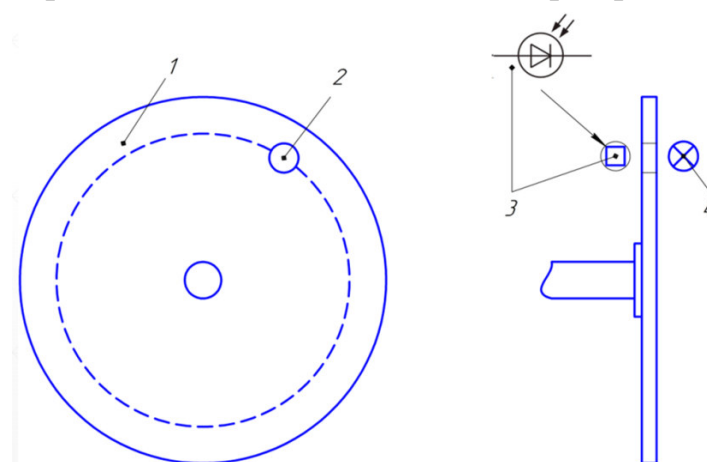


Рис. 1. Измерение частоты вращения с использованием диска с отверстием, размещенным на валу электрической машины

Круглый диск 1 закреплен на валу двигателя. В диске имеется отверстие 2, которое при вращении описывает траекторию, обозначенную пунктирной линией на рис. 1. На расстоянии от оси вала, равном радиусу пунктирной окружности, закрепляются фотодиод 3 и лампа 4 с разных сторон диска.

За один оборот вала двигателя отверстие один раз оказывается между лампой и фотодиодом. Фотодиод воспринимает свет и отправляет импульс к микроконтроллеру *ATMega16A*, который начинает отсчет времени.

Как только микроконтроллер получает следующий импульс, он фиксирует величину времени t и производит расчет частоты вращения ротора двигателя по формуле:

$$n = \frac{60}{t}, \quad (1)$$

где n – частота оборотов двигателя, об/мин;

t – время между импульсами, равное времени одного оборота, с.

Алгоритм работы данного устройства представлен на рис. 2.

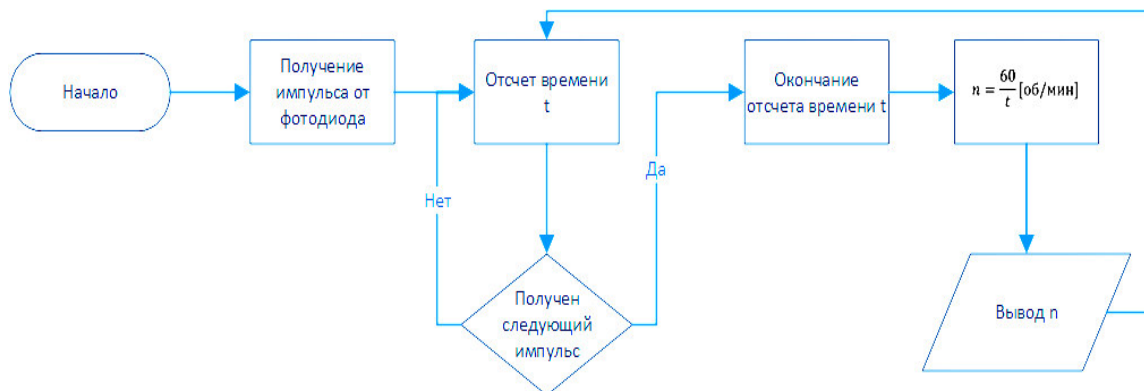


Рис. 2. Алгоритм работы устройства

Каждый оборот двигателя микроконтроллер получает импульс от фотодиода, после чего запускается отсчет времени t , который продолжается до тех пор, пока не получен новый импульс. Как только импульс получен, отсчет времени заканчивается, микропроцессор рассчитывает текущее значение частоты оборотов двигателя и выводит его на цифровой индикатор. Далее начинается новый отсчет времени.

На рис. 3 представлена структурная схема электронного тахометра. К микроконтроллеру *ATMega16A* подключается фотодиод и блок питания с напряжением 5 В, а также цифровой индикатор, который отображает числовое значение количества оборотов двигателя.

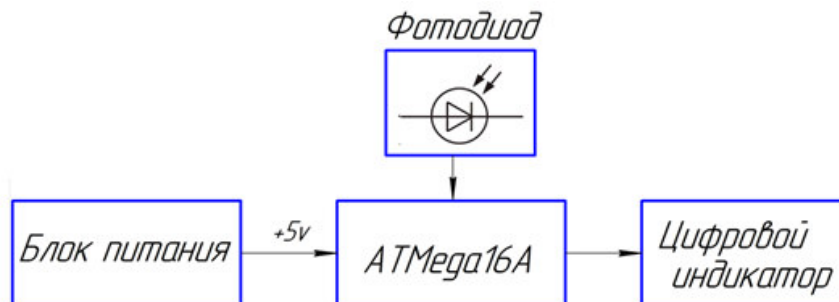


Рис. 3. Структурная схема устройства

Для определения достоверности показаний электронного тахометра было выполнено сравнение показаний прибора с данными измерений тахогенератора постоянного тока ТМГ-30П У3. На рис. 4 приведена характеристика холостого хода двигателя постоянного тока, на котором показаны характеристики построенные по данным тахогенератора (кривая 1) и по данным электронного тахометра (кривая 2). На этом рисунке также приведен диапазон, определенный по известной погрешности измерения тахогенератора, в котором находится действительное значение измеряемой величины.

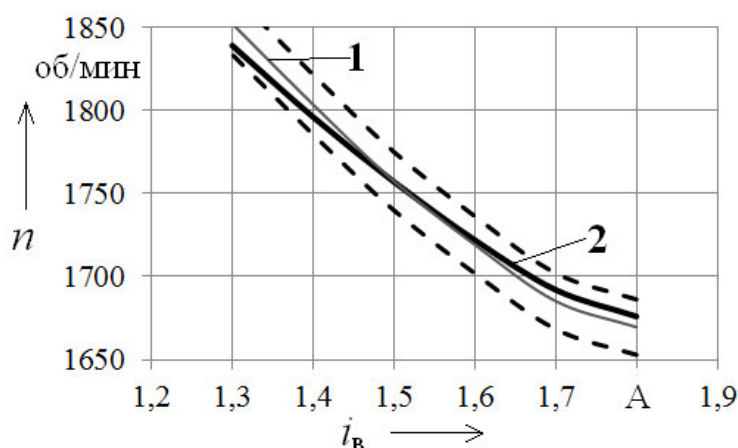


Рис. 4. Характеристика холостого хода двигателя постоянного тока

В результате можно сделать следующие выводы:

- 1) Абсолютная погрешность измерения частоты вращения не превышает 1,0 % в рассматриваемом диапазоне изменения частоты вращения вала от 1650 до 1850 оборотов в минуту.
- 2) Предложенный электронный тахометр имеет низкую стоимость и позволяет измерять частоту вращения валов различных механизмов, у которых есть возможность закрепить на вращающейся части диск.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Ю. В. Москалев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Левшина, Е. С. Электрические измерения физических величин: Измерительные преобразователи: Учеб. пособие для вузов [Текст] / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
2. Product datasheet. ATmega16A. 8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash.

А. А. Попов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА СИСТЕМЫ БЛОК В УСЛОВИЯХ ТРПУ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией технического обслуживания и ремонта системы БЛОК в условиях производственного участка. Проведен анализ ремонтов комплекса БЛОК на производственном участке Московка. Выявлены основные проблемы в существующей системе обслуживания комплекса БЛОК.

Ключевые слова: техническое обслуживание, ремонт, производственный участок, безопасный локомотивный объединённый комплекс.

FEATURES OF REPAIR OF THE BLOCK SYSTEM UNDER CONDITIONS OF TRPU

The article deals with the issues related to the organization of maintenance and repair of the BLOCK system in the production site. The analysis of repairs of the BLOCK complex at the production site of Moskovka is carried out. Identified the main problems in the existing maintenance system of the BLOCK.

Keywords: maintenance, repair, production site, safe locomotive integrated complex.

От обеспечения безопасности движения поездов и своевременного технического обслуживания устройств безопасности напрямую зависит эффективность и бесперебойность перевозочного процесса. На сегодняшний день ремонт локомотивов, за исключением обслуживания приборов безопасности полностью передан сервисным компаниям, что говорит о высокой заинтересованности компании ОАО «РЖД» в безопасности своих пассажиров и доставляемых грузов [2].

Производственный участок (ТРПУ) – это ремонтное предприятие, входящее в состав региональной дирекции по ремонту тягового подвижного состава.

Производственные участки осуществляют обслуживание и ремонт локомотивных приборов безопасности и поездной радиосвязи, например, АЛСН, скоростемер ЗСЛ-2М, КПД-3, САУТ, ТСКБМ, КЛУБ-У и БЛОК, а также различные радиостанции РВС-1, РВ-1.2М и другие.

На Западно-Сибирской железной дороге (рис. 1) находятся

7 производственных участков, входящих в состав Западно-Сибирской дирекции по ремонту тягового подвижного состава.

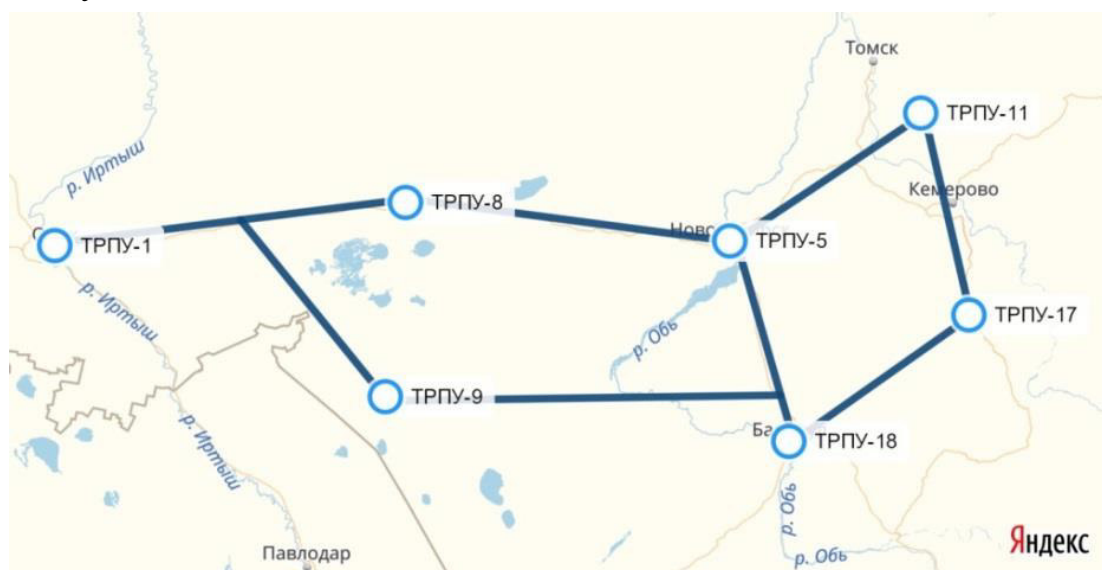


Рис. 1. Производственные участки Западно-Сибирской железной дороги

ТППУ-1 Московка (г. Омск), ТРПУ-5 Инская (г. Новосибирск), ТРПУ-8 Барабинск, ТРПУ-9 Карасук, ТРПУ-11 Тайга, ТРПУ-17 Белово и ТРПУ-18 Барнаул.

Безопасный локомотивный объединённый комплекс (БЛОК) является модульным изделием, которое устанавливается на электровозах постоянного и переменного тока, двухсистемных локомотивах, магистральных тепловозах, газотурбовозах, специальном самоходном подвижном составе на комбинированном ходу (ССПС-КХ) и моторвагонном подвижном составе (МВПС).

Комплекс был разработан ОАО «НИИАС», ООО «НПО САУТ» и ЗАО «Нейроком» по заказу ОАО «РЖД». БЛОК объединил в себе функции КЛУБ-У, САУТ-ЦМ/485 и ТСКБМ и по стоимости дешевле этих систем вместе взятых.

На рис. 2 представлена структурная схема комплекса БЛОК.

Основным модулем является системный шкаф (СШ). Он осуществляет приём сигналов от внешних устройств, контроль и обработку информации, циркулирующей между всеми модулями БЛОК, передачу необходимой машинисту информации для отображения на мониторе, а также управляет ЭПК.

Информацию о параметрах движения СШ получает от датчиков пути и скорости (ДПС) через блок согласования (БС-ДПС-М). Информацию о кодах в

рельсовых цепях АЛСН и путевых устройств САУТ получают приёмные катушки КП-РС. Сигналы обрабатываются в блоке АЛС-ТКС и поступают в СШ. ТСКБМ-П CAN – приёмник ТСКБМ, принимает информацию от носимой части ТСКБМ-Н и передаёт на ячейку контроля ТСКБМ-К в системном шкафу. Антенны СНС и GPS получают сигналы от спутников для позиционирования локомотива. Антенна УКВ необходима для приёма сигналов различных поездных радиостанций.

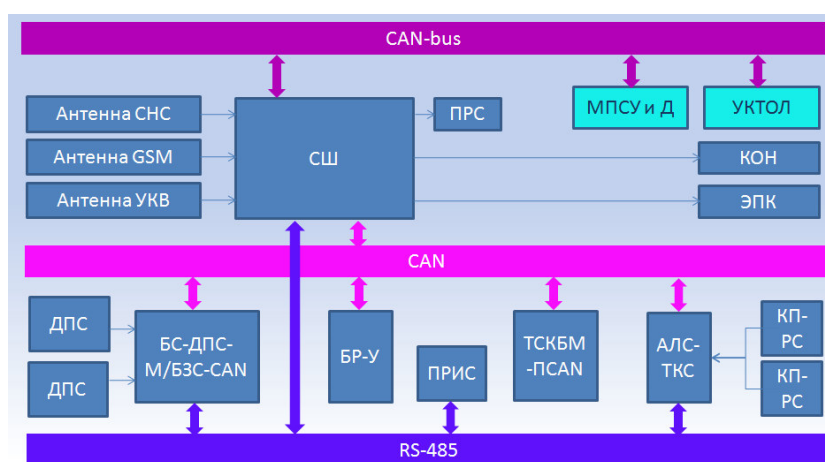


Рис. 2. Структурная схема комплекса БЛОК

Остальные блоки:

ПРС – поездная радиосвязь.

УКТОЛ – унифицированный комплекс тормозного пневматического и электропневматического оборудования локомотивов.

МПСУ и Д – микропроцессорная система управления и диагностирования локомотива.

ПРИС – пульт речевых информационных сообщений (формирует речевые команды САУТ и МПСУ и Д).

БР-У – блок регистрации, записывает данные на кассету регистрации КР.

ЭПК – электропневматический клапан автостопа.

КОН – блок несанкционированного отключения ЭПК.

Блоки и модули соединены между собой с помощью интерфейсов CAN, CAN-bus и RS-485.

На рис. 3 представлена статистика ремонтов модулей комплекса БЛОК в период с 2013 года по апрель 2018 по данным ТРПУ-1 Москва. Из гистограммы видно, что чаще всех ремонтные работы выполняют над

системным шкафом. Это не всегда ремонт, это может быть и замена программного обеспечения.

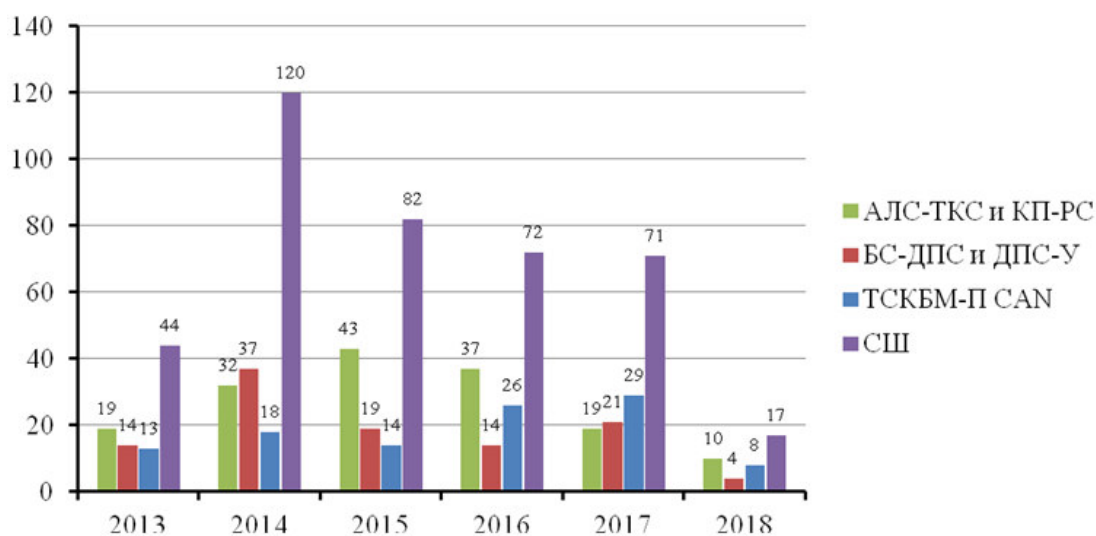


Рис. 3. Гистограмма ремонтов БЛОК

На рис. 4 показана подробная статистика ремонтов ячеек системного шкафа. Видно, что чаще всех работы выполняются с ячейкой ЭК-СНС (142) – это связано с обновлением электронных карт. Далее по убыванию: – ячейка ЦО – 52; – ячейка ВС-САУТ – 47; – модуль ИП-ЛЭ – 43 и так далее.

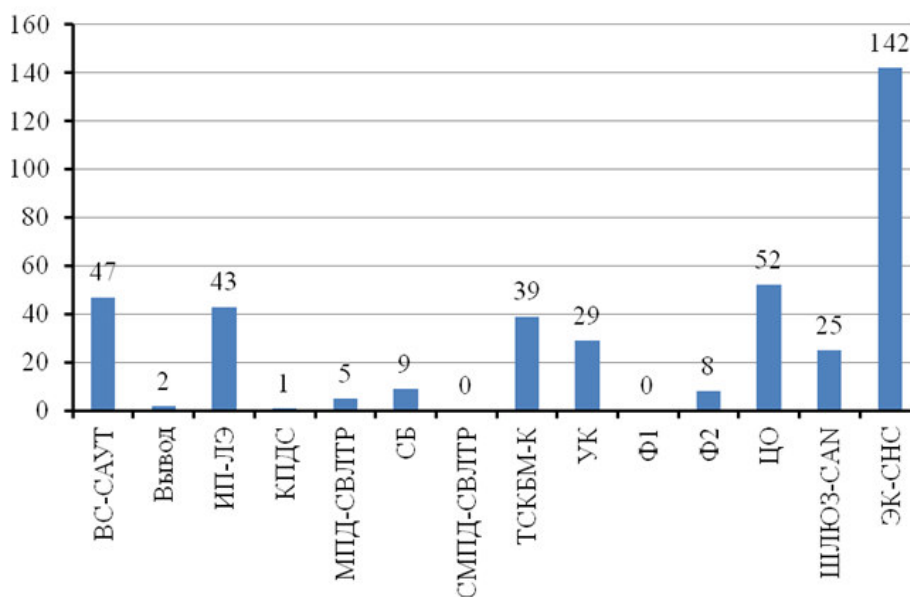


Рис.4. Ремонт ячеек системного шкафа

Для обеспечения исправного технического состояния приборов безопасности на производственном участке предусмотрен следующий технологический процесс (рис. 5).

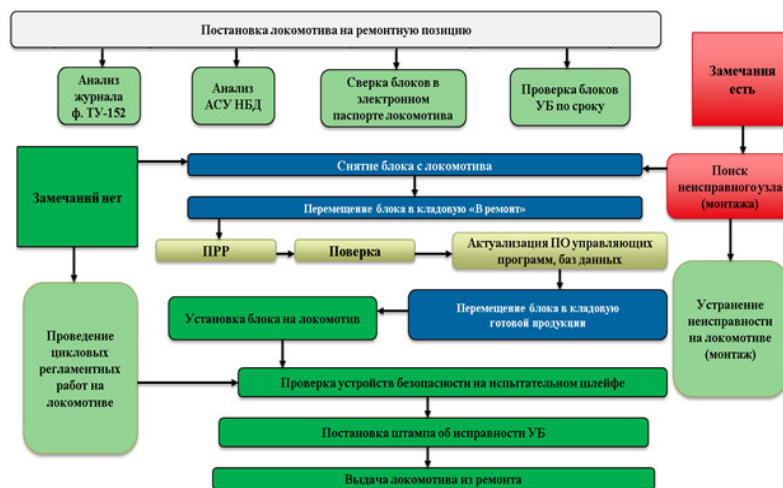


Рис. 5. Технологический процесс ремонта в ТРПУ

Кратко его можно описать следующим образом:

1. Постановка локомотива на ремонт и определение объема работ.
2. Выполнение объема работ согласно картам технологического процесса.
3. Проверка устройств безопасности на испытательном шлейфе и выдача локомотива.

Если обнаруживается что какая-то ячейка не работоспособная, то ее диагностируют с помощью проверочного комплекса ПКА/БЛОК и компьютера со специальным программным обеспечением. Программа выдает информации: рабочая ячейка или нет. Если она не исправна, то её ремонтируют на специальном рабочем месте.

Но не всегда удаётся отремонтировать ячейку в условиях ТРПУ. Чаще ячейку просто заменяют, т.е. ставят заведомо рабочую на локомотив, а сломанную отправляют на завод. Это следует из-за того что нет единой методики ремонта ячеек и не весь ремонтный персонал имеет право вообще ремонтировать ячейки комплекса БЛОК.

Поэтому является актуальной проблема разработки методики ремонта ячеек системы БЛОК, что поспособствует совершенствованию системы обслуживания устройств безопасности в условиях производственного участка. А также повысить уровень подготовки специалистов занимающихся ремонтом приборов безопасности.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» Н. В. Есин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Безопасный локомотивный объединённый комплекс БЛОК. Руководство по эксплуатации.
2. Шатохин, А. П. Анализ обслуживания устройств безопасности движения в условиях производственного участка / А. П. Шатохин, А. А. Попов // 115 лет железнодорожному образованию в Забайкалье: ОБРАЗОВАНИЕ – НАУКА – ПРОИЗВОДСТВО: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Чита: ЗаБИЖТ ИрГУПС, 2017. – С.114 - 117.

УДК 621.327.83

М. В. Дударь

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ОБТС КРАСНОЯРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ПРИМЕНЕНИЕМ IP-ТЕЛЕФОНИИ И МЕТОДА ГЕОРЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Целью статьи является анализ цифровой системы связи типа MD 110 с коммутацией каналов, функционирующей на одной из узловых станций Красноярской железной дороги, с последующим проектированием АТС с пакетной коммутацией на базе оборудования Eltex и возможностью географического резервирования.

Ключевые слова: коммутация каналов, цифровая сеть, программный коммутатор, коммутация пакетов, резервирование.

PROJECT OF KRASNOYARSK RAILWAY GENERAL TECHNOLOGICAL TELEPHONE COMMUNICATION NETWORK WITH THE USE OF IP- TELEPHONY AND METHOD OF GEOGRAPHICAL RESERVATION

Objective of the article is analysis of MD110 digital communication system with channel switching which is used in one of Krasnoyarsk railway junction station with further design ATS which will use packet switching we have to apply equipment Eltex and provide geographical reservation.

Keywords: channel switching, digital network, Softswitch, packet switching, reservation.

Существующая станция типа MD110 оснащена 8 модулями линейного интерфейса LIM, одним модулем ступени группового искания GSM и имеет

начальную емкость: 2000 аналоговых абонентских комплектов, 304 цифровых (2B+D) и 8 системных цифровых внутристанционных точек подключения. Обеспечивается подключение системы оперативно-розыскных мероприятий (СОРМ).

Станция оснащена одним пультом телефонистки, системой для тарификации исходящих вызовов, главным кроссом емкостью 5200 пар проводов на стороне станции и 7200 пар проводов на линейной стороне.

Предусмотрен вынос модуля линейного интерфейса LIM6 на станцию Заозерная.

На данный момент станция обслуживает 700 аналоговых и 49 цифровых абонентов.

На рис. 1 представлена структурная схема АТС MD110.

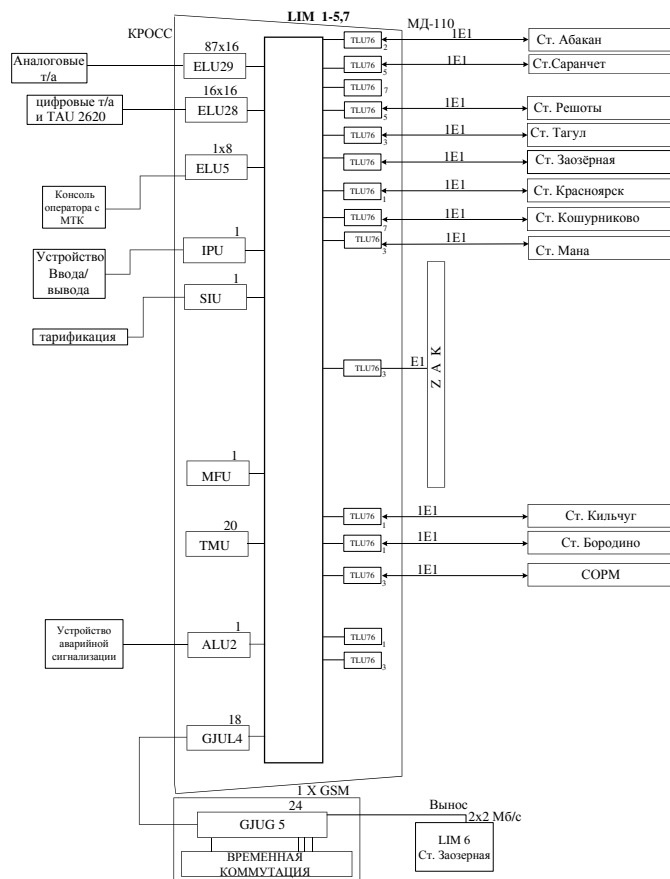


Рис. 1. Структурная схема АТС MD110

АТС работает по технологии ISDN (цифровая сеть с интеграцией услуг). Соединительные линии формата 30B+D (PRI интерфейс).

АТС имеет выход на городскую автоматическую телефонную станцию (ГАТС) типа SI2000 через конвертер сигнализации МР-16. Два потока Е1

направлены к ЛИМ №6, на станцию Заозерная. По одному потоку на станции Кильчуг, Саранчет, Мана, Решоты, Кошурниково.

Осуществляется выход к Красноярской и Абаканской цифровым системам связи такого же типа.

На рис. 2 изображена схема связи для станции Саянская.

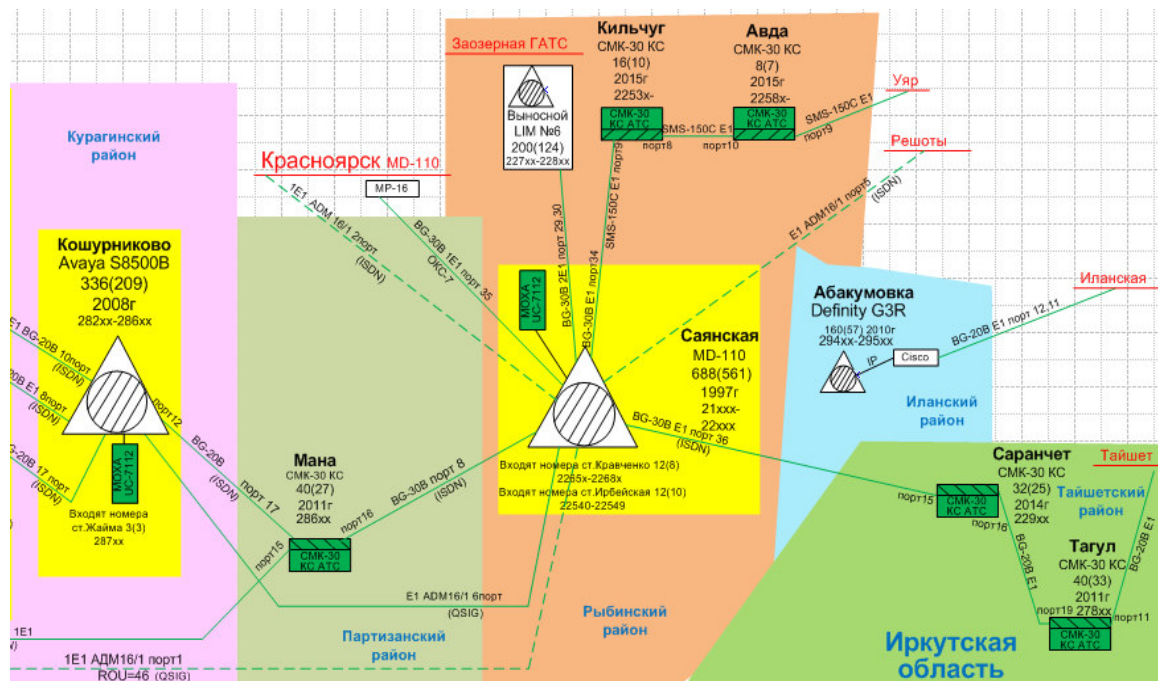


Рис. 2. Схема организации телефонной связи ст. Саянская

Система электропитания станции обеспечивает основное рабочее напряжение -48В постоянного тока, которая получает от выпрямителей (3шт), предназначенных для преобразования напряжения переменного тока 220 В в напряжение постоянного тока – 48В. В целях обеспечения бесперебойного электропитания, система включает в себя резервный источник питания – герметически закрытые батареи, рассчитанные на трехчасовой резерв.

Станция была установлена в 1997 году, морально устарела. АТС с пакетной коммутацией имеет ряд преимуществ. Проектируемая станция – Eltex (программный коммутатор Softswitch ECSS-10) [2].

При проектировании необходимо предусмотреть сохранение стыков ISDN, и в дальнейшем, при модернизации других АТС, подключение по каналам сети передачи данных (СПД).

Softswitch представляет собой программный коммутатор, который обеспечивает передачу данных между сервисами IP-телефонии, телефонных сетей общего пользования, цифровых сетей интегрального обслуживания.

На рис. 3 представлена структурная схема проектируемой АТС.

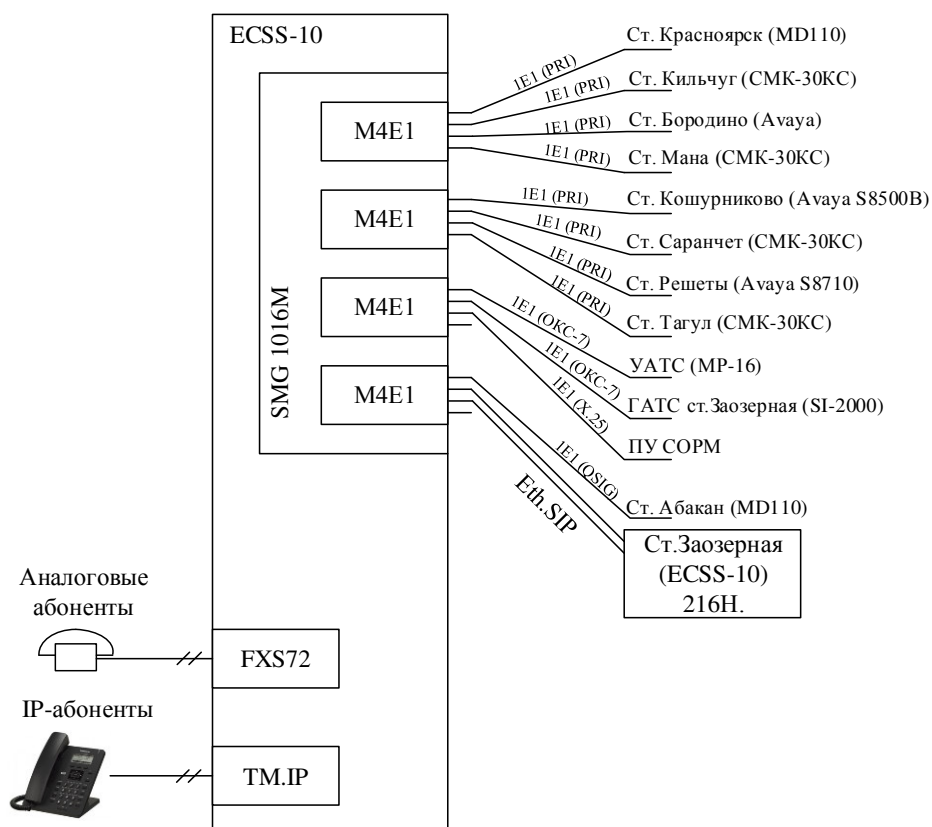


Рис. 3. Структурная схема проектируемой АТС

Цифровой шлюз SMG-1016M включает в себя submodule M4E1 для выхода к встречным телефонным станциям по потокам E1 и 6 submodule на 128 VoIP каналов [3].

Конвертер цифровых интерфейсов – блок MC240 (каркас 2U), в который устанавливаются модули TM.IP для подключения IP абонентов и платы центрального процессора [4, 5].

Аналоговые абоненты подключаются через модули аналоговых абонентских комплектов FXS72, которые устанавливаются в шлюз доступа MSAN MC1000-PX (до 16 слотов для данных модулей). Использование данного шлюза позволяет сохранить существующую кабельную инфраструктуру сети, обеспечивая выход аналоговых абонентов в IP-сети [6].

Также комплекс включает в себя:

- а) Серверы мониторинга и тарификации;
- б) Ethernet-коммутатор MES3124 – коммутаторы операторского уровня с поддержкой стекирования и высокой пропускной способностью [7];
- в) Eltex SBC – участвует в процессе обслуживания вызова в качестве

пограничного контроллера сессий, предназначенный для сокрытия топологии внутренней сети VoIP узла, а также защиты от внешних угроз [8];

г) Eltex.EMS – централизованная система управления сетевым оборудованием;

На базе решения Softswitch ECSS-10 возможно построение АТС с последующей приемкой в эксплуатацию органами Россвязьнадзора и ФСБ. Программно-аппаратный комплекс полностью соответствует требованиям СОРМ (Приказы №70, №268). Есть возможность подключения нескольких ПУ СОРМ.

На данный момент резервирование станции осуществляется по цифровой сети ISDN, в случае выхода из строя одного из компонентов сети. Связь осуществляется через другие станции. Резервируются маршруты на Красноярск через Абакан, на Абакан через Красноярск и на Решеты через Красноярск.

При подключении телефонной сети к сети СПД резервирование будет осуществляться по технологиям маршрутизации пакетов, принятым на рассматриваемом сетевом сегменте Красноярской железной дороги.

Научный руководитель – к.т.н, доцент кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети» А. С. Картавец, ОмГУПС.

Список литературы

1. ГОСТ 7.1 2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 30.06.2004.
2. Программный коммутатор (Softswitch) 4/5 классов ECSS-10. Техническое описание.
3. SMG-1016M, SMG-2016. Руководство по эксплуатации. Цифровой шлюз.
4. Конвертер цифровых интерфейсов MC240.
5. MC240. Руководство по эксплуатации, ч. 6. Модуль шлюза TM.IP. версия 1.6. Цифровая АТС.
6. MSAN MC1000-PX. Руководство по эксплуатации, ч. 1, версия 1.1. Мультисервисная платформа абонентского доступа.
7. MES 3000. Руководство по эксплуатации. Версия ПО 2.5.46. Коммутаторы магистрального уровня. Коммутаторы уровня агрегации.
8. SBC-1000, SBC-2000. Руководство по эксплуатации. Пограничный контроллер сессий.

Т. М. Мухаметшин

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРА TRIHAL НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЗАЩИТЫ SCHNEIDER ELECTRIC

В статье ставится задача рассмотреть основные виды защиты трансформатора на основе современных микропроцессорных защит компании Schneider Electric. В результате анализа были рассмотрены 2 основные системы защит: система Sepam P3 и система на основе реле VIP 400 (VIP 410). Выявлен и обоснован вид и тип релейной защиты сухого трансформатора Trihal с литой изоляцией.

Ключевые слова: релейная защита, трансформатор, микропроцессорная защита, АСУТП, Schneider Electric, Sepam, VIP, RS-485, Modbus.

RELAY PROTECTION OF THE TRIHAL TRANSFORMER BASED ON SCHNEIDER ELECTRIC MICROPROCESSOR PROTECTION

The article aims to consider the main types of transformer protection based on modern microprocessor protections from Schneider Electric. As a result of the analysis, two main protection systems were considered: the Sepam P3 system and the system based on the VIP 400 relay (VIP 410). The type of relay protection of the transformer Trihal with cast insulation is identified and justified.

Keywords: relay protection, transformer, microprocessor protection, APCS, Schneider Electric, Sepam, VIP, RS-485, Modbus.

Когда речь заходит о высоком уровне безопасности и минимальном воздействии на окружающую среду, у сухих трансформаторов с литой изоляцией конкурентов нет. Применение изоляции из эпоксидной смолы исключает использование масел, тем самым значительно снижая риск возгораний без каких-либо потерь производительности по сравнению с другими типами трансформаторов. Таким образом, сухие трансформаторы с литой изоляцией идеально подходят для установки на объектах с повышенным уровнем безопасности.

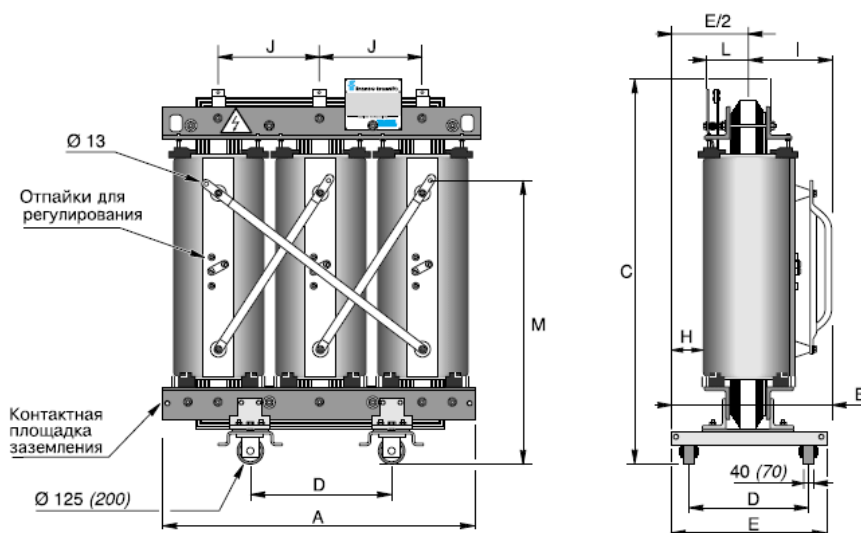


Рис. 1. Трансформатор Trihal

Серия Trihal – это сухие трансформаторы с литой изоляцией с диапазоном мощности от 100 кВА до 15 МВА и изоляцией, выдерживающей напряжение до 40,5 кВ [1]. Они являются отличным решением для многих отраслей применения: от крупных городов и элементов инфраструктуры до тяжелой промышленности и производства возобновляемой энергии. Trihal представляет собой трехфазный трансформатор сухого типа с изоляцией из эпоксидной смолы с активным наполнителем, который заливается в вакууме. Активный наполнитель состоит в основном из тригидрата алюминия, обладающего огнегасительными свойствами, название которого и легло в основу торговой марки Trihal.

Тепловая защита на базе Т-преобразователя с применением датчиков РТ100:

- Устойчивость к тепловым ударам.
- Оптимальная производительность в суровых условиях окружающей среды.
- Отличные эксплуатационные показатели при изменении нагрузки.
- Долгий срок службы.

Применяемые при разработке этой серии технические решения позволили создать фактически универсальные устройства релейной защиты с широким спектром применения в сетях 6-35 кВ. Цифровые терминалы серии «Seram 1000+» обладают всеми стандартными функциями микропроцессорных защит: измерением, релейной защитой, системной автоматикой, самодиагностикой, диагностикой работы коммутационного аппарата и сети, цифровым осциллографированием и имеют связь с системой АСУ по интерфейсу RS-485 с

открытым протоколом MODBUS. Данные устройства имеют модульную конструкцию и программное формирование защит [2].

Основные виды защит:

1. максимальная фазная токовая защита и защита от замыканий на землю с регулируемым временем возврата, с переключением групп активных уставок и логической селективностью;
2. защита от замыканий на землю, нечувствительная к току включения трансформаторов;
3. тепловая защита, учитывающая внешнюю рабочую температуру и работу вентиляции;
4. направленная защита от замыканий на землю, адаптированная ко всем системам заземления нейтрали: изолированной, компенсированной или резонансно-заземленной;
5. направленная защита в фазах с коррекцией по напряжению;
6. защита по напряжению и частоте (мин./макс.).

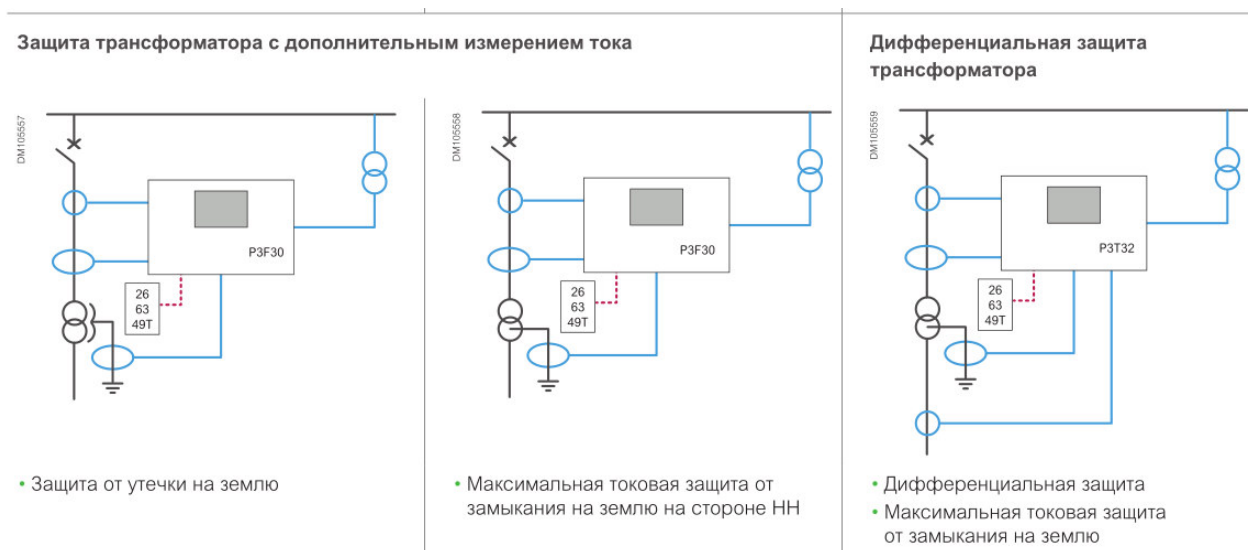


Рис. 2. Типовая схема подключения МПР3 Sepam P3 серии 80

Реле защиты VIP400 и VIP410 предназначены для решения задач защиты и управления на СВ/НВ подстанциях общего назначения и в электрических распределительных сетях промышленных установок. Данные устройства могут использоваться в таких областях применения, в которых требуется измерение тока, максимальная токовая защита фаз и защита от замыкания на землю, а также защита от перегрузки. Модель VIP400 представляет собой реле с

автономным питанием. Запитывание осуществляется от датчиков тока, во время работы вспомогательный источник питания не требуется. Модель VIP410 представляет собой реле с двумя источниками питания. Запитывание осуществляется от датчиков тока, как в случае модели VIP400, а также от вспомогательного источника питания. Функции защиты реализованы автономно, как и в модели VIP400. В случае модели VIP410 необходим вспомогательный источник питания для передачи данных, а также функционирования выходных реле и высокочувствительной защиты от замыкания на землю. Функции защиты обеспечиваются реле VIP410 даже при отказе вспомогательного питания.

Основные преимущества VIP400 и VIP410

1. Реле VIP являются частью комплексной цепи защиты:

Эта цепь защиты, компоненты которой образуют единое и неделимое целое, включает в себя специальные датчики тока, реле защиты VIP и расцепитель Mitor. Использование специальных датчиков тока обеспечивает полное выполнение всех функций цепью защиты. На типоразмеры датчиков никакие ограничения не накладываются. Датчики фазного тока, предназначенные для работы с реле защиты VIP, имеют два сердечника, благодаря чему обеспечивают раздельную подачу питания и измерительных сигналов [3].

2. Реле защиты VIP очень просты в установке

Данный тип реле предполагает компактную и простую установку в существующие системы АСУТП.

3. Реле защиты VIP быстро вводятся в эксплуатацию

Благодаря интерфейсу RS-485 происходит автоматический опрос реле и подключение в существующую систему по протоколу Modbus

Таким образом, в результате проведённой работы были изучены представители систем микропроцессорных релейных защит фирмы Schneider Electric. Наиболее подходящей системой защиты является Sepam P3 серии 80. Данная система предполагает наиболее удачный вариант защиты трансформатора, так как обладает всеми необходимыми видами защит и наиболее простой интеграцией в систему АСУТП.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» А. В. Мальцева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Распределительные трансформаторы Trihal. Трансформатор с литой изоляцией [Текст] / Schneider Electric. Справочное пособие, 2016. – 40 с.
2. Защита электрических сетей. Seram серий 20, 40 с расширенными функциями, 60 и 80. Цифровые реле защиты [Текст] / Schneider Electric. Справочное пособие, 2012. – 288 с.
3. Защита электрических сетей. VIP400, VIP410. Цифровые реле защиты [Текст] / Schneider Electric. Справочное пособие, 2013. – 224 с.

УДК 624.19

А. У. Саушиева

Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону

THE PROBLEMS OF THE CONSTRUCTION OF THE KERCH RAILWAY TUNNEL

This article discusses the problems of construction of the Kerch railway tunnel. The characteristic features of the geological structure of the Kerch Peninsula rocks are analyzed. Identified and justified the need for the use of mechanized tunnel complex, as well as studied the issues of vibration damping, electrification, ventilation, etc.

Keywords: railway, tunnel, sinking, construction, massive material.

Railway tracks present not only transportation of passengers, but also cargo delivery of different function. When laying railway tracks constructive workers face various engineering tasks, and also landscape obstacles. Such obstacles are the hills, or the mountains which are not simply to bypass. In this case there is nothing to do, only to make the way through the rock.

Laying of a tunnel through the rock is quite an expensive type of works which includes costs of laying of the tunnel, also laying of the walls allowing to prevent soil from a collapse, the engineering constructions allowing to maintain a tunnel, systems of ventilation and a drainage system.

In my opinion, the most responsible measure is drilling of a tunnel, tracking not to deviate the set direction. Now drilling is conducted with both sides, from a northern portal 20 meters are drilled, and from the southern 30 meters are drilled.

However, it only the formation of the bottomhole mines, still more depends on massive materials through which the tunnel sinking is conducted.

The geological structure of breeds of the Kerch Peninsula represents calcareous breeds which could be sink by means of the mechanized panel board complex.

The mechanized boards are the sinking mechanized complexes which are carrying out all operations on a tunnel construction. They are equipped with executive working body by means of which the massive material is chambered, by the devices on a removal of massive material board limits, and also by the construction of the framing. The executive body is placed on a place of a cutting edge or within the edge.

The Krolsky tunnel is the Russia's first railway tunnel the sinking of which is carried out by the mechanized tunnel-boring complex. Use of a board appeared to be the successful decision therefore I consider that it's possible to apply of this way very high. The main advantages of the application of the panel board mechanized complexes are the creation of the conditions for the partial or full automation of production; essential simplification of the work of the drifters and the increase of safety; and also the improvement of the sanitary conditions. I think that it is the complex that puts the general culture of production of tunnelling works to a new level.

Any specifications on construction of a tunnel on the Internet it is not revealed yet. According to last data, its length will comprise about one kilometer long.

Many questions are caused by sedimentary massive material, especially: what difficulties can face the constructive workers, what problems can arise during the sinking and construction of the auxiliary engineering constructions.

Calcareous deposits absorb rainfall as a sponge. But when sinking a tunnel by means of the mechanized board we can observe a construction of supporting frameworks which allow to prevent soil from the shattering.

While constructing it is also necessary to consider climatic features of the site. So the approach to the choice of a brand of the concrete with which tunnel walls will get off is required. According to the Construction Norms and Regulations it is necessary to appoint the density and the design brands of the concrete 32-04-97 of 01.01.1998 on frost resistance and water tightness depending on the accepted system of a waterproofing and protection of a tunnel face against corrosion, climatic and hydrogeological conditions of the region of an arrangement of a tunnel and according

to Construction Norms and Regulations 2.03.01 and Construction Norms and Regulations 2.03.11 for the 1 class of the constructions.

As it was stated above, the construction of a railway tunnel means not only a sinking and a construction of the protective wall from fall of soil with a waterproofing from water. Also, the protection against penetration of the surface and underground water in a tunnel is of great importance. In this regard such methods as drainage of a massif, consolidation of surrounding massive materials, a waterproofing are applied. At dehydrating of the massif the superficial drainage system and drainage of underground waters is used: drainage culverts, wells, unattainable cuts are used for this purpose. The consolidation of the rocks in the vicinity of a railway tunnel leads to the formation of the round tunnel development of a grouting waterproof layer. When carrying out such works cementation, a clay alteration, silicification or asphalt grouting of massive materials is made, and also the forcing of the solutions directly for finishing of a tunnel is made. Considering the above-mentioned, near the development of a tunnel there have to be a cement works and all the necessary construction infrastructure for ensuring work on laying of a tunnel.

For ensuring evacuation at emergence of an emergency the special culvert for an exit outside is constructed simultaneously. In general, any tunnel is a difficult engineering construction in which fire-prevention protection has to be provided even. However, in the above-mentioned Construction Norms and Regulations it is told that fire posts have to be settled down only in tunnels which length is above 2000m. Nevertheless, there is a reservation that the lack of the fire posts in the tunnels of smaller length is coordinated with bodies of the State Committee for Supervision of Industrial and Mining Practices. According to mass media after the commissioning the tunnel will be protected by the militarized protection which in its turn attaches a strategic importance to the object. In this case, the fire safety will be provided.

The tunnel arrangement near the substation solves a problem of its electrification.

The rules of the construction of the tunnels provide such point as vibration clearing. This point belongs to a construction of tunnels in the cities and settlements more. As it is noted in the news articles, the tunnel is under construction in order not to move the inhabitants from the exclusion zone as it will pass under houses, residential areas and business centers. So the clearing of the vibration is a necessary measure of the safety of the health of the citizens. Usually vibration extends both in

soil, and in buildings with a rather small attenuation. Respectively, the depth of the laying of the tunnel has to provide the clearing of the vibration which will arise while running the trains. Nobody has investigated the question of a depth, however there are data that the infrastructure must be at a considerable depth.

The important part is assigned to the ventilation. As the tunnel plays an important role as the transport hub connecting the continent and the peninsula, it is obviously to predict heavy traffic of the trains. The tunnel will sink deeply therefore a forced ventilation with artificial motivation undoubtedly is required. It is worth paying attention that such ventilation during the fire in a tunnel has to be autoreverse and to provides the stability of the set direction of a ventilating stream; the nonsmoking of the ways of the evacuation to its end by the creation a space air overpressure.

For tunnels, having the length of 300-1000 meters to which only still the Kerch railway tunnel which started being under construction concerns, mechanical ventilation is appointed for diesel draft and in case calculations show the need for the artificial airing. As the tunnel sinking deeply underground, nevertheless artificial ventilation will be obvious not superfluous.

The maintenance of the tunnel requires the whole infrastructure. That is the treatment facilities where water from a drainage and water disposal, used in the economic and household purposes will flow down. In the tunnel restrooms of the personnel will also be settled down. Most likely the restrooms of protection, changing of the guard will be placed too.

Now the laying of the tunnel is conducted. How much time still is left till the passing before the cloth is laid, everything depends on the construction organization of the contractor and the timely receiving of the materials and the equipment for its placement in the prepared chambers of infrastructure of a tunnel, installation and adjustment works.

Список литературы

1. Попов, С. А. Мосты и тоннели: Учебник для вузов ж-д транспорта/ С. А. Попов и др.; под ред. С.А. Попова. – М.: Изд-во Транспорт, 1977. – 526 с.
2. Саламахин, П. М Инженерные сооружения в транспортном строительстве: Учебник для вузов: в 2-х книгах/ П. М Саламахин.; под ред. П. М. Саламахина. – М.: Изд-во Академия, 2007. – К.1.– 352 с.

А. А. Канунникова, М. А. Малиновская

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В статье рассмотрены виды автоматизации бизнес-процессов и раскрыты основные ее направления в системе управления вузом.

Ключевые слова: автоматизация, бизнес-процессы.

AUTOMATION OF BUSINESS PROCESSES AT ENTERPRISE

The article describes the types of automation of business processes and the main directions of automation of the university management system.

Keywords: automation, business processes.

В современном мире любую организацию на протяжении всей работы сопровождают многочисленные непрерывные потоки информации. Ее многообразие видов, форм, источников возникновения и многократное повторение циклов использования и получения послужило причиной создания класса программ, которые автоматизируют процессы обработки информации.

Каждое предприятие в свое время сталкивается с проблемой изменения оборудования и программ на более совершенное, но есть и такие организации, которые в силу своего старого уклада или молодого возраста, впервые оказываются лицом к лицу с автоматизацией бизнес-процессов.

Данный вид деятельности очень сложен и при неправильной автоматизации организация может потерпеть дальнейшие неудачи. Для успешного проведения автоматизации руководитель должен очень хорошо знать структуру своей компании и процессов, происходящих в ней, а так же должен обладать определенной стратегией, от которой и будет зависеть выбор подхода.

Не все функции предприятия могут быть автоматизированы. Данное решение по внедрению специальных программ выводится после тщательного

анализа структуры. Автоматизации могут подвергнуться лишь некоторые функции, или она может охватить целые уровни управления.

При автоматизации по участкам автоматизируются отдельные подразделения предприятия, имеющие общий функциональный признак. Автоматизация по участкам выбирается в определенных обстоятельствах, в которых находится предприятие: компания не может позволить автоматизировать бизнес процессы всего предприятия в целом из-за недостатка инвестиционных ресурсов; автоматизация некоторых подразделений ведет к получению значительного экономического эффекта; технология производства или какие-либо другие условия подразделения не позволяют обходиться без автоматизированных систем.

Автоматизация по направлениям нацелена на автоматизацию отдельных направлений деятельности предприятия. Между подходом автоматизации по участкам и по направлениям существуют различия. В случае автоматизации по направлениям выбранное направление деятельности объединяет в себе все подразделения, которые с ним связаны.

Например, процесс снабжения. В этом процессе принимают участие все подразделения от производственных (в части формирования планов закупки сырья, комплектующих и оборудования) до управленческих.

Направление полной автоматизации говорит само за себя. Автоматизированная система управления как система состоит из большого количества элементов различных уровней и различного назначения. К ним относятся подсистемы, модули, блоки управления, задачи, управленческие процедуры, функции, операции и подобное.

Автоматизация всего предприятия предполагает такое объединение и согласование управленческих функций и процедур, чтобы в ходе процесса управления предприятием обеспечивалась оптимизация его поведения. В данном случае несколько программ, выполняющие мелкие функции преобразуются в одну, что позволяет выполнять требуемые последовательности, сокращая при этом время на переход из одной программы в другую.

Практическим результатом перехода к новой системе становится единый для всего предприятия стандарт на способы взаимодействия пользователей с системой [2].

Можно сделать вывод, что при автоматизации всех направлений в организации, предприятие будет полностью автоматизированным.

Управление вузом в современных условиях невозможно без комплексной автоматизации всех аспектов его деятельности, которые условно можно разделить на три основных блока: экономический, управление учебным процессом и документооборот [3]. Три данных блока и будут являться основными направлениями автоматизации.

Каждый вуз идет своим путем, автоматизируя свою деятельность. Обычно приобретаются различные специальные программные продукты, нацеленные на выполнение каких-то определенных функций. Из них впоследствии строится вся система автоматизации.

Управление учебным процессом является одним из сложных направлений, так как включает в себя множество различных аспектов. Достаточно сложной задачей является и автоматизация учебного процесса. Студенту каждый день необходимо усваивать большой объем различной информации, поэтому автоматизация является главным помощником в упрощении процесса обучения. Создание корпоративной информационной системы позволяет быстро производить обмен учебными материалами между студентами и преподавателями. Для поиска нужных книг и журналов в университете существует специальная программа под названием «ИРБИС». Она позволяет по ключевым словам – заголовку, автору, году издания – проверять наличие книг в библиотеке и узнавать ее код для того, чтобы можно было взять ее во временное пользование.

Еще одним из введений для упрощения организации учебного процесса является программа для создания расписания. В программу вводятся данные о количестве часов, информация о предметах у групп, после чего программа автоматически формирует расписание.

Одной из программ, которая помогает при формировании учебного процесса, ведении документооборота, а также экономического направления является программа 1С Университет.

Данная программа позволяет контролировать множество процессов на разных этапах. Эти процессы затрагивают не только учебное направление, а также документооборот и экономическое направление. Программа помогает при организации приемной комиссии, формировании различных документов, таких

как учебные планы, отчеты нагрузки преподавателей, хранения и обработке личных дел студентов. Так же в этой программе формируются отчетности по оплате студентов, задолженности за обучение, графики платежей.

Необходимым условием эффективного функционирования вузов является применение ими информационных технологий в системе управления вузом. Это позволит существенно сократить трудозатраты администрации вуза, оптимизировать его деятельность, что в конечном счете даст дополнительное конкурентное преимущество на рынке образовательных услуг [5].

Подводя итог, можно отметить, что в университете уделяется огромное внимание учебному направлению, упрощению работы как для студентов, так и для преподавателей. Автоматизация в вузе сокращает время, совершенствует бизнес-процессы, протекающие в нем.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» Д. А. Елизаров, ОмГУПС.

Список литературы

1. Кирюшкин, С.А. Учебник 4СЮ [Текст] / С.А. Кирюшкин. – М.: 4СЮ, 2013. – 499 с.
2. Кириллов, Д.В. Комплексные системы управления предприятием: Учебное пособие [Текст] / Д.В. Кириллов. – Самара, 2008. – 60 с.
3. Адаманский, А.В. Опыт автоматизации управления вузом. Система УИС [Текст] / А.В. Адаманский, А.Л. Денисов, А.А. Кочеев // Вестник НГУ. – 2006. – 5 с.
4. Советов, Б.Я. Архитектура информационных систем: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования [Текст] / Б.Я. Советов, А.И. Водяхо, В.А. Дубенецкий, В.В. Цехановский. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с.
5. Кириллов, А.Г. Направления автоматизации системы управления вузом [Текст] / А.Г. Кириллов // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2015. – 4 с.

Р. С. Черская

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ МОНИТОРИНГЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Вагоны цистерны востребованы для перевозки самых различных грузов, и, как и для большинства объектов на железной дороге при их изготовлении применяется сварка. Контроль сварных швов в данный момент производится ультразвуковым методом, который имеет ряд преимуществ, а также отвечает общей тенденции в неразрушающем контроле – разработки средств визуализации несплошностей. Это связано с тем, что представление данных о внутренней структуре изделий в виде изображения позволяет определить местоположение, размеры и форму дефектов, а, следовательно, позволяет оценить их реальную опасность.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, пьезоэлектрический преобразователь, фазированные антенные решетки, сканирование.

PERFECTION OF TECHNOLOGIES ULTRASONIC CONTROL AT MONITORING OF THE WELD-FABRICATED CONNECTIONS

The carriages of cistern are highly sought for transportation of the most different loads, and, as well as for most objects on the ferrous road at their making welding is used. Control of the weld-fabricated guy-sutures is presently produced by an ultrasonic method that has a row of advantages, and also answers a general tendency in non-destructive control are developments of facilities of visualization of burries. It is related to that presentation of the wares given about an underlying structure as an image allows to define a location, sizes and form of defects, and, consequently, allows to estimate their real danger.

Keywords: non-destructive testing, piezoelectric transducer, phased array antennas, scanning.

Весь подвижной состав на железнодорожной дороге, в том числе локомотивы и вагоны любого типа и назначения, верхнее строение пути, бесстыковой путь и стрелочные переводы представляют собой конструкции с долей сварочных работ, часто превышающие 50% от всех работ, затрачиваемые на их изготовление и ремонт [1].

Ультразвуковой контроль превалирует среди всех методов неразрушающего контроля, применяемых для контроля сварных соединений, на железной дороге в данный момент. В основном потому, что этот метод является безопасным для людей, высокочувствительным, оперативным. Сравнение с другими методами, представлено в табл. 1. Для определенных объектов разрешается проводить ультразвуковой контроль 100% сварного соединения, и лишь в 5–20% с обязательным дублированием радиографией для уточнения результатов [2].

Таблица 1

Выявляемость дефекта в зависимости от метода НК

Методы контроля	Информативность			Достоверность	
	Минимально выявляемые размеры внутренних дефектов, мм			выявляемости в сравнении со вскрытием, %	
	Высота	Длина	Ширина	Объемные дефекты	Плоскостные дефекты
РГ	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1	85–90	65–75
УЗК	0,8	0,5	10^{-3}	65–70	85–90
ЭРГ	0,3–0,4	0,5–10	0,5–10	75–80	55–65
МГК	2–3	5–10	2–3	30–40	45–55

На железной дороге есть объекты, которые подвергаются большому объему сварки. Технологический процесс изготовления котла вагона-цистерны в условиях вагоностроительного производства подразделяется на следующие стадии:

- заготовка листов для цилиндрической части котла и днищ;
- изготовление днищ;
- сборка и сварка листов, вальцовка;
- сборка и сварка цилиндрической части;
- общая сборка и сварка котла;
- контрольные испытания.

Суммарная протяженность сварных соединений достигает шестисот метров, отсюда следует, что основной технологической операцией является сварка. На производственный контроль одного такого вагона затрачивается порядка 12 часов. Но при существующей технологии ультразвукового контроля наблюдается пропуск дефектов, обнаружение которых происходит на

заключительных стадиях производства. В табл. 2 представлены данные выявляемости дефектов при первичном контроле сварных соединений и при повторном ультразвуковом контроле после термической обработки.

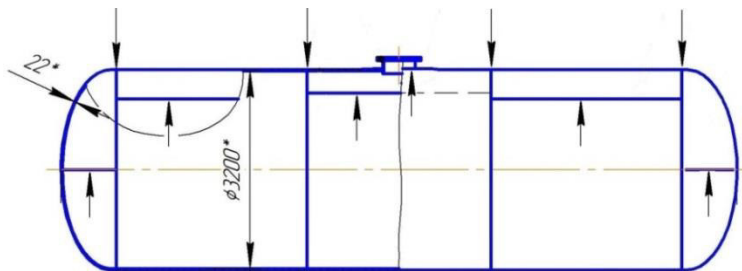


Рис. 1. Схема расположения сварных соединений котла вагона-цистерны

Повысить качество неразрушающего контроля сварных соединений готовых конструкций, а также достоверность результатов контроля, возможно при помощи внедрения технологии фазированных антенных решеток (ФАР).

В качестве преобразователей выступают многоэлементные антенные решетки разных типов, по габаритным размерам соизмеримые с обычными преобразователями. Благодаря возможности управления антенной решеткой одна решетка заменяет собой целый набор стандартных преобразователей, которые обычно используются для ультразвукового контроля.

Таблица 2

Анализ выявления дефектов при существующей технологии

Объект контроля	Выявленные дефекты	Примечание
Кольцевой св. шов	Дефектов не обнаружено	При повторном УЗ-контроле после термической обработки (Т/О) выявлены: 1 пора, 1 шлаковое включение.
Кольцевой св. шов	Дефектов не обнаружено.	После Т/О выявлены: 2 поры.
Кольцевой св. шов	1 скопление пор.	После Т/О выявлены: 2 поры.
Продольный св. шов	Дефектов не обнаружено.	После Т/О выявлены: 1 пора.
Кольцевой св. шов	1 непровар протяженностью 150 мм.	После Т/О выявлены: 3 поры, 1 шлаковое включение.
Кольцевой св. шов	Дефектов не обнаружено.	После Т/О выявлены: 1 пора.

Использование ФАР при контроле сварных соединений позволяет повысить производительность контроля в несколько раз, так как растровое сканирование заменяется на линейное вдоль шва, схема сканирования, в сравнении с ультразвуковым методом, приведена на рис. 2.

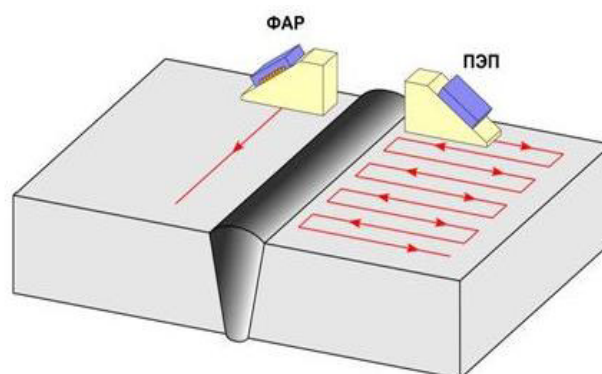


Рис. 2. Схема прозвучивания преобразователем на фазированных решетках и пьезоэлектрическим преобразователем

Эта возможность достигается благодаря использованию электронного сканирования, производится одновременный контроль всего сечения шва без необходимости смещения датчика.

Еще одним преимуществом технологии ФАР является визуализация внутренней структуры изделия. Дефект, выступающий в виде отражателя, на экране дефектоскопа представлен не в виде импульса, как при сканировании обычным пьезоэлектрическим преобразователем (ПЭП), а мы видим и его геометрию, протяженность и месторасположение. Сравнение результатов при сканировании дефектоскопом MASTERSCAN 380 обычным ПЭП и с использованием технологии фазированных антенных решетках хорошо видно на рис. 3.

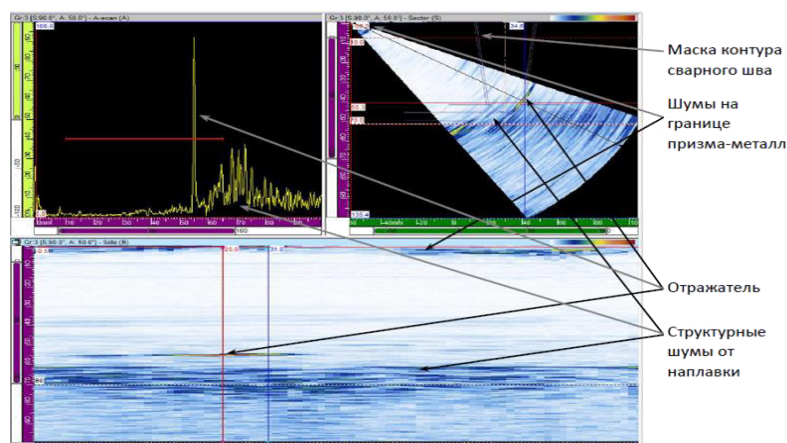


Рис. 3. Результаты сканирования дефектоскопом MASTERSCAN 380

В табл. 3 приведены данные затрачиваемого времени при контроле ультразвуковым методом с пьезоэлектрическим преобразователем и данные после внедрения технологии на фазированных антенных решетках.

Таблица 3

Сравнение времени, затрачиваемого на контроль

Объект контроля	Длина, мм	Ширина зоны зачистки, мм		Время подготовки ОК		Время контроля		Общее время	
		До	После	До	После	До	После	До	После
Кольцевой сварной шов Ø3220 (4 шт.)	40440	115	60	2 ч	1 ч 3 мин	5ч 40 мин	27 мин	7 ч 40 мин	1 ч 30 мин
Продольный сварной шов L=3126 мм (3 шт.)	9378	115	60	30 мин	16 мин	1 ч 20 мин	7 мин	1 ч 50 мин	22 мин
Сварка Ø530, Ø265 в корпус	2496	115	60	10 мин	5 мин	10 мин	1 мин	20 мин	6 мин
Продольный сварной шов L=3940 мм (3 шт.)	7880	115	60	25 мин	13 мин	1 ч 10 мин	6 мин	1 ч 35 мин	18 мин
Итого	60195	—	—	3 ч 5 мин	1 ч 37 мин	8 ч 20 мин	41 мин	11 ч 25 мин	2 ч 18 мин

Таким образом, из приведенных результатов следует, что уменьшается не только время контроля, порядка в 10 раз, но время, затрачиваемое на подготовку объекта контроля в связи с тем, что применяется другая схема прозвучивания.

При внедрении технологии контроля с применением преобразователей на фазированных антенных решетках контроль одной цистерны займет всего несколько часов, что даже при увеличении объемов производства, уменьшит трудоёмкость работ, позволит повысить производительность труда.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Т. Б. Брылова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Берзин, М. М. Современное состояние сварочных технологий на железнодорожном транспорте / М. М. Берзин, В. Н. Лозинский // Вестник ВНИИЖТ. – 2003. – №6. – С.13 – 20.
2. Бархатов, В. А. Развитие методов ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений / В. А. Бархатов // Дефектоскопия. – 2003. – №1 – С.28 – 55.
3. Титов, В.Ю. Совершенствование методических основ обеспечения единства измерения для повышения точности ультразвукового контроля: диссертация кандидата технических наук / В.Ю. Титов. – М., 2014. – 148 с.

УДК 621.336

Ю. А. Чижов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОНТАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ГРАФИТОВОЙ ОСНОВЕ

В статье рассмотрены основные виды контактных вставок эксплуатирующихся на железных дорогах России, описаны преимущества современных контактных материалов на графитовой основе.

Ключевые слова: токоприемник, контактная вставка, графит, углеродный композит.

ANALYSIS OF MODERN CARBON-BASED CONTACT MATERIALS

In article presented basic types of contact strips used in Russian railways, described pros of contact materials based on carbon composite.

Keywords: current collector, contact strip, coal, carbon composite.

На железных дорогах России, распространение получили двух- и трехрядные полоза токоприемников электроподвижного состава (ЭПС), на которых можно установить 2 – 3 ряда токосъёмных вставок – медных, углеродных или металлокерамических [1].

Немаловажное влияние для качественного токосъёма оказывает использованный материал изготавливаемых вставок полоза. Вставки делают с использованием материала с небольшим удельным сопротивлением, устойчивого

к дугообразованию, обладающего довольно большой износостойкостью, что значительно снижает износ контактного провода. В Российской Федерации и за границей обширно используются медные накладки. В Российской Федерации красновато-желтые накладки сначала использовали в комбинации с графитовой смазкой, а впоследствии стали применять наиболее абсолютную жесткую графитовую смазку. В последние годы расширяется применение контактных вставок из так называемых самосмазывающихся материалов – угольные вставки, металлокерамические на железной или медной основе [2].

В разных странах, вставки производят по-разному и материал этих сменных вставок соответственно тоже разный. Так, например, в большинстве европейских стран, а также в России применяются вставки на основе меди, содержащие свинец и графит, изготовленные чешским предприятием Lombard industry. В Японии же, нет единого мнения по поводу материала основы контактных вставок. В Японии применяют как керамические вставки на медной основе, так и угольные на основе кокса с различными наполнителями. Именно поэтому в Японии проходят различные испытания, для выяснения наиболее оптимальных вариантов вставок.

В табл. 1 представлены свойства токосъёмных вставок производимых в России.

Таблица 1

Токосъёмные вставки производимые в России

Материал (основа)	Изготовитель	Плотность, г/см ³	Удельное сопротивление, мкОм·м	Твердость, HS	Содержание металлов, %
ВЖ-3П (железо)	ООО «Электрод-Сервис»	7,8	0,28	120	10 Cu 14 Pb 1 Sn
«Б» (графит)	ОАО «НЭЗ», ЗАО «Союз-Карбон», ООО «Евро-Импекс»	1,75	15	50	—
«А» (кокс)	ОАО «НЭЗ», ЗАО «Союз-Карбон», ООО «Евро-Импекс»	1,8	30	70	—

Необходимо обратить внимание, что токосъёмные вставки в России имеют большую твёрдость, порядка (80 – 90 HS), т. е. основой этих вставок является кокс. Как видим, в России, также используют вставки на основе

искусственного графита. У европейских производителей такие вставки отсутствуют. В зарубежных странах предпочитают больше всего использовать вставки из природного графита. Поэтому в дальнейшем следует использовать этот опыт при рассмотрении требований к токосъёмным вставкам.

На рис. 1 представлены типичные профили вставок, изготавливаемых в России.

На Западно-Сибирской железной дороге проводят замену инвентарного парка электровозов ВЛ-10 на современные электровозы ЭП2К, Синара, Гранит с асимметричными пантографами SBS2T (Siemens) и ТАСС. Данные токоприемники рассчитаны на использование современных контактных материалов с увеличенной токовой нагрузочной способностью и повышенным ресурсом [3]. С целью снижения линейной плотности тока и увеличения межремонтного пробега углеродных вставок, с учетом зарубежного опыта, более целесообразно применять широкий профиль, наиболее подходящими являются профили токосъёмных вставок шириной 60 мм и высотой 18 – 30 мм (табл. 2). При использовании токосъёмных вставок на металлоуглеродной основе с содержанием меди до 20% и удельным электрическим сопротивлением до 8 мкОм•м достигается наибольшая экономичность эксплуатации.

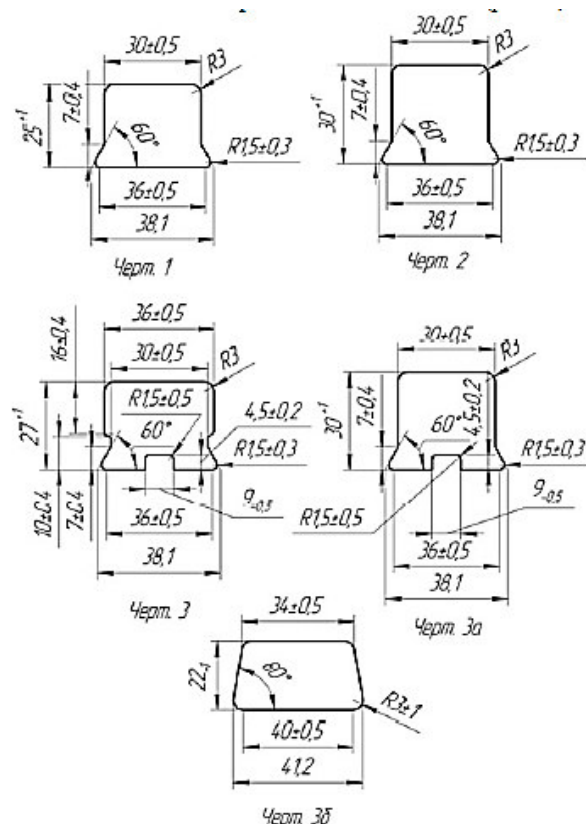


Рис. 1. Профили углеродных вставок изготавливаемых в России

Современные контактные вставки на основе углерода производятся фирмами Morgan Carbon, PanTrac, Hoffmann (рис. 2). К преимуществам данных контактных вставок относятся:

- низкий износ углеродного материала и контактных проводов;
- пропитка углеродной основы медью для высоких и очень высоких токовых нагрузок;
- соединение между углеродным профилем и несущей рамой с помощью электропроводящего клея;
- электрическая проводящая адгезионная связь устойчива до 250 °С;
- допустимый краткосрочный ток короткого замыкания 30 кА.

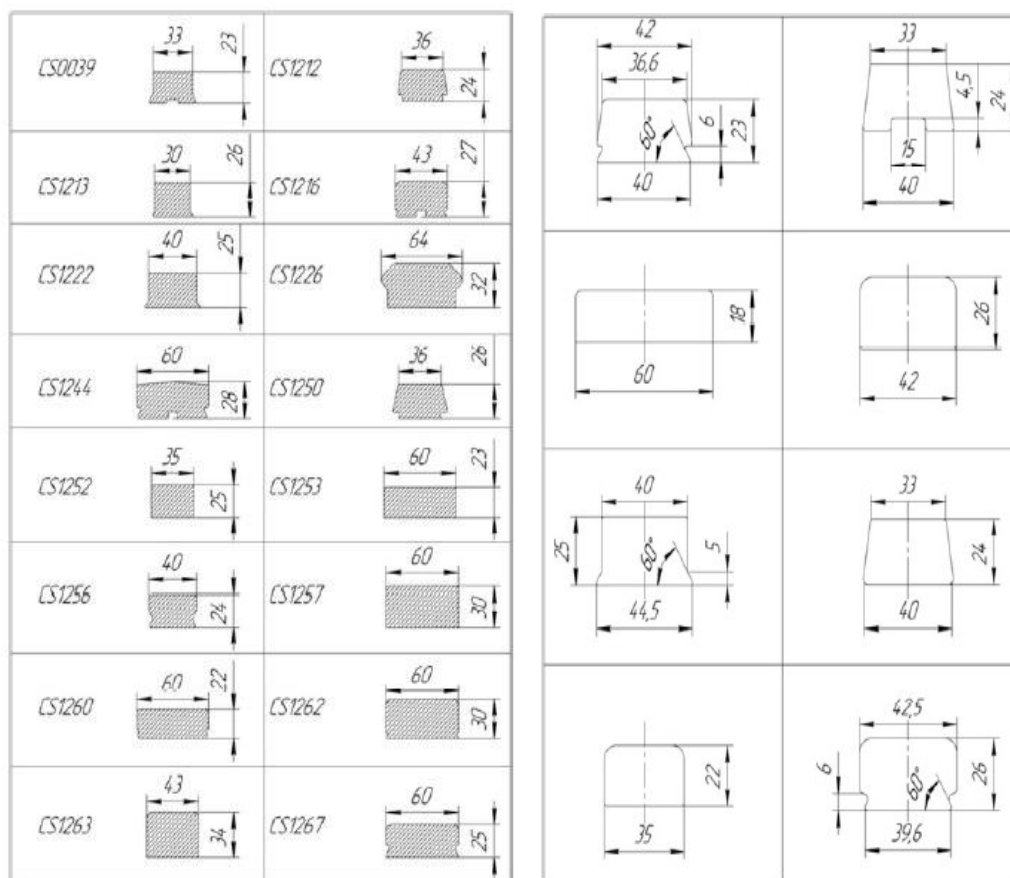


Рис. 2. Профили токосъёмных вставок зарубежного производства

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» А. С. Голубков, ОмГУПС.

Список литературы

1. Токосъёмные вставки для токоприемников железнодорожного транспорта / И. С. Гершман [и др.]. – М.: Транспорт, 2012.

2. Купцов, Ю. Е. Беседы о токосяеме, его надежности, экономичности и о путях совершенствования. – М.: Модерн – А, 2001. – 256 с.
3. EN 50405. EUROPEAN STANDARD. Railway applications, current collection systems, pantographs, testing methods for carbon contact strips. – 2006.

УДК 629.4.015

Д. В. Коровин

Анжеро-Судженский политехнический колледж, г. Анжеро-Судженск

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ SCADA

В данной работе рассматривается принцип организации автоматизированных систем управления технологическими процессами, с использованием систем SCADA. Вопросы взаимодействия между нижним и верхним уровнями управления производственными процессами. Также производится краткий обзор отечественных и зарубежных систем SCADA, и перспективы их использования с приведением производственных примеров промышленных предприятий города.

Ключевые слова: системы, scada, технологический процесс, диспетчерская, автоматизированные системы, контроллеры, промышленные предприятия, АСУ ТП.

ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PRODUCTION WITH THE USE OF CONTROL SYSTEMS SCADA

In this publication the concept of the organization of automated control systems of technological processes is considered. There is the description of the SCADA Systems' usage. Also there are issues of interaction between the lower and the upper levels of the manufactures process's management. In addition, there is a brief overview of native and foreign SCADA Systems and their long term usages. It includes different examples, such as, industrial usage of these systems at our native city plants.

Keywords: Scada Systems, technological process, dispatching office, automated systems, Industrial controllers, of ASUTP factory, automated workplaces.

С момента появления первых производственных линий люди пытались

облегчить свой труд и переложить его на машины. По мере увеличения темпов производства, вопрос его автоматизации стал еще острее.

Во всем мире на предприятиях разных направленности широкое распространение получили автоматизированные системы управления производственными процессами (АСУ ТП) в которых используется принцип централизованного (оперативного) контроля, сбора, управления и анализа данных о протекающем на предприятии технологическом процессе.

Целью представленной научной работы является разбор внедрения современных автоматизированных систем контроля и управления в технологические процессы отечественных промышленных комплексов с использованием управляемых систем SCADA, а также причин низкого темпа их повсеместного применения.

В России термин SCADA зачастую используется в более ограниченном ключе. Под ним понимают узконаправленный пакет программных решений по визуализации производственного технологического процесса. Но это довольно ограниченный подход. На самом деле система SCADA это целый комплекс систем управления, который предназначен не только для визуализации поступающей информации. При помощи данных систем возможен сбор информации, ее обработка и принятие автоматического решения без вмешательства человека.

В большинстве отечественных предприятий даже в наше время зачастую используются так называемые метрические системы (комплексы) для дистанционного мониторинга, которые являются предшественниками системы SCADA. Но их использование в современном производстве приводит к появлению большого количества ошибок диспетчера на опасных производственных объектах.

Диспетчерское управление процессами производства в настоящее время используется в различных областях промышленности: энергетике, машиностроении, строительстве и приготовлении строительных материалов, нефтепереработке, газовой, атомной, химической, водной, пищевой промышленности и многих других. Однако для того что бы создать продуктивную и надежную систему централизованного управления и сбора данных, минимизации времени и ресурсов для разработки проекта АСУ ТП, построения удобного человеко-машинного интерфейса (HMI – Human Machine Interface) требуется применение сложного специализированного программного обеспечения.

Для решения задач диспетчеризации и сбора данных наиболее

целесообразно использовать современное программное обеспечение SCADA. Программное обеспечение SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – это сбор, обработка информации в режиме реального времени с удаленных объектов и управление ими на основе полученной информации.

С точки зрения управления технологическим процессом системы SCADA имеют некоторые характерные особенности:

1. Данные системы не способны работать обособленно без участие человека (технолога, оператора, диспетчера);
2. Неправильное взаимодействие с системой может привести к потере объекта управления, что может привести к необратимым последствиям;
3. Диспетчер (оператор) несет большую ответственность за управление системой и её работоспособности;
4. Большую часть времени диспетчер пассивно наблюдает за отображаемой системой информацией, и вмешивается в её работу только в экстренных ситуациях;
5. В случае возникновения экстремальных ситуаций диспетчер ограничен во времени для принятия решений

Архитектура АСУ ТП с применением SCADA предполагает наличие нескольких уровней.

Низкий или диспетчерский уровень включает различные преобразователи дистанционных передач, приборы для сбора, хранения и обработки информации о ходе производственного процесса и исполнительные устройства для управляющих манипуляций. Приборы выдают информацию программируемым логическим контроллерам PLC (Programmable Logic Controller), которые предназначены для выполнения определенного ряда функций, таких как: сбор, обработка и хранение информации о состоянии оборудования и рабочих параметрах технологического процесса; автоматизированное логическое управление и регулирование; исполнение команд с пункта управления (верхнего уровня); самодиагностика работы системы и состояния самого контроллера; обмен информацией с пунктами управления и т. д.

Разработка, отладка и исполнение программ контроллерами осуществляется с помощью специальных программных устройств, которые выпускаются как производителями используемых в схеме АСУ ТП контроллеров, так и другими компаниями, занимающимися производством оборудования автоматизированных систем. Связь между всеми звеньями –

местными контроллерами, контроллерами нижнего и верхнего уровня, пультами оператора осуществляется благодаря специализированным промышленным сетям (ADAM, Трейс Моуд и др.). Взаимосвязь между несколькими автоматизированными рабочими местами оперативного персонала между собой, с контроллерами верхнего уровня, а также с вышестоящим уровнем осуществляется с помощью различных информационных сетей. Такая система применяется на крупных промышленных предприятиях, где в каждом производственном цехе имеется отдельный диспетчерский пункт.

Верхний (оперативный) уровень – уровень, представляет собой автоматизированные рабочие места диспетчеров (операторов). На этом этапе, как правило, устанавливается отдельный сервер базы данных, WEB сервер и др.

При этом диспетчер (оператор) в режиме реального времени наблюдает за протеканием технологического процесса при помощи интегрированных схем и в случае необходимости имеет возможность незамедлительно вмешаться в управление технологическим процессом. На диспетчерском уровне находит непосредственное применение прикладное программное обеспечение SCADA.

Стоит учитывать, что SCADA ориентировано на разработку и поддержание HMI интерфейса без непосредственного программирования (или с минимальным внедрением) между диспетчером (оператором) и системой управления процессом. Новейшие SCADA системы обеспечивают работника наиболее полной и наглядной информацией, имеют доступные «рычаги» управления и характеризуются наличием мощного графического интерфейса схем, системы тревог и формирования отчетности, регистрирования, архивирования, поддержания технологий, различных протоколов (OPC, DDE, TCP/IP), системы подсказок, справочной информации и многого другого.

Последние версии SCADA систем имеют в своем арсенале и специальные приложения для программирования контроллеров под нужды конкретного производства. Это доступные инженеру технологу с минимальными знаниями программирования языки стандарта МЭК1131 3 типа FBD, ST, IL, SFC, LD. В настоящее время на отечественном рынке систем автоматики присутствует ряд SCADA пакетов:

- MATLAB (WBW, США);
- Project AX (Groover inc, Канада);
- Factory Link (Data Co, США);

- Knox Sistem (Samsung, Южная Корея);
- WinOC (Siemens, Германия);
- Trace Mode (Adastra, Россия);
- Master SCADA (НПФ Инсат, Россия);
- КРУГ 2000 (НПФ КРУГ, Россия) и другие.

Необходимо отметить, что российские SCADA системы, вполне конкурентоспособные по сравнению с зарубежными аналогами, используют различные технологии для ускорения процесса разработки проекта АСУ ТП и соответственно экономят время проектировщика.

Еще в 20 лет назад использование автоматизированных SCADA систем в нашей стране не имело широкого распространения. В целом это можно связать с отсутствием специалистов, способных поддерживать данные системы в работоспособном состоянии и способные осуществлять бесперебойную работу системы, а также в высокой стоимости самих систем как иностранного так и отечественного производства.

Но если мы посмотрим на ситуацию в 2018 году, то заметим, что ситуация кардинально изменилась. Даже небольшие промышленные предприятия осознали необходимость централизованного управления технологическим процессом. Повсеместно идет устройство диспетчерских пунктов «сердцем» которых являются SCADA системы.

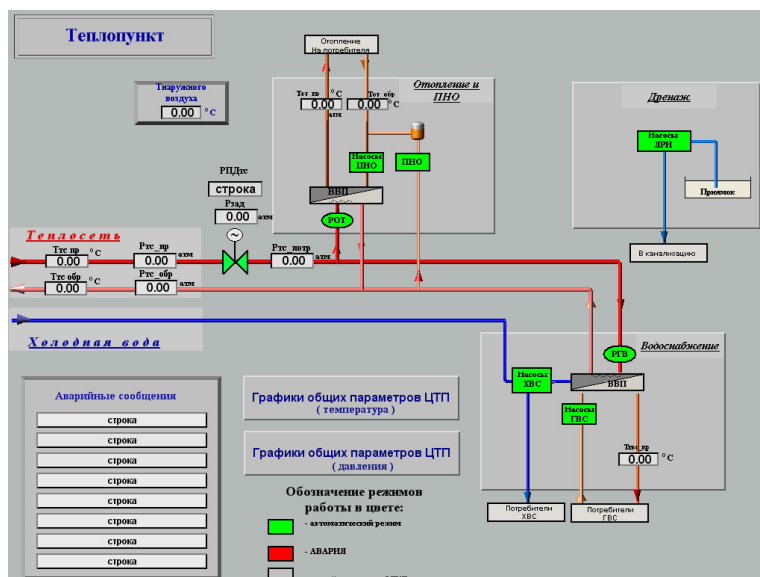


Рис. 1. Автоматизированная система управления флотации

Для примера возьмем промышленное предприятие ООО Обоганительная

фабрика «Анжерская», на котором полностью автоматизирован не только процесс обогащения коксующегося угля, но и система его приемки и отгрузки. При помощи централизованной системы управления диспетчер еще на подходе к области знает, сколько составов и какого конкретно угля пройдет на обогащение. На подходе к предприятию все вагоны «высвечиваются» на приборной панели диспетчерского пункта, благодаря чему инженерно-технические работники понимают, на какое количество продукта необходимо отлаживать производство и как именно производить флотацию пришедшего угля.

В заключение хотелось бы, отметить, что перспективы развития организации и управления технологическими процессами современных производств, несомненно, связаны как с использованием специализированных программных средств автоматизации типа SCADA, так и программируемых логических контроллеров.

Научный руководитель – преподаватель А. С. Усманов, Анжеро-Судженский политехнический колледж.

Список литературы

1. Палий, Н. Х. Курс лекций по дисциплине Монтаж, техническое обслуживание и ремонт оборудования отрасли по специальности 150411 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования [Текст]: Курс лекций для студ. колледжа / Н. Х. Палий. – Анжеро-Судженск: АСПК, 2014. – 64 с.
2. Палий, Н. Х. Лекционный материал по разделу Монтаж оборудования отрасли / Н. Х. Палий. – 2014. – 53 с.
3. Палий, Н. Х. ПМ.01. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования [Текст]: Лекционный материал / Н. Х. Палий. – Анжеро-Судженский политехнический колледж, 2014. – 77 с.
4. Красов, Б. В. Эксплуатация, ремонт и наладка технологического оборудования молочной промышленности [Текст] / Б. В. Красов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 2014. – 328 с.
5. Машины и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://msd.com.ua/mashiny-i-apparaty-pishhevyx-proizvodstv>.
6. Организация пусконаладочных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: URL: <http://msd.com.ua/teplotexnicheskoe-oborudovanie/organizaciya-puskonaladochnyx-rabot>.

О. С. Лищенко

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

НОРМИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В статье рассматривается метод нормирования дизельного топлива на маневровую работу с использованием аппарат искусственных нейронных сетей. От качества планирования топлива, зависит бесперебойность работы локомотивов и всего депо в целом.

Ключевые слова: локомотив, дизель, нормирование, дизельное топливо, искусственные нейронные сети.

NORMALIZATION OF DIESEL FUEL WITH APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

The article deals with the method of normalizing diesel fuel for maneuvering work using the device of artificial neural networks. From the quality of fuel planning, the uninterrupted operation of locomotives and the entire depot as a whole depends.

Keywords: locomotive, diesel, rationing, diesel fuel, artificial neural networks.

В настоящее время, в локомотивных депо, методика нормирования расхода топлива на маневрово-хозяйственную работу основывается на показателях фактического расхода топлива локомотивом за смену. По результатам работы локомотива, фиксируется его пробег, время работы и фактический расход топлива (кг/100лок.км или кг/ч). При анализе полученных данных, определяют средние показатели расхода, и используют их при нормировании топлива на последующие рабочие смены. Но учитывая, что локомотив за смену работает в различных условиях (пробег, профиль пути, атмосферные условия и т.д.), нормирование расхода топлива данной методикой имеет значительную погрешность.

Основные недостатки существующей системы нормирования расхода топлива приводят к необходимости разработки более эффективной методики.

Каждую смену локомотив работает в совершенно различных условиях, что в совокупности отражается на режимах его работы. Зачастую локомотив до 50% времени находится в ожидании работы, на холостом ходу (рис. 1).

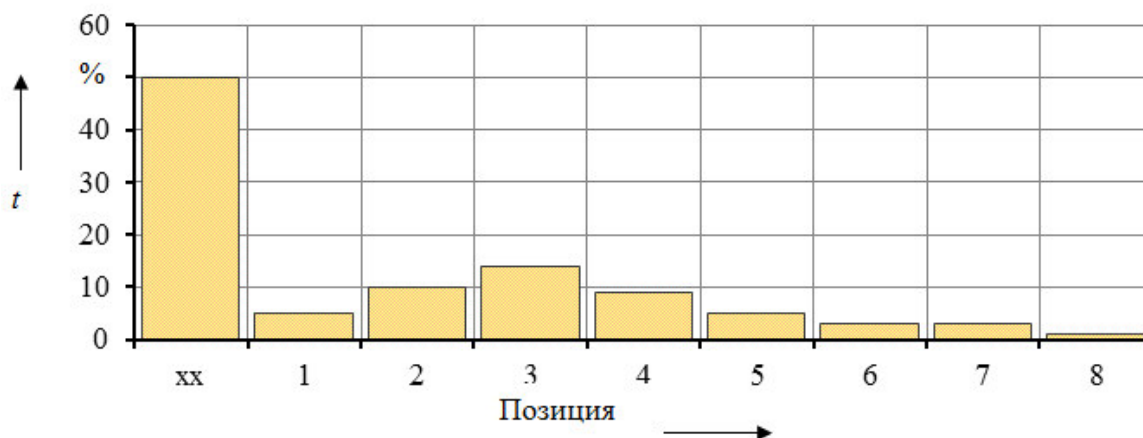


Рис. 1. Распределение работы локомотива по позициям

Опытные исследования показали, что использование данной методики расчета расхода топлива, позволяет накопить статистические данные о работе локомотивов, и использовать их при нормировании расхода топлива на маневровую работу.

Известно, что на расход топлива двигателя существенно влияет изменение температуры окружающего воздуха, но в данной модели это не учтено. Это приводит к некоторым погрешностям при расчетах.

В данной работе предлагается усовершенствовать вышеописанную методику за счет учета таких показателей, как температура окружающей среды и температура наддувочного воздуха.

В ряду работ авторов доказано существенное влияние температуры воздушного заряда, поступающего в камеру сгорания дизеля, и температуры окружающей среды, при эксплуатации локомотива [2]. Учет данных показателей позволит получить более точную оценку расхода топлива локомотивами.

Оценка расхода топлива локомотивами по рабочим параметрам дизельного двигателя – процесс трудоемкий, сложный и объемный с точки зрения обработки данных. Поэтому из всего спектра математических аппаратов по анализу информации, выбор сделан в пользу аппарата искусственных нейронных сетей.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить ряд задач,

представленных в виде поэтапной блок-схемы на рис. 2.

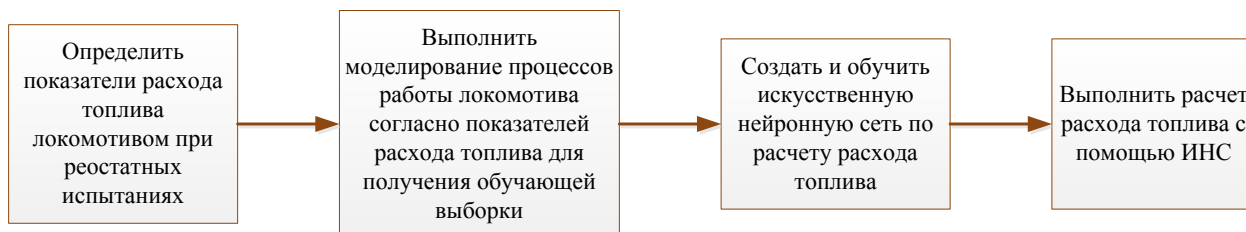


Рис. 2. Поэтапная блок-схема решения задачи нормирования топлива

Показатели расхода топлива на различных позициях контроллера машиниста измеряются весами при проведении реостатных испытаний, определяются различные показатели нагрузки генератора, температуры окружающей среды и наддувочного воздуха. Увеличение расхода топлива при работе вспомогательного оборудования определяется тем же способом. Для обучения ИНС необходимо иметь достаточную выборку данных, получаемую экспериментальным путем.

Использование ИНС в качестве математического аппарата для расчета нормирования топлива, позволит минимизировать ошибку, за счет нелинейности алгоритма. Так как расчет расхода топлива зависит от переменных значений, нелинейность алгоритма позволит сгладить значения, влияющие на расход.

Общий вид уравнения для расчета выходного сигнала ИНС:

$$y_k = f \left(\sum_{j=0}^k x_j \cdot w_j \right), \quad (1)$$

где x_j - сигнал j -го нейрона;

w_j - весовой коэффициент j -го нейрона;

f - функция активации.

Подбор весовых коэффициентов осуществляется с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, где целевая функция формулируется в виде квадратичной суммы разностей между фактическим и ожидаемым значением выходных сигналов. Целевая функция определяется:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M (y_k - d_k)^2, \quad (2)$$

где d_k - ожидаемый (желаемый) результат выходного k -го сигнала.

В случаях, когда целевая функция непрерывна, то применяется способ обучения градиентным методом оптимизации.

В классическом алгоритме обратного распространения ошибки фактор $p(w)$ задает направления отрицательного градиента, поэтому:

$$\Delta w = \eta \nabla E(w), \quad (3)$$

где η - скорость обучения.

В качестве функции активации нейронов, рядом авторов рекомендовано использовать логистическую функцию активации $1/(1 + e^{-av_j})$ (a – коэффициент сигмоиды, $a > 0$), на основании логистического уравнения.

Учитывая, что для обучения и расчета нейронной сети используется логистическая функция активации, то на выходе значений сигнала будет равно от 0 до 1. Следовательно, необходимо подогнать полученное значение к реальным данным. Тогда выходное значение показателя расхода топлива рассчитывается как, кг:

$$B = y \cdot (y'_{(\max)} - y'_{(\min)}) + y'_{(\min)} \quad (4)$$

где $y'_{(\max)}$ - максимальное значение выходного сигнала используемого при обучении;

$y'_{(\min)}$ - минимальное значение выходного сигнала используемого при обучении.

Архитектура искусственной нейронной сети влияет на качество ее обучения. В данной задаче общая сеть разделена на нейронную сеть расчета расхода топлива в движении на холостом ходу и на привод вспомогательного оборудования [3, 4].

Архитектура искусственной нейронной сети представлена на рис. 3.

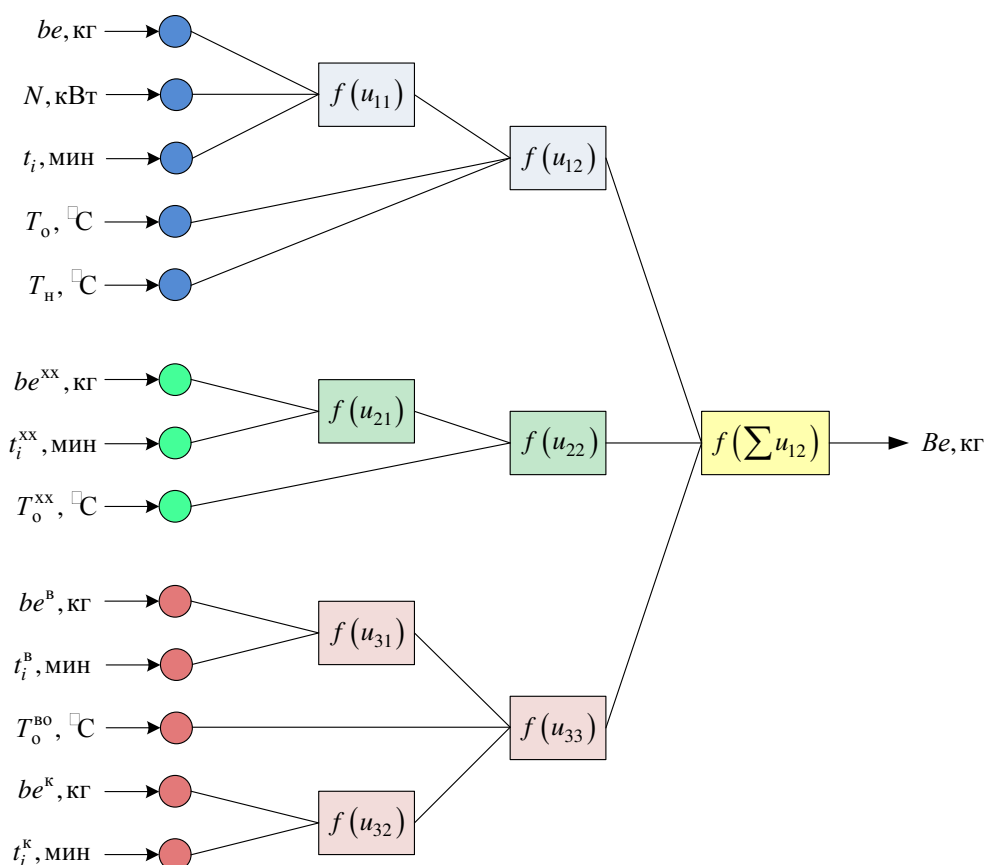


Рис. 3. Архитектура искусственной нейронной сети

Использование данной модели, с применением искусственной нейронной сети, позволит повысить качество оценки расхода топлива локомотивом в маневровом движении, а также возможность оценивать эффективность использования локомотивов.

Список литературы

1. Методы оценки технического состояния, эксплуатационной экономичности и экологической безопасности дизельных локомотивов: Монография / под ред. А. И. Володина. – М.: ООО «Желдориздат», 2007. – 264 с.
2. Корнеев, П. С. Исследование параметров эксплуатации маневровых тепловозов / П. С. Корнеев, С. М. Овчаренко // Вестник транспорта Поволжья. – 2010. – № 4 (24). – С. 36 – 40.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – 2-е изд., испр. – пер. с англ.: М. С. Хайкин 2006. – 1104 с.
4. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – Пер. с польского: И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – С. 344.

А. В. Жуков

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОГО ГАЗОХОДА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА ОСНОВЕ ДИЗЕЛЬ- ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ АД-200

В данной статье рассматривается методика расчета гидравлического сопротивления выпускного газохода дизель-электростанции АД-200. Изучается влияние различных факторов на величину сопротивления и способы его уменьшения.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, дизель-электростанция, выпускной газоход.

CALCULATION OF HYDRAULIC RESISTANCE OF THE EXHAUST FLUE LABORATORY STAND BASED ON DIESEL POWER PLANT AD-200

This article discusses methods of calculation of hydraulic resistance of the exhaust flue diesel power plant AD-200. Examines the influence of various factors on resistance value and ways to reduce it.

Keywords: hydraulic resistance, diesel-electric power plant, the exhaust duct.

Объектом изучения в данной статье является лабораторный стенд кафедры «Локомотивы» ОмГУПС, представляющий собой дизель-электростанцию АД-200.

Для определения величины гидравлического сопротивления выпускной системы дизель-электростанции были поставлены следующие задачи:

определить гидравлическое сопротивление имеющейся выпускной системы дизель-электростанции с учетом глушителя-фильтра каталитической очистки;

сравнить полученное значение гидравлического сопротивления с допустимым для данной дизель-электростанции;

внести конструктивные изменения в устройство выпускной системы с целью уменьшения ее гидравлического сопротивления;

рассчитать и сравнить с допустимым значением гидравлическое сопротивление новой конструкции выпускной системы дизель-электростанции.

Прежде всего следует рассмотреть конструкцию имеющейся выпускной системы дизель-электростанции АД-200 (рис. 1). Данная система является первым вариантом выпускного газохода для лабораторного стенда. Во время эксплуатации дизель-электростанции наблюдались негативные явления и процессы такие как дымность, повышенный шум и вибрация, неустойчивая работа на последней ступени нагрузочного сухого реостата. Все это указывает на повышенное гидравлическое сопротивление в системе отвода отработавших газов дизель-электростанции.



Рис. 1. Конструкция выпускного газохода дизель-электростанции

Позже было принято решение внести изменения в конструкцию выпускной системы, чтобы изменить сопротивление в меньшую сторону и полноценно использовать лабораторный стенд в учебных и научных целях кафедры. Второй вариант выпускной системы представлен на рис. 2.

После изменений, внесенных в конструкцию системы выброса отработавших газов, удалось исключить вибрацию и уменьшить шумность от работы дизеля, однако увеличилось количество отводов и протяженность трубопроводов, что привело к увеличению гидравлического сопротивления и, как следствие, дымности дизель-электростанции при больших ее нагрузках.

Все это привело к тому, что следующим шагом исследований стало определение гидравлического сопротивления выпускной системы с точки зрения научно-обоснованных методик расчета [1, 2] с целью выяснения от каких величин и параметров зависит гидравлическое сопротивление, и что нужно изменять в выпускной системе, чтобы его уменьшить.



Рис. 2. Конструкция второго варианта выпускного газохода
дизель-электростанции

Методика расчета гидравлического сопротивления для прямых участков трубопровода основывается на определении геометрических параметров газохода, а также расхода и скорости течения отработавших газов на данной участке (рис. 3).

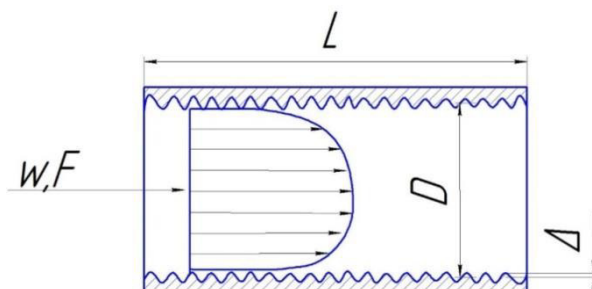


Рис. 3. Схема процесса течения газов по прямому участку газохода

Общее гидравлическое сопротивление системы складывается из суммы сопротивлений для прямых участков и отводов, кПа:

$$H_c = \zeta_t \rho w^2 + \zeta_k \rho w^2 n, \quad (1)$$

где ζ_t – коэффициент гидравлического сопротивления для прямого участка;

ζ_k – коэффициент гидравлического сопротивления для отводов круглого сечения;

w – скорость течения отработавших газов в канале, м/с;

ρ – плотность отработавших газов, зависящая от температуры газов [2, с. 324, прил. 6], кг/м³;

n – количество отводов в системе.

Коэффициент гидравлического сопротивления для прямых участков трубопровода:

$$\zeta_{\tau} = \lambda \frac{l}{D}, \quad (2)$$

где $\lambda = 0,017$ – коэффициент сопротивления трения [1, с. 87, диаграмма 2-2];

l – длина участка трубопровода, м;

D – диаметр трубопровода, м.

Процесс расчета гидравлического сопротивления для отводов круглого сечения (рис. 4) подобен расчету для прямых участков за исключением коэффициента гидравлического сопротивления, который учитывает различные факторы, влияющие на течение газов по отводам.

Коэффициент гидравлического сопротивления для отводов круглого сечения:

$$\zeta_{\kappa} = k_{\Delta} k_{Re} \zeta_{\text{м}} + 0,0175 \delta R_0 / D, \quad (3)$$

где $k_{\Delta} = 1 + \bar{\Delta} \cdot 10^3$ – коэффициент, учитывающий относительную шероховатость стенок отвода [1, с. 277, диаграмма 6-1];

$k_{Re} = 1,3 - 0,29 \cdot \ln(R_e \cdot 10^{-5})$ – коэффициент, зависящий от числа Рейнольдса и геометрических параметров отвода [1, с. 277, диаграмма 6-1];

$\zeta_{\text{м}} = A_1 B_1 C_1$ – коэффициент местного гидравлического сопротивления для отводов круглого сечения [1, с. 277, диаграмма 6-1];

$\delta = 90^\circ$ – величина угла отвода;

$R_0 = 0,13$ – радиус отвода, м.

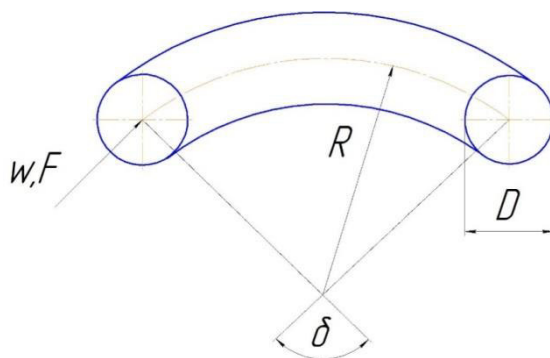


Рис. 4. Конструкция отвода круглого сечения.

Число Рейнольдса определится по выражению:

$$R_e = \frac{wD}{\nu}, \quad (4)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости отработавших газов, зависящий

от температуры газов [2, с. 324, прил. 6], $\text{м}^2/\text{с}$.

Суммарное гидравлическое сопротивление выпускной системы с учетом сопротивления глушителя-фильтра каталитической очистки, кПа:

$$H_{\Sigma} = H_{\text{с}} + H_{\text{ф}}, \quad (5)$$

где $H_{\text{ф}} = 4,7$ – паспортная величина гидравлического сопротивления глушителя-фильтра каталитической очистки, кПа.

По результатам расчета было получено значение суммарного гидравлического сопротивления выпускной системы (см. рис. 2) равное 13,2 кПа, что больше допустимого значения для данной дизель-электростанции, составляющего 10 кПа.

Анализируя выражение для расчета общего гидравлического сопротивления системы (1) становится очевидно, что оно зависит от коэффициента гидравлического сопротивления для прямых участков трубопровода, величина которого прямо пропорциональна длине газохода. Из этого можно сделать вывод, что для уменьшения гидравлического сопротивления выпускной системы необходимо сократить протяженность трубопроводов.

В рамках проекта адаптации дизель-генераторной установки АД-200 для нужд кафедры «Локомотивы» была разработана схема модернизации выпускной системы, представленная на рис. 5.

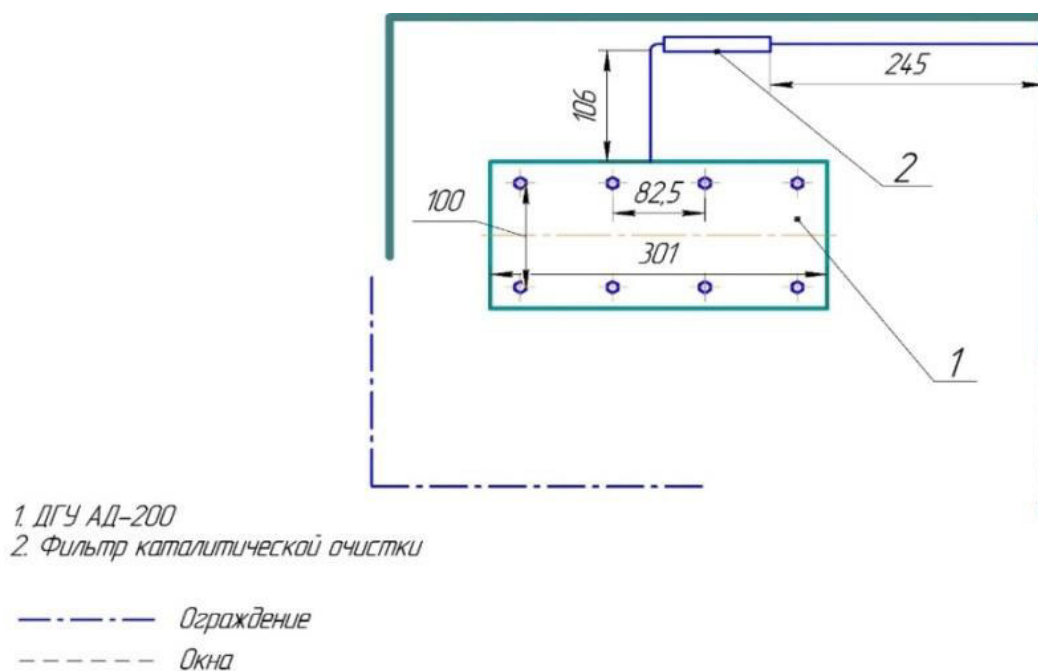


Рис. 5. Схема модернизации выпускной системы.

При этом потребовалось изменить местоположение дизель-электростанции на 90° и она стала располагаться ближе к оконному проему. Итоги процесса модернизации наглядно отображает рис. 6.



Рис. 6. Устройство выпускной системы дизель-электростанции после модернизации.

Согласно поставленным задачам исследования величины гидравлического сопротивления выпускной системы, был выполнен расчет после ее модернизации. Величина суммарного сопротивления для новой системы удаления отработавших газов составил 9,7 кПа, что меньше допустимого значения для данной дизель-электростанции. Внесенные изменения в конструкцию выпускного тракта позволят избавиться от негативных явлений и процессов, наблюдавшихся ранее при эксплуатации лабораторного стенда и полноценно его использовать в учебных и научных целях кафедры «Локомотивы».

Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Локомотивы» А. С. Анисимов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / И. Е. Идельчик; под ред. М. О. Штейнберга. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
2. Михеев, М. А. Основы теплопередачи [Текст] / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.

Г. В. Кравченко, А. Ю. Шувалова
Омский государственный технический университет, г. Омск

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

В данной статье рассмотрено изменение основных характеристик сталей марок Ст3сп, Ст5сп и У8 при воздействии высоких температур. Проанализированы основные теплофизические свойства стали, в результате анализа построены графики зависимостей. На основе проведенного исследования представлены возможные способы повышения огнестойкости стали.

Ключевые слова: сталь, огнестойкость, теплофизические свойства.

ANALYSIS OF THE EVALUATION OF STEEL PROPERTIES USED FOR CONSTRUCTION AT HIGH TEMPERATURES UNDER FIRE CONDITIONS

In this article analyzed changing characteristics of steel (grades St3sp, St5sp, U8) exposed to high temperatures. Some of the main thermophysical properties are reviewed and by this analysis graphs are constructed. On the basis of the analysis, the conclusion and methods for providing fire resistance are made.

Keywords: steel, fire resistance, thermophysical properties.

Целью данного исследования является определение реакции стали различных марок в случае пожара, а также исследование распределения температуры и определение их характеристик.

Сталь – сплав железа с углеродом и примесями, в котором процентное содержание железа не должно быть менее 45%, а диапазон содержания углерода варьируется от 0,1% до 2,14%. По содержанию углерода стали классифицируются на низкоуглеродистые (0,25%), среднеуглеродистые (0,3 – 0,55%) и высокоуглеродистые (0,6 – 2%) [1].

В соответствии с [2] стали для применения в строительстве должны быть

пожаро- и взрывобезопасны, нетоксичны.

Огнестойкость – способность строительных конструкций и материалов сохранять свои рабочие функции и несущую способность под действием повышенных температур в условиях пожара. Степень нагрева стальных конструкций при воздействии высоких температур зависит от размера их элементов и величины поверхности их обогрева. При увеличении объема металла и уменьшении поверхности его обогрева интенсивность роста температуры конструкции снижается [3].

Для того чтобы определить огнестойкость стальных конструкций необходимо знать их характеристики при высоких температурах. Рассмотрим следующие теплофизические свойства стали: теплопроводность, удельная теплоемкость, плотность, температуропроводность.

В данном исследовании были взяты стали с разным процентным содержанием углерода – Ст3сп (малоуглеродистая), Ст5сп (среднеуглеродистая), У8 (высокоуглеродистая). Стали марки Ст3сп и Ст5сп имеют широкое применение в строительстве, в частности, в сварных несущих конструкциях, которые будут востребованы в условиях повышенных температур. Главное достоинство этих сталей является отсутствие ограничений при сварке металлических конструкций, а именно то, что сварка проводится без первоначального разогревания металла. Сталь марки У8 применяют для изготовления различного рода инструментов, которые работают в условиях, когда не происходит нагревания рабочей кромки (например, отверток, плоских пружин, фрез, топоров, пил дисковых и продольных и т.д.) [4].

В соответствии с [5] в табл. 1 приведена массовая доля содержащихся в стали элементов.

Таблица 1

Химический состав стали

Марка стали	Массовая доля элементов, %						
	Углерод	Марганец	Кремний	Никель, медь, хром	Мышьяк	Сера	Фосфор
Ст3сп	0,14-0,22	0,40-0,65	0,15-0,30	до 0,3	до 0,08	до 0,05	до 0,04
Ст5сп	0,28-0,37	0,50-0,80	0,15-0,30	до 0,3	до 0,08	до 0,05	до 0,04
У8	0,75-0,84	0,17-0,33	0,17-0,33	до 0,25	-	до 0,028	до 0,03

1. Теплопроводность λ . Коэффициент теплопроводности стали выше по сравнению с другими материалами, которые используются в строительстве. Например, при температуре 20°C его значение составляет 52 Вт/(м*К), в то время как значение для бетона при той же температуре 1,28-1,51 Вт/(м*К) [1].

На рис. 1 показано влияние температуры на теплопроводность стали для трех различных марок стали с разным содержанием углерода. При увеличении процентного содержания углерода, теплопроводность очень быстро снижается.

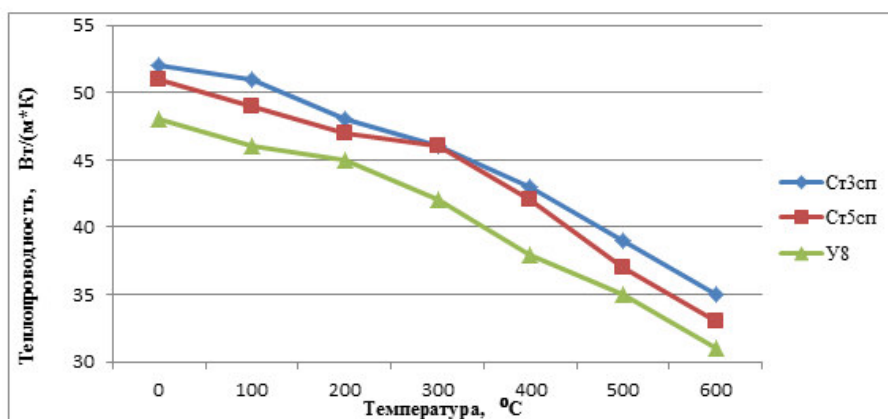


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности стали от температуры

2. Удельная теплоемкость c . При повышении температуры также увеличивается и удельная теплоемкость, что показано на рис. 2. При изучении кривых можно отметить, что значения удельной теплоемкости слабо зависят от содержания углерода в стали.

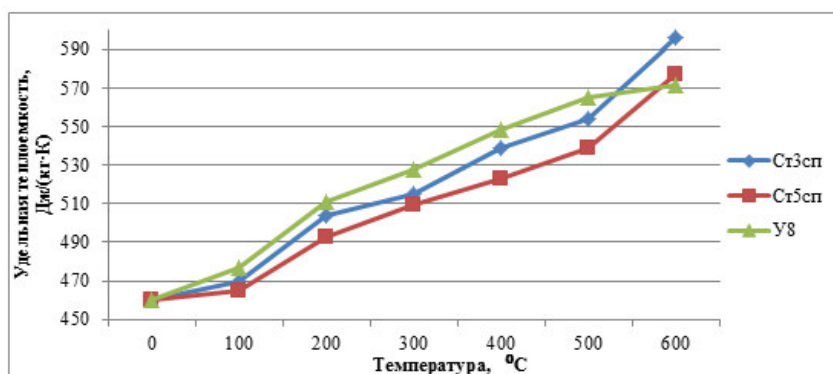


Рис. 2. Зависимость удельной теплоемкости стали от температуры

3. Плотность ρ . Т.к. плотность стали при изменении ее температуры меняется слабо, то это изменение не учитывается в исчислении. При нагревании сталь увеличивается в объеме, и ее плотность становится меньше. Средняя плотность конструкционной стали при комнатной температуре

составляет величину 7700-7900 кг/м³. Рассмотрим изменение плотностей трех сталей при воздействии на них повышенной температуры в условиях пожара, приведенных на рис. 3.

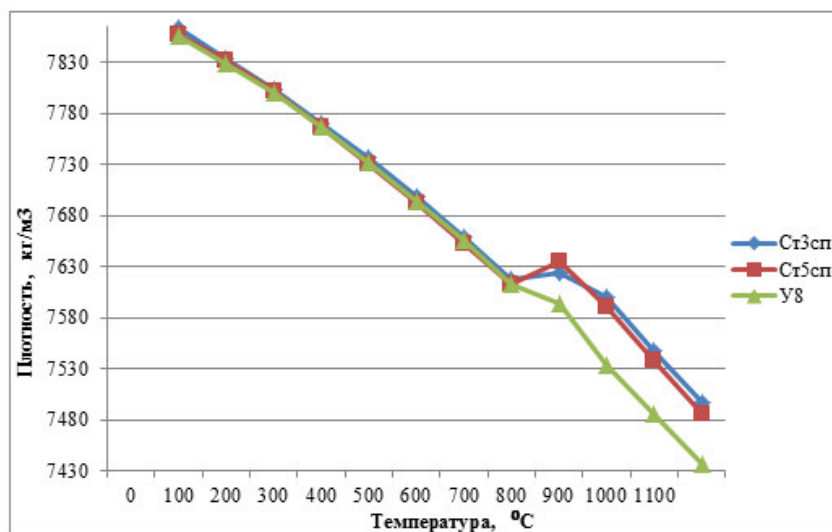


Рис. 3. Изменение плотностей сталей под воздействием температуры

4. Температуропроводность α . На рис. 4 представлено изменение коэффициента температуропроводности, который уменьшается с увеличением температуры.

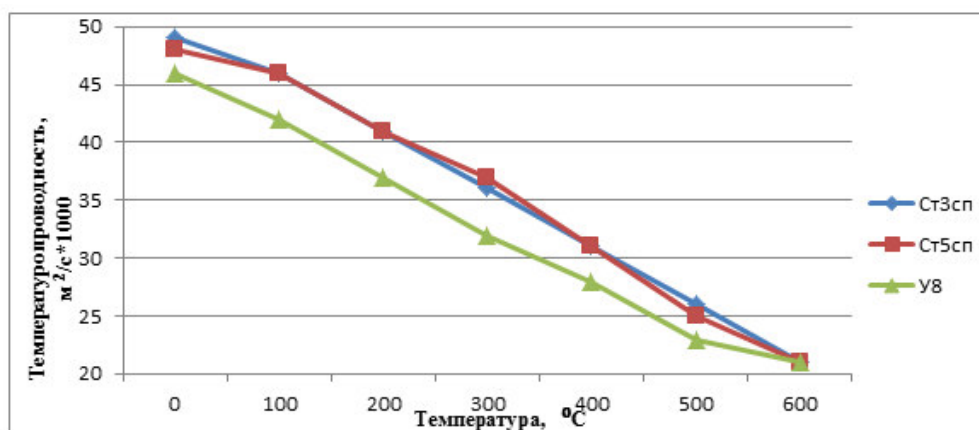


Рис. 4. Зависимость коэффициента температуропроводности стали от температуры

Коэффициент температуропроводности стали существенно выше, по сравнению с другими строительными материалами (например, коэффициента температуропроводности стали почти в 10 раз выше, чем у бетона). Это является одной из причин различного поведения стальных и бетонных конструкций в условиях пожара.

Способы повышения огнестойкости стали

Сталь имеет высокую теплопроводность, поэтому повышение огнестойкости заключается в конструировании на поверхности стальных конструкций экранов, которые являются теплоизолирующими и выдерживают воздействие повышенных температур и огня в условиях пожара. Теплоизолирующие экраны замедляют нагревание стали и позволяют сохранить ей свои функции в течение определенного времени, а именно до того как наступит критическая температура, после которой несущая способность теряется.

Так же для повышения предела огнестойкости применяют огнезащитные краски вспучивающегося типа. При нагреве стальной конструкции они разлагаются вокруг неё с поглощением тепла, после чего происходит выделение паров и газов, которые препятствуют попаданию кислорода и блокируют перенос тепла к поверхности строительного материала, замедляющих процессы горения [3].

Список литературы

1. Казанцев, Е. И. Промышленные печи [Текст] / Е. И. Казанцев – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
2. ГОСТ 27772-2015. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2015-08-27. – М.: Изд-во стандартов, сор. 2015. – 6 с.
3. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст] / В. Н. Демехин [и др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 656 с.
4. ГОСТ 380–2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества [Текст]. – Введ. 2008-07-01. – М.: Изд-во стандартов, сор. 2008. – 15с.
5. ГОСТ 1435-99. Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2001-09-01. – М.: Изд-во стандартов, сор. 2015. – 11с.

Д. О. Силуянов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В данной статье рассмотрена методика моделирования величины расхода электрической энергии. Были рассмотрены различные математические методы, такие как регрессионные модели и метод опорных векторов (SVM – Support Vectors Machines).

Ключевые слова: математическое моделирование, линейная регрессия, нелинейная регрессия, машинное обучение, опорные векторы.

SIMULATION OF THE PROCESS OF ELECTRIC CONSUMPTION OF A RAILWAY SITE

In this paper, we consider a methodology for modeling the amount of electric energy consumption. Various mathematical methods, such as regression models and the method of support vectors (SVM – Support Vectors Machines) were considered.

Key words: mathematical modeling, linear regression, nonlinear regression, machine learning, support vectors.

Целью данной работы является составление математической модели электропотребления объекта железнодорожной инфраструктуры, в частности – сервисного локомотивного депо. Учитывая влияющие факторы (погодные и производственные) такая математическая модель призвана максимально точно спрогнозировать величину расхода электрической энергии на предприятии. Теоретически, обладание таким аналитическим инструментом поможет снизить величину упущенной выгоды, так как зная точную величину энергии, которая будет потреблена в будущем, можно будет выделить на ее покупку более точную сумму денежных средств, а сэкономленные направить на текущие нужды.

Для составления математической модели электропотребления были выбраны данные расхода электроэнергии и данные погодных факторов, такие как

температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, облачность, количество осадков, толщина снежного покрова, долгота светового дня и объем работы в приведенных единицах. Все вышеперечисленные данные приняты в своих среднемесячных значениях. Объем выборки данных составил 36 значений.

Выборка была случайным образом разделена в пропорции 80% (29 значений) на 20% (7 значений), где выборка, содержащая 80% данных была обучающей, а содержащая 20% данных – тестовой, при помощи которой исследовалась точность готовой модели.

Первым исследованным методом моделирования были линейные регрессионные модели.

Математическая модель на основе линейной регрессии была составлена с помощью инструментов «Multiple Regression» программного обеспечения Statistica. Использовалась процедура шаговой регрессии. Были построены две модели по двум различным методам – методу включения и методу исключения. Рассмотрим случайную величину, характеризующую некоторое явление. Обозначим в целом эту величину y , а последовательность отдельных ее значений $y_1, y_2, \dots, y_n$. Допустим, y зависит от целого ряда явлений, характеризующихся признаками $x_1, x_2, \dots, x_m$. Каждый из этих признаков описывается своим рядом значений. Естественно, что для анализа значимости y от $x_1, x_2, \dots, x_m$ регистрация значений признаков должна производиться одновременно. Итак, y – зависимая, а $x_1, x_2, \dots, x_m$ – независимые переменные. Тогда y можно рассчитать по выражению[3]:

$$y_i = \alpha_1 x_{i1} + \alpha_2 x_{i2} + \dots + \alpha_m x_{im} + \varepsilon_i, i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

В уравнении (4), которое называется уравнением регрессии, i означает номер наблюдения; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ – параметры, которые необходимо оценить; ε_i – случайное отклонение. Наличие случайного отклонения в уравнении приводит к тому, что эта зависимость будет носить стохастический характер.

Таким образом, в уравнении (1) y – это величина расхода электрической энергии, x_i – значения влияющих факторов, а α_i – коэффициенты, выражающие значимость этих факторов для модели.

Качество полученных регрессионных моделей оценивается с помощью MAPE (Mean absolute percentage error) – средней абсолютной ошибки и RMSE (Root mean square error) – среднеквадратической. Выражения для определения ошибок MAPE и RMSE приводятся ниже[2].

$$MAPE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|W_i - W_{modi}|}{W_i} \cdot 100 ; \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (W_i - W_{modi})^2} , \quad (3)$$

где n – объем выборки;

W_i – фактическое значение расхода электроэнергии;

W_{modi} – смоделированное значение расхода электроэнергии.

Параметры качества регрессионных моделей, составленных по методу включения и исключения, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели качества моделей на основе линейной регрессии

	Метод включения	Метод исключения
Обучающая выборка		
MAPE, %	10,35	11,81
RMSE, тыс кВт·ч	28,89	35,69
Тестовая выборка		
MAPE, %	13,22	11,48
RMSE, тыс кВт·ч	27,73	28,08

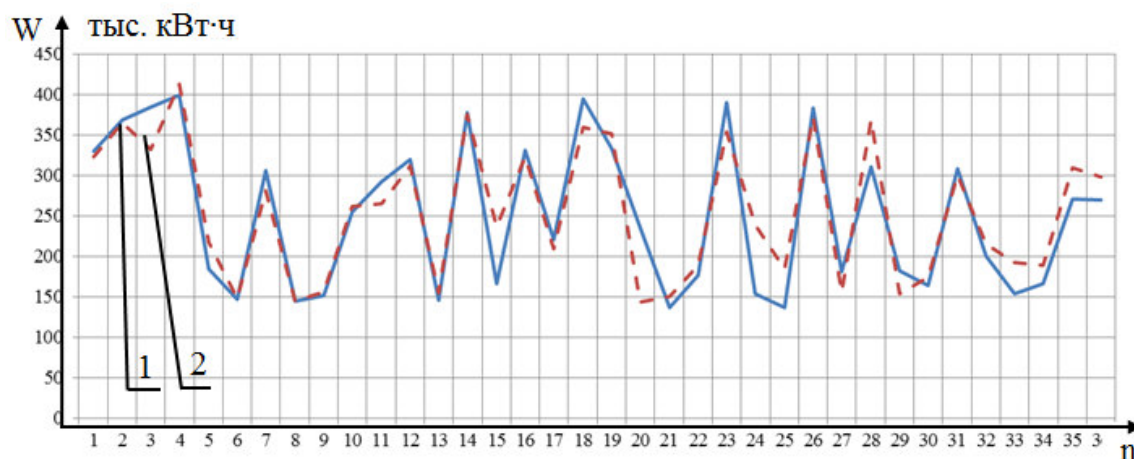


Рис. 1. Фактический расход электроэнергии и смоделированный линейной регрессионной моделью с алгоритмом исключения:

1 – фактический расход, 2 – смоделированный

Следующим рассмотренным методом математического моделирования стала нелинейная регрессия. Для придания регрессионной модели нелинейного

характера к параметрам модели, рассмотренной выше, добавляются новые, представляющие собой результат нелинейной функции, аргументом которой являются изначальные параметры. Были составлены две модели со следующими нелинейными функциями, введенными в качестве новых параметров модели:

$$Y = X^2; \quad (4)$$

$$Y = \frac{1}{X+1}, \quad (5)$$

где X – значение исходного параметра;

В остальном же математическая модель составлялась по тому же принципу, что и рассмотренная ранее модель на основе линейной регрессии.

Лучший результат показала модель на основе нелинейности вида $Y=X^2$.

Таблица 2

Показатели качества моделей на основе нелинейной регрессии (нелинейность вида $Y=X^2$)

	Метод включения	Метод исключения
Обучающая выборка		
MAPE, %	10	13,41
RMSE, тыс кВт·ч	26,68	36,39
Тестовая выборка		
MAPE, %	7,47	16,66
RMSE, тыс кВт·ч	16,73	41,85

Как можно наблюдать, математические модели, построенные на основе алгоритма нелинейной регрессии, показывают большую точность моделирования, чем модели, построенные на основе линейной регрессии. Это связано с тем, что некоторые влияющие факторы (как правило, климатические), которые были использованы при построении моделей, находятся с величиной расхода электрической энергии именно в нелинейной зависимости[1].

Последний рассмотренный метод основан на теории машинного обучения и представляет собой метод опорных векторов (SVM – Support Vectors Machines). SVM – активно использующийся и постоянно развивающийся метод в области машинного обучения. SVM объединяет в себе различные идеи, такие как теория машинного обучения, оптимальная разделяющая гиперплоскость максимальной ширины, а также метод ядерных функций. Все это делает SVM

чрезвычайно мощным методом по сравнению с традиционными методами математического моделирования.

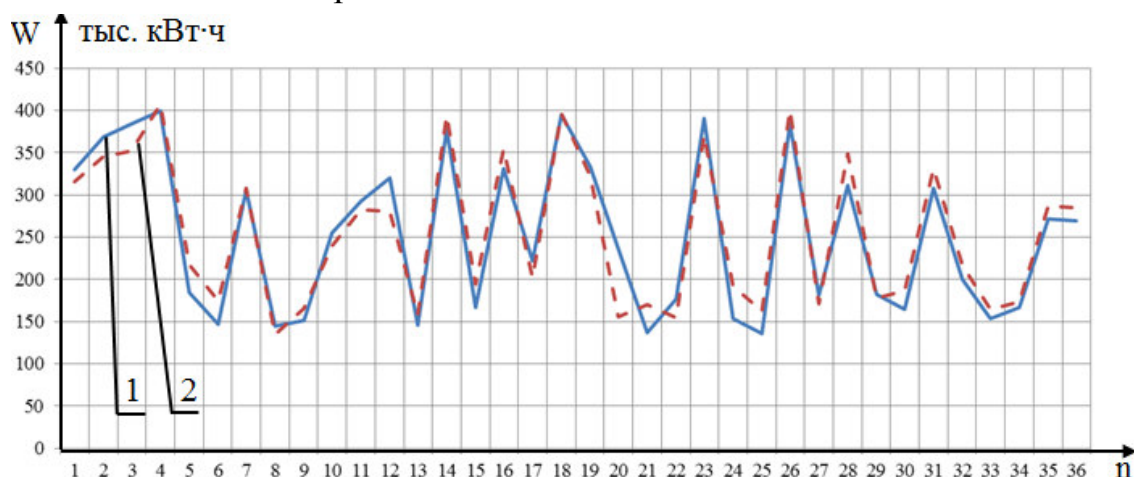


Рис. 2. Фактический расход электроэнергии и смоделированный нелинейной регрессионной моделью (нелинейность вида $Y=X^2$) с алгоритмом включения:

1 – фактический расход, 2 – смоделированный

Модель на основе этого метода может быть построена на основе различных математических алгоритмов, называемых функциями ядра[4]. В этом исследовании были проверены четыре основные функции.

Таблица 3

Показатели качества моделей на основе SVM

	Линейная функция ядра	Полиномиальная функция ядра	Функция RBF	Сигмоидная функция ядра
MAPE, %	10,38	22,99	9,13	11,29
RMSE, тыс. кВт·ч	30,23	57,01	26,06	34,11

Если сравнить качество данной модели с качеством моделей на основе регрессии, рассмотренных в пунктах 2 и 3, то наблюдается более высокое качество модели (ниже значения MAPE и RMSE) у модели на основе нелинейной регрессии (тип нелинейности $Y=X^2$). Сравнение двух лучших моделей на основе регрессии и на основе метода SVM представлено в табл. 4.

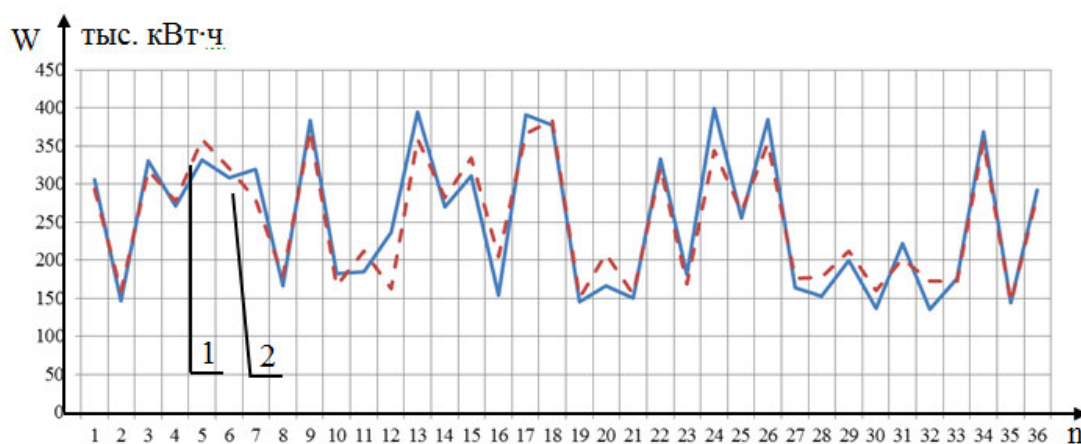


Рис. 3. Фактический расход электроэнергии и смоделированный на основе SVM с функцией ядра RBF: 1 – фактический расход, 2 – смоделированный

Таблица 4

Показатели качества модели на основе нелинейной регрессии
(тип нелинейности $Y=X^2$) и модели на основе SVM
(функция ядра RBF, регрессия типа 1)

	Линейная регрессия	Нелинейная регрессия (тип нелинейности $Y=X^2$)	Метод SVM (функция ядра RBF, регрессия типа 1)
MAPE, %	11,48	7,47	9,13
RMSE, тыс. кВт·ч	28,08	16,73	26,06

Таким образом, была получена математическая модель на основе нелинейной регрессии, которая с учетом ряда влияющих факторов моделирует величину потребляемой электрической энергии на сервисном локомотивном депо с точностью 7,47%.

Научный руководитель – доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Ю. В. Кондратьев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: избранные главы высшей математики для инженеров и студентов втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Изд-во Наука, 1973. – 364 с.
2. Яновский, Л. П. Введение в эконометрику / Л. П. Яновский, А. Г. Буховец. – 3-е изд., стереотипное. – М. 2013. – 256 с.

3. Демиденко, Е. З. Линейная и нелинейная регрессии / Е. З. Демиденко. – М. 1981. – 302 с.

4. Саутин, А. С. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка и исследование методов построения регрессионных моделей на основе алгоритма метода опорных векторов и его модификаций» / А. С. Саутин / Новосибирский гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2010. – 177 с.

УДК 629.92

Я. М. Будагаев

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж

О НЕКОТОРЫХ ФАКТОРАХ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ЛЕДЯНОЙ КОРКИ

В настоящее время продолжает оставаться актуальной проблема удаления снежных наносов и гололёдных явлений с поверхности автомобильных и железных дорог, а также взлётно-посадочных полос аэропортов. В статье рассматриваются существующие способы удаления льда, рассмотрена модель перспективного устройства для разрушения ледяной корки, а также факторы, оказывающие влияние на эффективность работы данного устройства.

Ключевые слова: поверхность дорог, ледяная корка, удаление, устройство, эффективность.

ABOUT SOME FACTORS OF EFFICIENCY OF WORK OF THE DEVICE FOR DESTRUCTION OF ICE CRUST

At present, the problem of removal of snow deposits and glacial phenomena from the surface of roads and railways, as well as airport runways, remains urgent. The article deals with the existing ways of removing ice, the model of the perspective device for the destruction of the ice crust is considered, as well as factors that affect the efficiency of this device.

Keywords: road surface, ice crust, removal, device, efficiency.

Осенне-зимний период является наиболее сложным и ответственным

периодом эксплуатации автомобильных и железных дорог, а также взлётно-посадочных полос аэропортов. В этот период наиболее остро встаёт проблема повышения безопасности движения автомобильного и железнодорожного транспорта [4, 6], а также авиации, успешной работе которых в данный период препятствует снег и лёд на поверхности дорог (железнодорожных рельс) и взлётно-посадочных полос.

Для обеспечения требуемого эксплуатационного состояния искусственных покрытий автомобильных и железных дорог, а также аэродромов в осенне-зимний период проводятся следующие основные виды работ: очистка покрытий от снега, удаление с покрытий гололёдных явлений, принятие мер по предупреждению гололёда [1].

В целом, гололедица – это слой бугристого льда (ледяной корки) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды. Особенностью гололедицы является то, что она прочно впаивается в дорожное покрытие. Борьба с гололедицей ведётся разными способами, начиная с ручного использования скребков, лопат и других инструментов, и заканчивая использованием сложной техники.

В общем случае для борьбы с гололёдными явлениями и предупреждения их образования применяются методы химического, физико-термического и механического воздействия на покрытие [5]. Наиболее эффективным методом, обеспечивающим обработку покрытия с минимальным его повреждением, что особенно важно в частности для взлётно-посадочных полос аэродромов, является химический метод, реализуемый путём распределения на поверхности твёрдых или жидких противогололёдных реагентов (рис. 1, а, б). При всей эффективности данного метода, его недостатком являются ограничения по соблюдению экологического воздействия на окружающую среду.



Рис. 1. Существующие устройства для борьбы с гололёдными явлениями

Одним из наиболее действенных физико-термических способов борьбы с гололёдными явлениями является применение реактивного двигателя самолета, установленного на автомобильной платформе (рис. 1, в). Особенностью этого устройства является то, что лёд растапливается горячим пламенем реактивного двигателя и сдувается потоком горячих газов. Однако неоспоримым недостатком является большой расход топлива и невозможность применения в узкоограниченных пространствах, а также несоблюдение при этом требований по экологии и противопожарной безопасности [7].

Для очистки автомобильных дорог и взлётно-посадочных полос механическим методом применяется система машин [2], включающая в себя плужные снегоочистители, фрезерно-роторный снегоочиститель, шнекороторный снегоочиститель, лаповый (скребковый) снегопогрузчик, шнековый (фрезерный) снегопогрузчик. Основным недостатком таких машин является то, что применять их целесообразно лишь при больших количествах снега, при этом с ледовой коркой данные машины справляются недостаточно эффективно, что отрицательно сказывается на коэффициенте сцепления колёс с дорогой [3].

Одним из возможных способов уменьшения гололедицы является применение устройств, разрушающих ледяную корку механическим способом. К такого рода изделиям, для установки которых могут быть использованы различные транспортные средства, относится устройство, предложенное в работе [8]. Данное устройство, моделирование которого было произведено нами в среде Компас-3D (рис. 2), решает задачу повышения безопасности движения транспортных средств вследствие увеличения коэффициента сцепления колёс транспортного средства с опорной поверхностью.

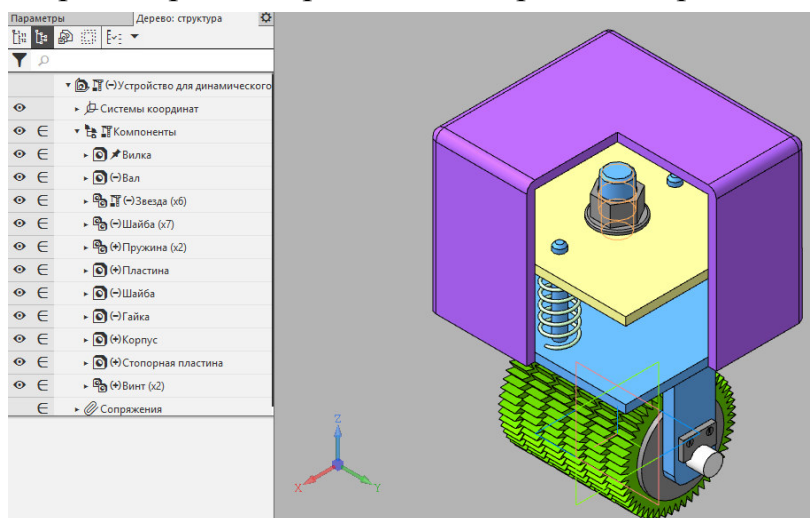


Рис. 2. Моделирование устройства для разрушения ледяной корки

Указанное повышение осуществляется благодаря очистке опорной поверхности от снега плугом, снабжённым отвалом (на модели не представлен), и ото льда звёздочками, постоянно прижимаемыми к опорной поверхности пружиной с регулируемым усилием прижатия в зависимости от наличия на поверхности льда.

Целью моделирования данного устройства являлось выявление «слабых» мест устройства, возможности его модернизации, а также подготовки данного устройства к расчётам на прочность с перспективой его дальнейшего экспериментального исследования в реальных условиях эксплуатации.

По результатам моделирования было установлено, что на эффективность работы устройства для разрушения ледяной корки оказывают влияние как внешние, так и внутренние факторы (рис. 3).



Рис. 3. Факторы влияния на эффективность работы устройства для разрушения ледяной корки

К внешним факторам можно отнести, во-первых, возмущающие воздействия на звёздочки. Указанное возмущающее воздействие в рассматриваемой конструкции является статическим (постоянным, с возможностью регулирования его по мере необходимости), хотя при модернизации данного устройства такое воздействие может быть и динамическим (реагирующим, например, на изменение дорожной обстановки). Во-вторых, к внешним факторам можно отнести параметры окружающей среды. Это температура на поверхности автомобильных дорог и взлётно-посадочных полос, влажность, атмосферное давление, скорость ветра и т.д. Немалую роль играют и параметры дорог и полос в плане и в профиле.

К внутренним факторам можно отнести, во-первых, конструктивные параметры как самого устройства для разрушения ледяной корки, так и базового транспортного средства, на котором данное устройство будет установлено. Так, принципиальная конструкция, рассмотренная выше, оставляет возможность для «манёвра» потенциальным производителям данного устройства (например, возможна установка более или менее жёстких пружин, применение или исключение из применения направляющих движение штока втулок, использование пластикового или металлического защитного кожуха, или исключение его вообще из производимой конструкции, изменение количества и ширины рабочих звёздочек и т.д.). На эффективность работы устройства для разрушения ледяной корки могут оказать влияние место и способ его крепления к базовому транспортному средству, а также количество установленных устройств.

Во-вторых, к внутренним факторам, оказывающим влияние на эффективность работы устройства для разрушения ледяной корки, можно отнести целый ряд ограничений. В частности, это механические свойства поверхности автомобильных дорог и взлётно-посадочных полос, характеризующиеся, например, максимальной величиной напряжений σ_a , возникающих в данных поверхностях при воздействии на них рабочих звёздочек. При этом в соответствии с законами сопротивления материалов условием прочности является «не превышение» данных напряжений некоторых максимальных величин для рассматриваемых поверхностей (т.е. $\sigma_a \leq [\sigma_a]$). На эффективность работы устройства оказывают влияние и механические свойства льда, в немалой степени формируемые вышерассмотренным внешним фактором «Окружающая среда» и также характеризующиеся максимальной величиной напряжений $\sigma_{\text{л}}$, возникающих при воздействии на лёд рабочих звёздочек. При этом необходимо учесть, что в соответствии с условием прочности величина данных напряжений должна превысить некоторые максимальные величины для рассматриваемой поверхности (т.е. $\sigma_{\text{л}} > [\sigma_{\text{л}}]$). На эффективность работы устройства может оказывать влияние также скорость перемещения базового транспортного средства и ряд других факторов.

В целом, полученные нами результаты моделирования выявили целесообразность внесения в рассмотренную конструкцию ряда усовершенствований, которые позволят с большей (на наш взгляд) эффективностью производить очистку покрытий автомобильных и железных

дорог, а также аэродромов от снега и гололёдных явлений. Установленные при этом факторы, оказывающие влияние на эффективность работы устройства для разрушения ледяной корки, позволят с большей точностью осуществить его проектный и проверочный расчёты.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая и прикладная механика» А. А. Платонов, РГУПС.

Список литературы

1. Бабченко, Н. В. Повышение качества распределения жидкого реагента на взлетно-посадочной полосе с учетом погодных условий [Текст] / Н. В. Бабченко, Н. К. Тагиева // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2015. – № 4 (43). – С. 113 – 118.
2. Бурдин, А. А. Разработка прицепа для уборки снега [Текст] / А. А. Бурдин, Т. Р. Габдуллин // Техника и технология транспорта. – 2017. – № 4 (5). – С. 3.
3. Кубланов, М. С. Математическое моделирование неоднородного состояния взлетно-посадочных полос при решении задач обеспечения безопасной эксплуатации тяжелых транспортных самолетов [Текст] / М. С. Кубланов, Н. Б. Бехтина // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2010. – № 154. – С. 152 – 154.
4. Минаков, Д. Е. Вопросы обеспечения безопасности движения подвижного состава в зимний период [Текст] / Д. Е. Минаков, А. А. Платонов, М. А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-1 (8-1). – С. 291 – 296.
5. Платонов, А. А. Особенности обеспечения безопасности движения в Европейском Союзе [Текст] / А. А. Платонов // Воронежский научно-технический Вестник. – 2013. – № 4 (6). – С. 50 – 57.
6. Платонов, А. А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава [Текст] / А. А. Платонов, М. А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. – 2014. – № 2 (8). – С. 80 – 86.
7. Сулейманов, Р. Я. Очистка гололеда с дорожных поверхностей и взлетно-посадочных полос [Текст] / Р. Я. Сулейманов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 1 (33). – С. 42 – 49.

8. Пат. 2556898 Российская Федерация. Устройство для очистки рельсовых путей / Юдин Р. В., Платонов А. А., Платонова М.А. – 26.02.2014.

УДК 629.4.015

Р. Д. Актаев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

В статье рассмотрены основные фильтры выделения границ на изображении. В качестве объектов исследования выступают перекрестный оператор Робертса, оператор Приюитта, оператор Собеля и детектор границ Кэнни. Также, были приведены примеры сравнения этих методов.

Ключевые слова: выделение границ, Собел, Робертс, Приюитт, Кэнни, фильтр Гаусса, свертка.

COMPARATIVE ANALYSIS OF EDGE DETECTION ALGORITHMS

In this article, reviewed the basic edge detection algorithms. The object of study includes Roberts cross operator, Prewitt and Sobel operators and Canny edge detector. The examples of method-comparisons were also raised.

Keywords: edge detection, Sobel, Roberts, Prewitt, Canny, Gaussian filter, convolution.

Выделение контуров – это важная часть систем компьютерного зрения, поскольку данная операция позволяет упростить процесс обработки изображений, сохранив при этом необходимые сведения о границах объектов на них.

Алгоритмы обнаружения границ основываются на одном из двух базовых свойств сигнала яркости, а именно на разрывности. Такой подход состоит в разбиении изображения на основании резких изменений сигнала, таких, как перепады яркости. Они выделяют контуры посредством вычисления «силы края».

Каждый из рассмотренных алгоритмов основывается на пространственной фильтрации при помощи алгоритма скользящей маски. Маска представляет собой квадратную матрицу, соответствующую некоторой группе пикселей

исходного изображения. Она передвигается от первого пикселя изображения к последнему по порядку. При вычислении применяется операция свертки.

Градиент – это вектор, своим направлением показывающий наибольшее возрастание некоторой величины. Компоненты этой функции – частные производные исходной. Модуль вектора градиента показывает максимальную скорость изменения функции f в точке (x, y) . Также для немаловажно знать направление градиента. Они находятся по следующим формулам:

$$|\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}; \quad (1)$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{G_y}{G_x}\right); \quad (2)$$

Операторы Робертса, Прюитта, Собеля и детектор Кенни основаны на вычислении градиентов.

Пусть матрица A представляет значения яркости в окрестности некоторой области (x, y) изображения.

$$A = \begin{bmatrix} f(x-1, y-1) & f(x, y-1) & f(x+1, y-1) \\ f(x-1, y) & f(x, y) & f(x+1, y) \\ f(x-1, y+1) & f(x, y+1) & f(x+1, y+1) \end{bmatrix}; \quad (3)$$

Наиболее простой из методов – *оператор Робертса*. Ниже приведены формулы для вычисления значений частных производных в точке (x, y) .

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} * A; \quad (4)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} * A; \quad (5)$$

Модуль вектора градиента вычисляется по формуле (4), направление вектора градиента определяется по формуле (5).

Оператор, использующий маски 2×2 неудобен, так как нет четко выраженного центрального элемента. Доктором Джудит Прюитт был разработан метод, использующий маски 3×3 . Он был назван *оператором Прюитт*. Частные производные находятся следующим образом:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * A; \quad (6)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} * A; \quad (7)$$

Модуль и направление градиента рассчитываются стандартным образом.

Оператор Собеля модифицирует фильтр Прюитта, задавая весовые коэффициенты средним точкам.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * A; \quad (8)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} * A; \quad (9)$$

Самым популярным методом выделения границ является детектор Кэнни. Оператор включает в себя несколько шагов: избавление от шума; расчет градиентов на изображении; подавление немаксимумов; связывание границ в контуры.

На первом этапе избавление от шумов осуществляется при помощи первой производной Гауссианы. Пиксели, где распределение отлично от нуля используются для построения матрицы свертки. Наиболее оптимальным вариантом является маска 5×5 с $\sigma=1,4$:

$$B = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix} * A \quad (10)$$

Далее находятся частные производные с помощью оператора Прюитта или Собеля и вычисляются значения градиента и углы направления вектора. Угол округляется до $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ или 135° .

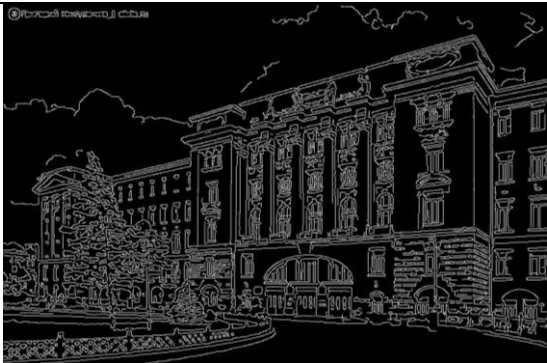
Следующий этап – подавление немаксимумов за счет установления в ноль всех значений градиента, кроме локальных максимумов. Например, при $\alpha = 45^\circ$ точка является максимумом, если больше значений в правом нижнем и левом верхнем углах. В более точных реализациях используется интерполяция.

Заключительный этап – двойная пороговая фильтрация. Здесь вводится два пороговых значения: нижняя граница α и верхняя β . После того, как контур инициализируется в пикселе p с градиентом, большим, чем β , рассматривается каждый соседний пиксель q . Если значение градиента точки выше порогового α , а угол между $\overrightarrow{pq}$ и градиентом ∇p приближенны к 90° , то q добавляется к контуру.

Теперь можно перейти к сравнению различных алгоритмов. В табл. 1 приведены результаты обработки фотографии различными методами.

Таблица 1

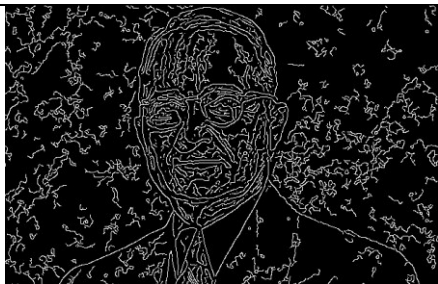
Выделение контуров на изображении различными методами

Исходное изображение	Перекрестный оператор Робертса
	
Оператор Прюитт	Оператор Собеля
	
	

Оператор Робертса распознал основные контуры здания, однако многие детали упущены. Операторы Прюитта и Собеля показали большую эффективность за счет вычисления центральных разностей. Но лучше всего изображение обработал метод Кэнни.

Одна из областей применения детекторов контуров – распознавание лиц. В таблице 2 приведены результаты обработки различными операторами изображения человека.

Распознавание контуров лица различными методами

Исходное изображение	Перекрестный оператор Робертса
	
Оператор Прюитта	Оператор Собеля
	
Оператор Кэнни	
	

Оператор Робертса малоэффективен в решении этой задачи, поскольку черты лица еле различимы. Также неэффективен алгоритм Кэнни, поскольку было выделено множество лишних контуров, мешающих распознаванию лица. Операторы Прюитта и Собеля показали наилучший результат.

В результате экспериментов был сделан вывод, что среди рассматриваемых алгоритмов нет наиболее универсального. Эффективность определяется условием решаемой задачи. Оператор Робертса является наиболее быстродействующим, а оператор Кэнни наиболее точно и наглядно выделяет контуры. Однако, они могут мешать, как в случае с распознаванием лиц. В таких ситуациях лучше применять методы Собеля или Робертса.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» Е. А. Альтман, ОмГУПС.

Список литературы

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Canny, J. A Computational Approach to Edge Detection / IEEE, 1987. – Vol. PAMI-8.
3. Анисимов, Б. В. Распознавание и цифровая обработка изображений / Б. В Анисимов. – М: Высш. школа, 2005. – 295 с.

УДК 904.62

М. А. Сорокина

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ДРЕВНИЕ МЕХАНИЗМЫ

Данная работа представляет собой описание древних механизмов, их конструкцию и способы использования. А так же влияние древних механизмов на развитие цивилизации и создание современных механизмов.

Ключевые слова: Описание древних механизмов, развитие.

ANCIENT MECHANISMS

This work is a description of ancient mechanisms, their design and methods of use. And also the influence of ancient mechanisms on the development of civilization and the creation of modern mechanisms.

Key words: Description of ancient mechanisms, development.

С древних времен для облегчения своего труда человек начинает использовать различные механизмы. Изобретенные еще в давние времена механизмы и сейчас присутствуют в нашей жизни.

В середине III века до н. э. Архимед (287 – 212 гг. до н. э.) развивает техническую мысль в своих трудах. Им была разработана теория блоков, полиспастов и винтов для поднимания тяжелых предметов, объяснены вопросы, связанные с распределением нагрузок между опорами, уточнены методы определения центра тяжести тел.

На основе этих теорий и научно-технических разработок было сделано много изобретений, которые имели большое практическое значение. Стоит рассмотреть одно из значимых событий – изобретение полиспаста дало огромный толчок развитию цивилизаций. Система блоков помогла построить огромные сооружения, многие из которых сохранились по сей день. Классический полиспаст представляет собой механизм, который состоит из двух основных элементов: шкив; гибкая связь. Принцип работы полиспаста подобен рычагу: усилие, которое необходимо приложить, становится меньше в несколько раз, при этом работа выполняется в том же объеме. Роль рычага играет трос. В работе полиспаста важен выигрыш в силе, поэтому возникающий проигрыш в расстоянии не принимается во внимание.

Схема приведена на рис. 1.

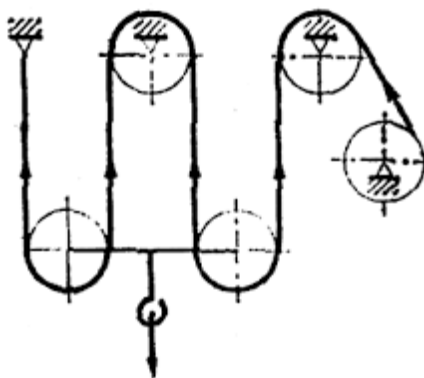


Рис. 1. Схема полиспаста

А также стоит рассмотреть Архимедов винт, устройство состоит из наклонённой под углом к горизонту полой трубы с винтом внутри. Винт можно представить, как наклонную плоскость, навёрнутую на цилиндр. Винт вращается обычно с помощью ветряного колеса, либо вручную. В то время, как поворачивается нижний конец трубы, он собирает некоторый объём воды. Это количество воды будет скользить вверх по спиральной трубе во время вращения вала, пока наконец вода не выльется из вершины трубы, снабжая ирригационную систему.

Издавна архимедов винт применялся для подъёма воды в оросительные каналы, для осушения земли. Архимедовы винты использовались в установках по обработке сточных вод, они успешно справляются с разными мощностями потока и с суспензиями.

Схема приведена на рис. 2.

В автомобильной технике архимедовы винты могут применяться вместо колес. Машина оборудована двумя или более соосными с направлением движения роторами – винтами Архимеда. При вращении они отталкиваются от кашеобразной или жидкой субстанции, по которой движется вездеход, и продвигают его вперед.

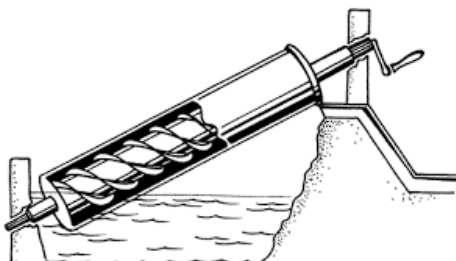


Рис. 2. Принцип работы архимедова винта

Основные недостатки – это полная неспособность шнекохода передвигаться по едва твердой поверхности (как только шнек «чувствует» землю, машину начинает сносить в сторону и трясти, а от качения шнеки разрушаются, теряя присущие им свойства архимедова винта). Крайне низкая скорость движения при высоких энергетических затратах.

Стоит так же рассмотреть изобретение Архимеда, Подъемный кран («Лапа Архимеда») Так называемая «Лапа Архимеда» представляла собой уникальную подъемную машину – прообраз современного крана. Это был огромный рычаг, выступающий за городскую стену и оснащённый противовесом. Полибий писал, что если римский корабль пытался пристать к берегу возле Сиракуз, эта машина, управляемая специально обученным человеком, захватывала нос корабля и переворачивала его. Но его использовали не только в военное время, так же его модификация получила широкое распространение и в мирное время. С древнейших времен наши предки испытывали острую нужду в постройках: это и защитные сооружения, и религиозные, и просто бытовые. Достаточно скоро подобные постройки начали сильно увеличиваться в размерах, площадей не хватало, и, естественно, люди начали «строить вверх». В связи с активным развитием строительства можно назвать всю историю подъемного оборудования историей «вертикального и горизонтального перемещения грузов».

Так был изобретен триспастос – наклонный А-образный кран, состоящий из лебедки, блока и трех шкивов, который эволюционировал в пентоспастос

(5 шкивов). Наконец, был изобретен полиспастос, включавший в себя три блока по 5 шкив. Этот ход инженерной мысли позволил достигнуть грузоподъёмности в 3 тонны при обслуживающей команде в 4 человека.

Большого внимания заслуживает изобретение Герона Эолипил, представлявший собой первую паровую турбину – шар, вращаемый силой струй водяного пара. Удивительным является то, что Героном, по сути, была установлена принципиальная возможность использования энергии пара с целью её преобразования в механическую энергию, однако дальше ничего не последовало. Игрушка, поражала воображение, но никого не подвигла на практическое использование.

Одно из немалозначимых изобретений был Русский токарный станок. Основа станка мощная станина состояла из двух массивных стоек. Между этими стойками проходили два поперечных бруса, образуя стол станка. Между поперечными брусками был промежуточный паз, в котором закреплялась передняя стойка шпинделя и задняя бабка, они закреплялись на столе шиповым хвостом с клиновым запором. Проходя через подшипник передней стойки, шпиндель упирался коническим концом в упорный подшипник станины. В задней бабке на уровне шпинделя имелось квадратное отверстие, в которое вставляли брус заднего центра. Конец бруса имел острие, которым закреплялся обрабатываемый предмет. Трансмиссией шпинделя была лучковая передача. Приводная веревка шла от пружинящего потолочного приспособления к ножной педали. Резец поддерживала специальная стойка или брус, лежащий на передней и задней бабке.

И в итоге мы можем точно проследить связь древних механизмов с современными. И с уверенностью сказать, что без механизмов прошлого не было бы настоящего.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теория механизмов и детали машин» Т. В. Вельгодская, ОмГУПС.

Список литературы

1. Суэнвик, М. Древние механизмы [Текст] / М. Суэнвик; под ред. О. Н. Скаржинец. – М.: Механизмы, 2012. – 912 с.
2. Макаров, В. Механизмы [Текст] / В. Макаров; под ред. О. Н. Скаржинец. – М.: Механизмы, 2012. – 100 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://gameguidesbook.ru>.

И. А. Рябов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

РЕДКИЕ ПОДШИПНИКИ И ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ

Статья посвящена описанию видов и конструктивных особенностей подшипников скольжения, их преимуществ и недостатков перед другими видами подшипников, а также областей применения в настоящее время.

Ключевые слова: подшипники скольжения, гидравлические подшипники, гидростатические подшипники, пневматические подшипники, магнитные подшипники.

RARE BEARINGS AND BEARING UNITS

The article is devoted to the description of the types and design features of sliding bearings, their advantages and disadvantages over other types of bearings, as well as application areas at present.

Key words: sliding bearings, hydraulic bearings, hydrostatic bearings, pneumatic bearings, magnetic bearings.

Подшипник предназначен для фиксации вала в пространстве, обеспечивает его свободное вращение, качение, либо линейное смещение при минимальных потерях энергии на трение, а также восприятия и передачи механических нагрузок на другие элементы конструкции.

В рамках курса «Детали машин» мы рассматриваем только традиционные, часто используемые подшипники скольжения и качения, но подшипники скольжения имеют и другие виды, о которых пойдет речь в статье.

1. Гидравлические и пневматические подшипники – это подшипники, в которых нагрузку от вала воспринимает тонкий слой жидкости и воздух соответственно.

Гидравлические и пневматические подшипники часто используются при высоких нагрузках, высоких скоростях и при необходимости обеспечить точную посадку вала, когда обычные шарикоподшипники создают слишком большую вибрацию, слишком большой шум или не удовлетворяют условиям компактности оборудования или условиям долговечности. Они всё чаще и чаще используются вследствие снижающейся стоимости. Например, компьютерные жёсткие диски, у

которых вал электродвигателя посажен на гидравлические подшипники, работают тише, и они дешевле, чем те же диски, содержащие шарикоподшипники.

Эти подшипники в общем случае могут быть разделены на два типа: гидро- или гидродинамические и гидростатические.

В гидростатическом подшипнике высокое давление жидкости поддерживается внешним насосом. Жидкостью в них служит обычно масло или вода. Поскольку такие подшипники для своей работы требуют нагнетания жидкости от внешнего насоса, то энергия, подводимая к насосу, для системы в целом является потерянной энергией. Однако, в отсутствие насоса эта энергия расходовалась бы на преодоление сил трения.

В промышленности гидростатический подшипник применяется для снижения трения в опорах тяжелого механического оборудования, а также в подпятниках вертикальных турбогенераторов. В последнем случае удобен ступенчатый упорный подшипник. Осевая нагрузка воспринимается масляным слоем благодаря подаче масла под высоким давлением в небольшую выемку в торце вала. Масло растекается радиально и вытекает наружу по краям.

Гидростатические подшипники обладают следующими преимуществами по сравнению с гидродинамическими:

- отсутствие полужидкостной смазки на режимах пуска и выбега;
- значительно большая толщина масляного слоя и, следовательно, меньший коэффициент трения;
- меньшие затраты мощности на трение (с учетом мощности привода насоса).

Их недостатки: чувствительность к колебаниям режима, необходимость дополнительной насосной установки, тщательной фильтрации масла и сепарирования воздушных пузырьков, сложная система питания и сбора масла.

2. Гидродинамические подшипники. В отличие от гидростатического, гидродинамический подшипник имеет несколько иной принцип работы. Если в первом случае рабочее давление жидкости производится посредством специального насоса, то в последнем варианте самосмазывание выполняется при вращении рабочего вала. Следует заметить, что сам по себе эффект самосмазывания происходит только при достижении определенных скоростей вращения вала, которые указываются в паспорте изделия.

Главными достоинствами гидродинамического подшипника являются надежность и простота конструкции.

К недостаткам изделий можно отнести их высокую чувствительность к неточностям, возникающим при изготовлении валов. Кроме этого, они обладают значительной потерей энергии.

Гидродинамические подшипники нашли применение в компьютерных устройствах. С их помощью работает жесткий диск, а также вентиляторы охлаждения системного блока. Помимо этого, их используют в ядерных реакторах, они приводят в действие элементы металлообрабатывающих станков.

3. Магнитные подшипники, как и остальные механизмы подшипниковой группы, служит опорой для вращающегося вала. Но в отличие от распространенных подшипников качения и подшипников скольжения соединение с валом является механически бесконтактным, то есть используется принцип левитации.

Используя принцип левитации, вращающийся вал буквально парит в мощном магнитном поле. Контролировать движение вала и координировать работу магнитной установки позволяет сложная система датчиков, которая постоянно отслеживает состояние системы и подает необходимые управляющие сигналы, меняя силу притяжения с той или иной стороны.

Им управляет специальная электронная система, которая с помощью датчиков постоянно отслеживает положение ротора относительно катушек и при малейшем его смещении подает управляющий ток на соответствующую катушку. Это позволяет поддерживать ротор в одном и том же положении.

Разумеется, основным преимуществом является отсутствие механического взаимодействия между вращающимся ротором и статором (кольцом).

Из этого следует, что подобные подшипники очень долговечны, то есть обладают повышенной износоустойчивостью. Также конструкция механизма позволяет использовать его в агрессивных средах – повышенная/пониженная температура, агрессивная воздушная среда. Поэтому МП находят все большее применение в космической промышленности.

К сожалению, система обладает и большим количеством недостатков. К ним относятся:

- сложность управления активными подвесами. Необходима сложная, дорогостоящая электронная система управления подвесом. Ее использование может быть оправдано только в «дорогих» отраслях – космической и военной;

– необходимость использования страховочных подшипников. Резкое отключение электричества или выход из строя магнитной катушки может привести к катастрофическим последствиям для всей механической системы;

– нагрев обмотки катушек. Вследствие прохождения тока, создающего магнитное поле, обмотка катушек нагревается, что зачастую является неблагоприятным фактором. Поэтому необходимо использовать специальные охлаждающие установки, что еще больше увеличивает стоимость использования подвеса.

Возможность работы при любых температурах, в условиях вакуума и отсутствия смазки позволяет использовать подвесы в космической промышленности, в станках нефтеперерабатывающей промышленности. Также они нашли свое применение в газовых центрифугах для обогащения урана. Различные электростанции также используют магнитные подвесы в своих генерирующих установках.

Несмотря на все их достоинства, широкое применение этих подшипников затруднено ввиду их сложности и дороговизны. Научно технический прогресс способствует развитию машиностроения, и данные типы подшипников займут свою нишу.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теория механизмов и детали машин» Т. В. Вельгодская, ОмГУПС.

Список литературы

1. Абрамов, В. Н. Валы и подшипники: Учеб. пособие / В. Н. Абрамов, В. Н. Мещерин. – М.: МИСИ – МГСУ, 2013. – 48 с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichni-spravochnik-hitech-book>.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://hydrodynamic-fluid-dynamic-bearing>.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://themechanic.ru/podshipniki-skolzhenija>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org>.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://studfiles.net/preview/5882246>.

А. А. Дергун, Д. А. Щербакова

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПРИМЕНИМОСТИ ЗАКОНА ГУКА

Исследовали зависимость приложенной силы от величины деформации на изгиб. Экспериментальным путём была определена граница применимости закона Гука для стального образца. Марка стали – сталь 45. Полученные результаты могут быть использованы для определения реальных предельных нагрузжений узлов и деталей железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: упругая деформация, остаточная деформация, закон Гука, остаточный ресурс, механическое напряжение, железнодорожный транспорт.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE LIMITS OF APPLICABILITY OF HOOKE'S LAW

The dependence of the applied force on the strain on the bending was investigated. Experimentally the applicability limit of Hooke's law for a steel sample was determined. The steel grade is steel 45. The results obtained can be used to determine the actual ultimate loads of railway units and details.

Keywords: elastic deformation, residual deformation, Hooke's law, residual life, mechanical pressure, railway transport.

Одним из важнейших путей повышения эффективности работы железнодорожного транспорта является обеспечение транспортной безопасности, основанной на диагностике и контроле эксплуатационных параметров узлов и деталей грузовых вагонов, работающих, как правило, в пределах упругой деформации. Осуществление данной диагностики и контроля напрямую связано с определением остаточного ресурса исследуемых объектов. В этой связи, определение предельных нагрузжений, до достижения которых изделие ещё работает в упругой области деформаций, нам представляется достаточно актуальным.

Общая цель представленных лабораторных исследований, состояла в

совершенствовании физического способа определения остаточного ресурса узлов и деталей железнодорожного транспорта.

Для достижения данной цели, на данном этапе, были поставлены следующие задачи:

- получить экспериментальную зависимость стрелы прогиба стального образца от приложенной силы;
- получить экспериментальную зависимость остаточной деформации стального образца от приложенной силы;
- проанализировать полученные результаты.

Для того, чтобы провести эксперимент, в качестве исследуемых объектов на предприятии ВРК-1 Омск были изготовлены стальные образцы в форме прямоугольного параллелепипеда из различных сталей, используемой для изготовления автосцепок, рельсов и др. (рис. 1).

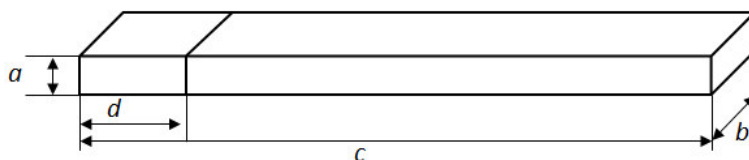


Рис. 1. Форма и маркировка образца

Испытуемый образец одним концом жёстко закреплялся в фиксирующем устройстве (область зажима, часть d), а к незакреплённому концу подвешивались грузы различной массы (рис. 2). Под воздействием веса груза F , свободный конец прогибался на величину Δ , называемой стрелой прогиба. Стрела прогиба измерялась микрометром с точностью $\pm 0,01$ мм.

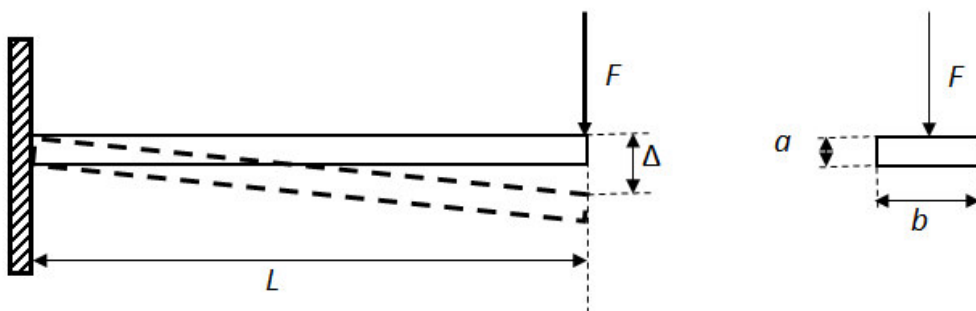


Рис. 2. Схема лабораторной установки

Лабораторная установка была изготовлена на кафедре «Физика и химия» ОмГУПС и показана на рис. 3.

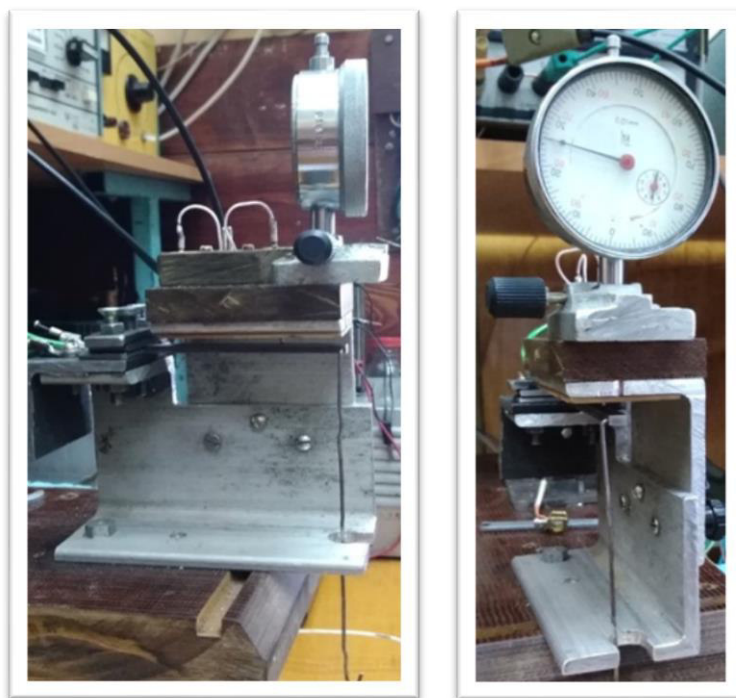


Рис. 3. Лабораторная установка

В качестве исследуемого образца, был выбран образец, изготовленный из стали 45. Спектральный анализ образца был проведён в лаборатории кафедры ТТМ и РПС ОмГУПС, результаты которого представлены в таблице 1.

Экспериментальные данные, позволяли дополнительно рассчитывать модуль Юнга и напряжение в сечении образца между областью зажима и деформируемым концом.

Таблица 1

Спектральный анализ стали 45

[illegible]

Напряжение (σ) и модуль Юнга (E) рассчитывались по следующим формулам:

$$E = \frac{4FL^3}{ba^3\Delta}; \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{FL6}{a^2b}, \quad (2)$$

где E – модуль Юнга;

σ – напряжение;

F – сила, приложенная к образцу;

Δ – стрела прогиба;

L, b, a – параметры образца.

Среднее значение модуля Юнга, исследуемой стали составило, примерно, 200 ГПа, что хорошо согласуется со справочными данными.

На основании полученных экспериментальных данных были построены следующие графики: зависимость стрелы прогиба от приложенной силы, вызывающей деформацию на изгиб (рис. 4) и зависимость остаточной деформации от приложенной силы (рис. 5). Остаточная деформация определялась по разности показаний микрометра с данным грузом и без него.

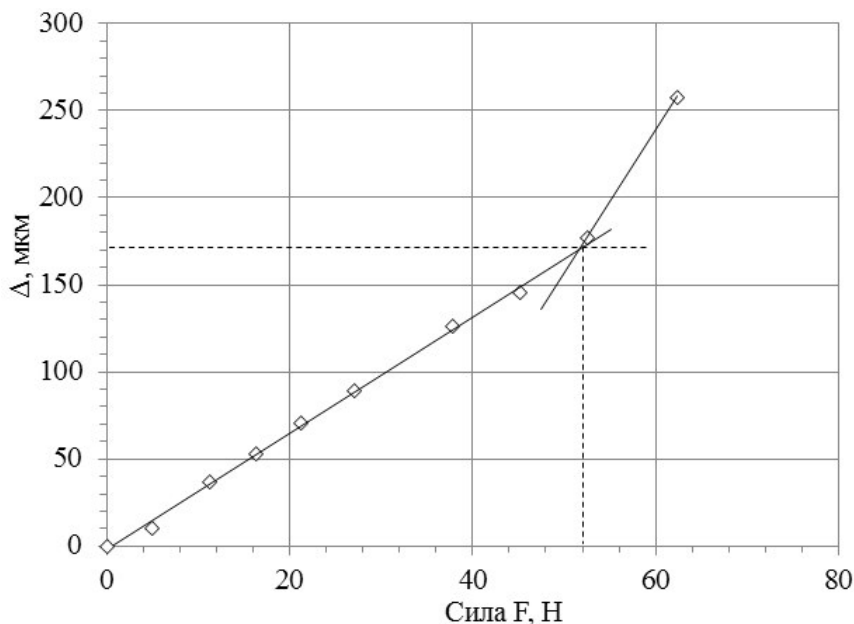


Рис. 4. График зависимости стрелы прогиба от силы

Как видно из рис. 4, прямая пропорциональности между стрелой прогиба и приложенной силой нарушается, начиная с силы равной приблизительно 52 Н. Этот факт свидетельствует о границе выполнимости закона Гука.

Экспериментальным подтверждением вышеизложенного являются

результаты, представленные на рис. 5. Из рис. 5 видно, что остаточная деформация начинает незначительно определяться уже при силе 35 Н. Заметное пластическое течение начинается с силы равной приблизительно 52 Н. Полученное граничное значение силы, позволило рассчитать по формуле (2) граничное значение напряжения в сечении изгиба, которое составило приблизительно 0,5 ГПа.

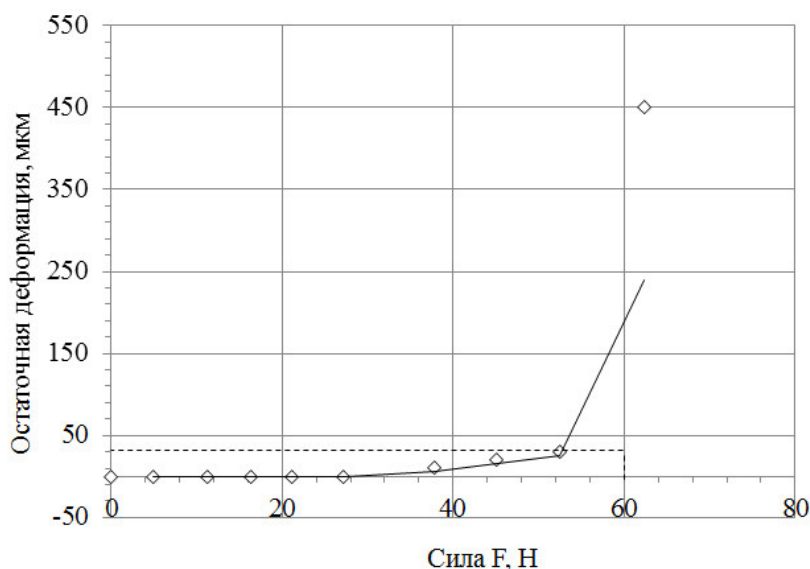


Рис. 5. График зависимости остаточной деформации от приложенной силы

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- определённое экспериментальным путём граничное напряжение, может быть использовано для расчёта реальных предельных нагрузений на узлы и детали при эксплуатации железнодорожного транспорта;
- используемый в данной работе способ определения границ применимости закона Гука, может быть применён для других образцов, изготовленных из соответствующих сталей;
- используемый в данной работе способ определения границ применимости закона Гука может быть применён для экспериментального исследования явления наклёпа и получения временных зависимостей.

Авторы выражают искреннюю благодарность за помощь при выполнении данной работы: доценту кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» ОмГУПС к. т. н. Климовичу А. В. и доценту кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ОмГУПС, к. т. н. Муравьеву Д. В.

Научные руководители: к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика и химия» Ю. М. Сосновский, ОмГУПС; старший преподаватель кафедры «Физика и химия» Е. М. Кондриков, ОмГУПС.

Список литературы

1. Петракова, А. Г. Повышение эксплуатационного ресурса цельнокатаных колес грузовых вагонов путем выбора рационального интервала их твердости: Автореф. дис. канд. техн. наук [Текст] / А. Г. Петракова. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2008. – 18 с.
2. Болотин, В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
3. Терентьев, В. Ф. Усталость металлов / В. Ф. Терентьев, С. А. Кораблева. – М.: Наука, 2015. – 484 с.
4. Матвиенко, Ю. Г. Модели и критерии механизма разрушения / Ю. Г. Матвиенко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 328 с.
5. Изменение физико-химических свойств стальных узлов и деталей железнодорожного транспорта как метод определения остаточного ресурса [Текст] / Ю. И. Матяш [и др.] // Омский научный вестник. – 2017. – №4 (154). – С. 9 – 13.
6. Матяш, Ю. И. Физико-химическая оценка преддефектного состояния стальных узлов и деталей при усталостном нагружении [Текст] / Ю. И. Матяш, Ю. М. Сосновский, А.В. Колтышкин // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 5 (45). – С. 31 – 35.
7. Матяш, Ю. И. Физико-химические основы оценки остаточного ресурса узлов и деталей грузовых вагонов железнодорожного транспорта [Текст] / Ю. И. Матяш, Ю. М. Сосновский, А. Г. Петракова // Известия Транссиба. – 2015. – №2 (22). – С.12 – 18.
8. Зуев, В. В. Кристаллоэнергетика как основа оценки свойств твердотельных материалов (включая магнезиальные цементы) [Текст] / В. В. Зуев, Л. Н. Поцелуева, Ю. Д. Гончаров. – СПб.:Изд-во завода «Альфапол», 2006. – 139 с.
9. Закирничная, М. М. Охрупчивание стали 20 в процессе длительной эксплуатации [Текст] / М. М. Закирничная [и др.] // Нефтегазовое дело, Машины и аппараты. – 2006. – Т. 4. – №1. – С. 207 – 214.

Д. А. Щербакова

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗОБЕТОНА

В работе изучены разновидности бетона, методы получения газобетона, его отличие от других видов бетона. Рассмотрено получение газоблоков на основе золы (древесной и угольной), песка в качестве наполнителя.

Ключевые слова: бетон, газобетон, пенобетон, получение газоблоков.

PRODUCTION OF AERATED CONCRETE

The paper studies the types of concrete, methods of producing aerated concrete, its difference from other types of concrete. As well as obtaining gas blocks on the basis of ash (wood and coal), sand as a filler.

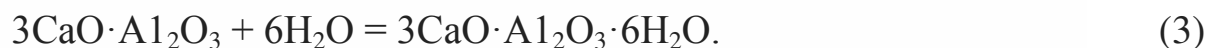
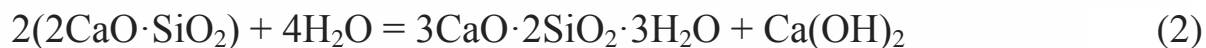
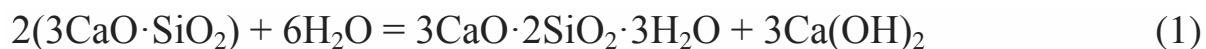
Key words: concrete, aerated concrete, foam concrete, production of aerated blocks.

В строительстве стремятся использовать материалы, которые соответствуют современным требованиям. Одним из таких материалов является бетон и его производные (газобетон и пенобетон).

Бетоны нового поколения представляет собой искусственные материалы, содержащие семь-восемь компонентов «цемент – каменная мука – очень тонкий песок – песок-заполнитель – щебень + суперпластификатор – микрокремнезем – вода». Получают их с помощью подбора смеси и последующего ее застывания.

Основное свойство таких бетонов – высокая прочность, т.е. хорошая сопротивляемость большим нагрузкам, морозоустойчивость [1].

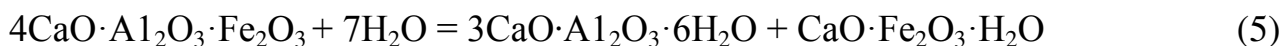
Основным компонентом бетонной смеси является цемент (CaO , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3), превращение которого в строительный материал обусловлено различными физико-химическими процессами. При взаимодействии силиката кальция с водой осуществляются следующие основные реакции (1-3,5):



Реакции протекают с различными скоростями: в частности, трехкальциевый силикат (1) принимает участие в процессе затвердевания бетона в течение всего времени, образуя нерастворимый гидросиликат кальция и гидроксид кальция (реакция экзотермическая). Двухкальциевый силикат начинает реагировать с водой (2) существенно позднее, образуя гидратные образования и способствуя схватыванию системы. С наибольшей скоростью протекает реакция (3), приводящая к образованию гидроалюмината кальция, что вызывает быстрое образование цементного камня. Для уменьшения времени схватывания компонентов смеси вводят специальные добавки, в том числе и гипс (4):



Взаимодействие четырёхкальциевого алюмоферрита с водой (5) практически не сказывается на прочности цементного камня:



Кристаллы гидросиликаты кальция выпадают сначала из раствора в виде геля, в который вкраплены кристаллики гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. С течением времени гель гидросиликатов кальция кристаллизуется, образуя некую пространственную структуру. Остальные компоненты, присутствующие в композите также влияют на формирование структуры цементного камня, и, следовательно, на его свойства.

Известно, что в настоящее время ведутся работы по использованию нанотехнологий в производстве строительных материалов, в том числе и нанобетона [2,3]. Введение в строительные смеси углеродных нанотрубок приводит к самоармированию цементного камня, что способствует повышению прочности бетона. В Кемерово из угля и отходов была разработана инновационная добавка (Kemerit), позволяющая существенным образом повысить прочность бетонных сооружений на 20 – 25%.

Таким образом, разработка составов и технологий получения современных строительных композиционных материалов, устойчивых к внешним воздействиям, экологически безопасных, надежных и недорогих в эксплуатации является важной и актуальной задачей.

Климатические условия Сибири и Дальнего Востока обуславливают необходимость разработки и внедрения в сферу бытового и промышленного строительства теплоизоляционных материалов с различными наполнителями. Данным требованиям отвечают легкие (ячеистые) бетоны (газобетон, пенобетон), относящиеся к высокопористым материалам. Пенобетон – вспененный камень,

который затвердевает при создании смеси из песка, цемента, пенообразователя и воды. Его изготавливают под большим давлением в специальных бункерах [4]. Газобетон – ячеистый бетон, по всему объему которого располагаются поры радиусом 0,5 – 1,5 мм. Технология изготовления существенно отличается от технологии изготовления пенобетона, в частности, в смесь из песка, воды и наполнителя добавляют алюминиевую пудру [5]. Реакция газообразования при получении газобетона может быть представлена в виде уравнения (6):



К основному недостатку получения газобетона неавтоклавным методом относят повышенную величину усадки газобетона, что объясняется невысокой степенью кристаллизации продуктов гидратации цемента, образованием большого количества гидроалюминатов кальция в результате реакций газообразования между металлическим алюминием и известью (1-3,6). Применяются различные способы устранения этого недостатка, например, используют волокнистые добавки, наполнители, уменьшают количество используемой воды.

Для решения проблемы утилизации отходов и изготовления экологически чистых строительных материалов используют наполнители (золы, шлаки, отходы древесного производства).

С целью получения качественных композитных материалов необходимо выяснить оптимальное соотношение компонентов, определяющих структуру и свойства таких бетонов. Можно предположить, что при введении в газобетон минеральных и органических добавок образуются сложные структуры, позволяющие улучшить теплоизоляционные, шумоизоляционные свойства, уменьшить расход материалов, облегчить стеновые конструкции сооружений.

В соответствии с указанной целью решались следующие задачи работы:

1. Изучение литературных данных, посвященных исследованию состава и свойств строительных материалов на основе бетона, процесса кристаллизации.
2. Изучение литературных данных о влиянии минеральных и органических добавок на процесс кристаллизации и свойства легких бетонов.
3. Изучение методов получения газобетона, получение образцов газобетона неавтоклавного твердения с различными наполнителями (каменноугольная зола, древесная зола), сравнение свойств образцов газобетона.

Практическая значимость нашей работы заключается в исследовании состава композитной смеси, изучения влияния добавок на свойства газобетона.

Исследование процесса твердения газобетонной смеси проводилось на образцах газобетона в присутствии добавок и без них. В качестве исходных материалов использовался цемент марки ПЦ 400 – Д20 (MgO не более 5%, SO₃ не более 6%, Na₂O, CaO, технологические добавки), песок ГОСТ 8736-2014 (ПС), зола каменноугольная (ЗК), зола древесная (ЗД), Al (мелкодисперсный порошок), жидкое мыло (ПАВ), растворы КОН (10%, 17%). При получении газобетона использовался метод активного перемешивания композитной смеси, с последовательным добавлением реагентов.

Методика приготовления смеси заключалась в следующем: в непрерывно перемешиваемую смесь цемента, песка и наполнителя заливают раствор алюминиевой суспензии (0,2% от массы), ПАВ (жидкое мыло, 1,5 – 2% от массы), активно перемешивают в течение нескольких минут. Бетонную смесь выливают в специально приготовленные формы, закрывают сверху плитками стекла для сокращения тепловых потерь. После 2 – 3 часов изделия извлекают из форм и сушат на воздухе до затвердения.

Для изучения свойств газобетона в зависимости от состава были приготовлены смеси с различным соотношением компонентов (табл.1).

Таблица 1

Состав компонентов бетонной смеси

№	Состав компонентов бетонной смеси							
	ПЦ	ПС	ЗК	ЗД	Al	NaOH	H ₂ O	ПАВ
1	1	2	-	-	0,2%	-	0,5	0,5%
2	1	1	-	1	0,2%	-	0,5	0,4%
3	1	1	1	-	0,2%	-	0,5	0,4%
4	1	2	-	-	0,2%	10%	0,5	0,5%
5	1	1	-	1	0,2%	10%	0,5	0,4%
6	1	1	1	-	0,2%	10%	0,5	0,4%
7	1	2	-	-	0,2%	17%	0,5	0,5%
8	1	1	-	1	0,2%	17%	0,5	0,4%
9	1	1	1	-	0,2%	17%	0,5	0,4%

В ходе выполнения экспериментов, мы наблюдали следующее (табл. 1):

1. Формирование образца осуществлялось в течение 40 минут, наблюдали увеличение объема газоблока в два раза. Изделие получилось пористым и прочным (рис. 1).

2. Наблюдали активное образование строительного теста, затем резкое уменьшение объема газоблока, в результате изделие не выдержало форму, оказалось хрупким, рассыпалось при механическом воздействии (рис. 2).

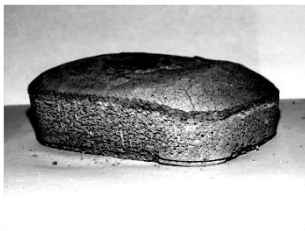


Рис.1. Газобетон без золы. Рис. 2. Газобетон с древесной золой

3. Рост газобетонного блока происходил наиболее интенсивно, уже через 20 минут он начал затвердевать. Изделие получилось равномерно пористым, достаточно прочным, смесь увеличилась в объеме в два раза (рис. 3).

4. Опыты (4-9) при использовании раствора щелочи, табл.1. показали, что изделия получились достаточно прочными, меньше увеличились в объеме по сравнению с опытами 1-3. Образец с каменноугольной золой получился равномерно пористым, но при использовании более концентрированной щелочи, мене прочным. Также как и в опытах 1-3, образцы с добавкой древесной золы получились не равномерно пористыми и хрупкими.



Рис. 1. Газобетон с каменноугольной золой Рис. 4. Сравнение образцов (1-3)

Обсуждение результатов и выводы.

1. В ходе работы мы рассмотрели состав и свойств композитов на основе бетона, процесс кристаллизации, влияние добавок на образование бетона.

2. Рассмотрели методы получения газобетона, получили образцы газобетона с древесной и каменноугольной золой в присутствии щелочи и без.

3. Выяснили, что газоблоки без золы имеют прочную структуру, хорошо увеличиваются в объеме, однако обладают большей массой, имеют значительное время затвердевания.

4. В случае с древесной золой наблюдали усадку образца, что объясняется недостаточной кристаллизацией продуктов гидратации цемента, образованием большого количества гидроалюминатов кальция, не дающих прочного каркаса в межпоровой перегородке газобетона. С каменноугольной золой образцы получаются более прочные, имеют равномерную структуру и объем.

5. При использовании раствора щелочи, образцы получаются менее прочными, это объясняется тем, что образуется алюминат натрия (7), который быстро переходит в мелкокристаллическое состояние. При кристаллизации алюминат натрия связывает воду и уже не связывает ее в составе газобетонной смеси при образовании пор:



Таким образом, состав и соотношение компонентов смеси, технология получения газобетона существенным образом влияет на свойства строительного материала и возможностью его использования.

**Научный руководитель – к.п.н., доцент кафедры «Физика и химия»
И. М. Зырянова, ОмГУПС.**

Список литературы

1. Калашников, В. И. Эволюция развития составов и изменение прочности бетонов. Бетоны настоящего и будущего / В. И. Калашников. – М.: Строительные материалы. – 2016. – Ч. 1. – № 1-2. – С. 96 – 103.
2. Пономарев, А. В. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии / А. В. Пономарев // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 6. – С. 25-33.
3. Фиговский, О. Л. Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах / О. Л. Фиговский, Д. А. Бейлин, А. Н. Пономарев // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2012. – Т. 4. – №3. – С. 6 – 21.
4. Применение ячеистых блоков в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://zip.org.ua/2012/09/reakcii-gazovydeleniya/>
5. Строительные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/111-gazobeton-ili-penobeton-v-chem-raznitsa>.

С. В. Скотельник, В. В. Воробьева

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

СУЛЬФАТНАЯ КОРРОЗИЯ КОЛЛЕКТОРОВ ГОРОДСКОЙ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ

В научно – исследовательской статье представлен расчет для прогнозирования появления коррозии в железобетонном трубопроводе. Одним из направлений защиты коллектора от разрушений является разработка различных тестов, позволяющих прогнозировать возможность появления сульфидной коррозии уже на стадии проектирования. В данной статье выявляются причины появления, методы борьбы, определяется концентрация сульфидов в местах отбора проб, оценивается средняя скорость сульфатной коррозии; рассчитывается показатель коррозионности.

Ключевые слова: коллектор, коррозия свода, биохимическое окисление, сульфат кальция, подпоры, перепадные устройства, анаэробный слой, десорбция газов, уравнение Помероу, индекс Помероу.

SULFATE CORROSION OF COLLECTORS OF THE CITY DRAINAGE NETWORK

The research paper presents a calculation for predicting the occurrence of corrosion in a reinforced concrete pipeline. One of the directions of reservoir protection from destruction is the development of various tests to predict the possibility of occurrence of sulfide corrosion at the design stage. In this article, the reasons for the appearance, methods of control are identified, the concentration of sulfides in the sampling points is determined, the average rate of sulfate corrosion is estimated; the corrosion index is calculated.

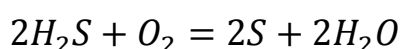
Keywords: collector, vault corrosion, biochemical oxidation, calcium sulphate, supports, delta devices, anaerobic layer, gas desorption, Pomerow equation, Pomerow index

Система канализации выполняет природоохранную функцию, защищая от загрязнения жидкими отходами и обеспечивая экологическую безопасность водопользования, но наряду с этим, является фактором техногенного экологического риска. Наиболее проблемным звеном при эксплуатации сооружений канализации являются бетонные и железобетонные трубопроводы.

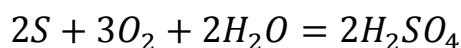
Поскольку данные материалы применяются в качестве конструкционных для крупномасштабных сооружений водоотведения, то отказы и аварии наносят не только значительный экономический ущерб, но и приводят к нарушениям в работе предприятий городского хозяйства, загрязнению биосферы с угрозой безопасности жизнедеятельности населения [1].

К основным типам разрушений относят истирание лотка и коррозию свода тоннеля. Причем, коррозия свода, по наблюдениям служб эксплуатации, в последнее время явно превосходит другие причины аварий.

Основной причиной коррозии является сероводород H_2S . Он растворяется в воде, конденсируется на сводах трубопроводов, не омываемых сточными водами, и проникает в поры бетона. При этом происходит химическая реакция:



Сера, образовавшаяся в процессе биохимического окисления, окисляется в серную кислоту по реакции:



Воздействие на бетон серной кислоты вызывает образование сульфата кальция (гипса). Значительное расширение, вызываемое этим соединением, приводит к растрескиванию и разрушению бетонных конструкций водоотводящих сетей.

На концентрацию сероводорода в газовой среде коллектора влияет температура сточных вод, ее состав, время транспортирования и гидравлические параметры потока [5].

В случае наличия в сточных водах растворенного кислорода, он проникает внутрь биопленки и потребляется бактериями из ее аэробного слоя, препятствуя развитию следующего слоя, где происходит образование сероводорода. При отсутствии достаточного количества кислорода в сточных водах ($O_2 < 0,1$ мг/л) процесс образования происходит более интенсивно. Наибольшие разрушения наблюдаются на границе колебания уровня жидкости в коллекторе. Это объясняется механическим вымыванием продуктов коррозии. Схема приведена на рис. 1.

Таким образом, можно утверждать, что в канализационном коллекторе создаются идеальные условия для образования газовой коррозии. В связи с тем, что вентиляция в коллекторе почти отсутствует, наблюдаются подпоры со стороны насосной станции и как следствие выпадение осадка.

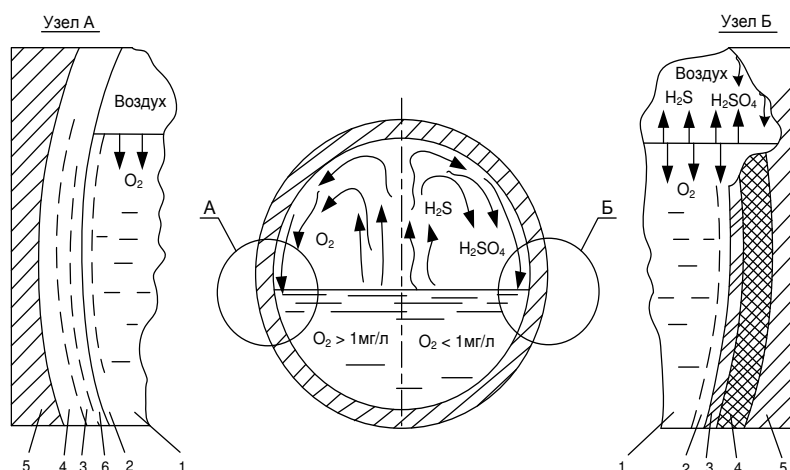


Рис. 1. Схема образования сероводорода в сточных водах в зависимости от содержания растворенного кислорода:

- 1 – сточные воды; 2 – ламинарный слой; 3 – анаэробный активный слой;
4 – анаэробный инертный слой; 5 – тело трубы; 6 – аэробный слой

Особое место в процессах газовой коррозии занимают перепадные устройства. С точки зрения десорбции газов, они являются одним из главных источников газовой выделения. При применении таких конструкций необходима хорошо организованная локальная вентиляция как в отдельно стоящей шахте, так и непосредственно на коллекторе. Это снижает риск разрушения коллектора от газовой коррозии и повышает ремонтпригодность сооружения в целом [4].

Механизм разрушения бетонной поверхности от воздействия газов описывается следующим образом. Существует три вида коррозии: коррозия первого вида обусловлена растворением свободного гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, выделяемого цементом при гидратации; коррозия второго вида вызывается образованием легкорастворимых солей при воздействии кислот или кислых газов на гидроксид цементного камня; коррозия третьего вида характеризуется образованием в порах цементного камня соединений, занимающих больший объем, чем исходные продукты реакции.

В канализационных коллекторах присутствуют все три вида коррозии, но наиболее распространенной является коррозия второго и третьего вида.[3]

Основными направлениями борьбы с газовой выделением и газовой коррозией являются:

1. Сведение к минимуму условий, способствующих возникновению сероводорода в сточных водах и выделению его в подсводное пространство коллектора;

2.Создание условий в подсводном пространстве коллектора, исключающих образование на его стенках серной кислоты;

3.Разработка новых строительных материалов и защитных покрытий, стойких к действию малоконцентрированной серной кислоты.

Для анализа интенсивности сульфатной коррозии пробы отбирались из колодцев, характеристика которых приведена в таблице 1. Проводился анализ на содержание сульфидов по методике, изложенной в таблице 2.

Таблица 1

Характеристика колодцев, выбранных для исследования

№ Колодца	Начало эксплуатации	Диаметр, мм	Глубина заложения, м	Расход, л/с	Концентрация сульфидов, мг/м ³	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1971г.	1000	4,20	197,22	120	0,051	3,13	0,134
2	1971г.	1000	4,74	108,27	83	0,03	2,17	0,115
3	1971г.	600	4,73	55	104	0,04	2,09	0,149

Среднюю скорость коррозии y , мм/год, ориентировочно можно рассчитать по уравнению Помероу

$$y = 1,5 \cdot k \cdot \left(\frac{1}{A}\right) \cdot X_s \quad (1)$$

где k – корректирующий коэффициент, зависящий от климатических условий: для умеренного климата может быть принят равным 0,8;

A – щелочность бетона, выраженная как эквивалент CaCO_3 (для бетонных труб с кварцевым наполнителем в среднем составляет 16%);

X_s – степень превращения сульфидов в газовой фазе в серную кислоту на поверхности стенок трубопровода, определяемая по выражению:

$$X_s = 0,7 \cdot (J \cdot V)^{\frac{3}{8}} \cdot i \cdot S \cdot \frac{b}{U} \quad (2)$$

где J – уклон трубопровода;

V – средняя скорость течения сточных вод, м/с;

i – коэффициент, зависящий от pH и показывающий, какая часть сероводорода переходит в растворимые сульфиды, при $\text{pH}=7,2$ $i = 0,39$;

S – общая концентрация растворимых сульфидов, мг/л;

$\frac{b}{U}$ – отношение ширины водного зеркала к смоченному периметру трубопровода.

Прогнозировать возникновение коррозии можно по индексу Помероу:

$$Z = \frac{3 \cdot (\text{БПК}_5) \cdot 1,07^{T-20} \cdot \chi}{i^{\frac{1}{2}} \cdot Q^{\frac{1}{3}} \cdot b} \quad (3)$$

где Z – показатель коррозионности;

БПК_5 – мг/л;

T – температура стоков, °C;

i – уклон трубопровода;

Q – расход, л/с;

χ – смоченный периметр, м;

b – ширина свободной поверхности потока, м.

Полученные данные сведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты исследований

Показатели	Колодец №1	Колодец №2	Колодец №3
X_s	0,0148	0,0080	0,0046
y , мм/год	0,0085	0,0046	0,0026
Z	230	340	881

Если $Z = 5000$, то концентрация сульфидов незначительна, газовая коррозия отсутствует; при $Z = 7500$ концентрация сульфидов находится в пределах $0 - 0,1$ мг/л, возможна коррозия в местах повышенной турбулентности; в случае $Z = 10000$ концентрация сульфидов достаточна для создания неприятных запахов и сильной коррозии повышенной турбулентности; при $Z = 15000$ наблюдаются сильные запахи и сильная коррозия со скоростью разрушения 1 мм в год; когда $Z = 25000$, имеет место очень высокая концентрация сульфидов в сточных водах, скорость коррозии составляет 2 мм в год.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что концентрация сульфидов невелика. Из этого следует, что места отбора проб являются не коррозионно-опасными. Скорость коррозии и показатель коррозионности находятся в допустимых пределах. Для полной оценки

воздействия сульфидов на железобетонные коллекторы необходимо продолжить исследования с большим количеством точек. Для предупреждения аварий необходим комплекс мероприятий как на стадии проектирования коллекторов, так и при их строительстве и эксплуатации, включающих; учет грунтовых условий в зоне прокладки; соблюдение скоростей движения сточных вод, исключающих их дегазацию без специально предусмотренных мероприятий по защите; применение воздухообмена и специальных покрытий, позволяющих снизить концентрацию газов в подсводном пространстве коллектора.

На сегодняшний день данная работа является актуальной, так как по статистическим данным в г. Хабаровске на 2018 год протяженность железобетонных коллекторов диаметром от 400 мм до 1500 мм составляет 35 км, это практически 70% от общей протяженности труб всех видов.

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры «Гидравлика и водоснабжение» А. Н. Бирзуль, ДВГУПС.

Список литературы

1. Бирзуль, А. Н. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения: сб. лабораторных работ / А. Н. Бирзуль, В. С. Абрамец, Т. Г. Черепяхина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Хабаровск: ДВГУПС, 2016. – 95 с.
2. Стрижевский, И. В., Коррозия и защита арматуры железобетонных трубопроводов / И. В. Стрижевский, Б. Л. Рейзин, Э. И. Иоффе. – М.: Стройиздат, 1972.
3. Жмаков, Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения / Г. Н. Жмаков. – М.: Инфра-М, 2014. – 237 с.
4. Тринкер Б. Д. Коррозия и защита железобетонных промышленных труб / Б.Д. Тринкер, Л. А. Егоров. – М.: Стройиздат, 1969. – 127с.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.spoural.ru/technical-regulation>.

Н. Н. Илюхин

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ИСТОРИЯ КРИПТОВАЛЮТ. ПОЧЕМУ ЦЕНА BITCOIN НЕ ОТОБРАЖАЕТ ЕГО РЕАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ?

Аннотация. В последнее время наблюдается высокая нестабильность финансовых рынков не только развивающихся, но и развитых стран, что подогревает интерес инвесторов к новым формам денежных активов. Одной из таких форм являются криптовалюты, и самая распространенная из них Bitcoin. В статье рассматриваются привлекательные особенности виртуальной валюты. Также в работе представлено сравнение одной из самых распространенных видов криптовалют – Bitcoin, с золотом. Таким образом, в статье поддерживается тезис о том, что Bitcoin является своеобразным «электронным золотом». На основе проведенного исследования автором предлагается формулировка понятия криптовалют, формулируются основные предпосылки их появления и популярности.

Ключевые слова: Bitcoin, «майнинг», инфляция, новая валюта, криптовалюта, электронные деньги.

THE HISTORY OF CRYPTOCURRENCY. WHY BITCOIN COST DOES NOT SHOW ITS REAL VALUE?

Annotation. Nowadays there is a high uncertainty of financial markets of developed countries and developing ones as well caused by investors' concern for new forms of assets. One of these forms is cryptocurrency and the most popular of them is Bitcoin. The article examines engaging features of this digital currency. Also there is a comparison of Bitcoin, the most popular cryptocurrency, with gold here. Thus, the thesis on the issue that Bitcoin is peculiar "digital gold" was supported in the article. On the base of the research the author suggests the definition of cryptocurrency and prerequisites of its appearing and getting popularity.

Keywords: Bitcoin, mining, inflation, new currency, cryptocurrency, e-money.

Криптовалюта – разновидность цифровой валюты, создание и контроль за которой базируется на криптографических методах. Впервые термин «криптовалюта» начал использоваться после появления платежной системы *Bitcoin*, которая была разработана в 2008 году человеком или группой людей под псевдонимом Сатоши Накамото. Термин закрепился после публикации статьи о системе *Bitcoin* в 2011 году в журнале *Forbes* [1]. На текущий момент существует более 500 различных криптовалют, среди которых *Bitcoin* занимает лидирующую позицию.

Bitcoin – это виртуальная валюта, которая функционирует на компьютерах и мобильных устройствах пользователей. Валюта *Bitcoin* не контролируется ни одним государством или каким-либо частным лицом, что является для пользователей данной системы значительным преимуществом.

По существу, *Bitcoin* – это обычная компьютерная программа, распределенная на миллионах компьютеров, связанных между собой через эту программу. Задача *Bitcoin* заключается в том, чтобы выдавать пользователям «виртуальные очки» [2].

Итак, *Bitcoin* выдается в качестве вознаграждения за процесс, называемый «майнингом». Его смысл сводится к следующему – программа создает задачи, которые должен рассчитать компьютер «майнера» (пользователя программы *Bitcoin*), и за это выдаются виртуальные очки, которые и являются валютой *Bitcoin*. То есть буквально программа генерирует серию задач, которые должен решать компьютер.

Сложность предлагаемых к решению задач увеличивается с каждым днем, происходит это потому, что пользователей, добывающих «виртуальные очки» также становится больше и больше. С другой стороны, в погоне за очередными монетами криптовалюты, «майнеры» собирают все более производительные вычислительные комплексы для того, чтобы, обогнав других пользователей, решить задачу первыми и получить за это *Bitcoin*. Машины, созданные для решения задач системы, они называют «фермами».

Заработанные *Bitcoin* можно использовать для оплаты товаров или услуг, а также обмена на другие валюты. По состоянию на февраль 2018 года более 100 000 коммерческих организаций по всему миру принимали *Bitcoin* в качестве оплаты. Исследования, проведенные Кембриджским университетом в 2018 году, показывают, что существует от 2,9 до 5,8 млн. пользователей, использующих криптовалюту, большинство из них работает с *Bitcoin*.

Таким образом, система *Bitcoin* представляет из себя обычный программный код, который производит математические задачи, с одной стороны, и пользователей – «майнеров», которые находят решение этих задач и получают за это «виртуальные очки», с другой стороны.

Полученные виртуальные монеты они продают за реальные деньги на электронных биржах. Стоимость этой валюты уже превысила стоимость золота.

Как мы знаем, цена на любой товар или услугу зависят только от спроса и предложения. Когда цена растет, предложение не успевает за спросом. Это

означает, что людей, желающих купить *Bitcoin*, значительно больше, чем существующих виртуальных монет.

Система *Bitcoin* производит всего 3600 виртуальных монет в течение суток. Существует также ограничение на общее количество выпуска – 21 миллион монет всего (предположительно, эмиссия *Bitcoin* завершится к 2140 году). Такое решение создателя системы *Bitcoin* и является залогом ее возрастающей стоимости, которую невозможно было бы достичь, если бы «виртуальные очки» выдавались без ограничения.

Спрос на *Bitcoin* на самом деле не большой. От общего количества людей только около 0,05% являются пользователями системы *Bitcoin*, то есть покупают, хранят и перепродают криптовалюту. Но, тем не менее, в соотношении с небольшим предложением, спрос огромный. Поэтому стоимость такая высокая.

Перечислим основные преимущества криптовалюты *Bitcoin* [3].

1. Из-за ограниченного общего числа *Bitcoin* инфляция невозможна.

2. Все платежи в сети *Bitcoin* невозвратны, что исключает возможность мошенничества на основе возврата средств. Деньги проходят между двумя кошельками без посредников, которые могут отменить или как-либо еще повлиять на перевод. Аналогия: наличные деньги.

3. Высокая скорость работы. В любую точку мира деньги переводятся моментально. Правда, нужно немного времени на подтверждение транзакции от остальных участников сети, но это в любом случае в разы быстрее, чем банковский перевод.

4. Все кошельки анонимны. Нет никакой привязки к конкретной личности, никаких паспортных данных или номеров телефона. Ваш доступ к деньгам – это уникальный ключ, который вы получаете при создании кошелька.

5. Неограниченные круглосуточные транзакции. Никто не может повлиять на вашу передачу денег на другой кошелек, никто не может украсть у вас эти деньги (без доступа к уникальному ключу) или заблокировать ваш счет.

6. Система *Bitcoin* защищена криптографически, благодаря чему является очень хорошо защищенным способом передачи денег.

7. Простота использования. Для передачи денег нужно знать только адрес кошелька получателя (около 30 символов).

Криптовалюта – самый удобный и быстрый способ оплаты товаров и услуг в интернете, но из-за достаточно серьезных недостатков ей не пользуется большая часть населения, совершающая покупки в сети [3].

1. Никто не может гарантировать сохранность Ваших сбережений из-за анонимности электронного кошелька. Ведь к нему не привязаны никакие Ваши персональные данные. В том случае, если потерян ключ от электронного кошелька с криптовалютой, деньги вернуть невозможно – они никогда и никем уже не будут использованы. Аналогично, если Ваш ключ был украден, то восстановить деньги вам никто не вернет.

2. Нестабильность курса валюты. На стоимость *Bitcoin* очень сильно влияют даже самые незначительные события. Зафиксированы колебания курса в сотни процентов не только в течение месяца, а даже в течение недели и пары дней. Соответственно нерационально использовать *Bitcoin* в качестве инвестиций, если Вы не обладаете профессиональными знаниями в области рынка валют.

3. На текущий момент правовой статус *Bitcoin* окончательно не определен, в связи с тем, что данная криптовалюта не имеет реальной подкрепленной стоимости. Транзакции, осуществляемые системой *Bitcoin*, не облагаются налогом и не поддаются никакому контролю.

Среди развитых стран *Bitcoin* признан в странах Европейского Союза, США, Австралии, Канаде. Страны, официально запретившие *Bitcoin*: Исландия, Китай, Киргизия, Вьетнам, Боливия, Эквадор, Индонезия. В настоящее время на территории Российской Федерации использование криптовалют физическим лицам официально не запрещено, но не приветствуется.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» А. В. Ерошенко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Власов, А. В. Электронные деньги и эволюционная теория происхождения денег / А. В. Власов // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2012. – №12(31). – С. 13-23.

2. Bitcoin. Инструкция по применению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.cnews.ru/articles/bitcoin_instrukciya_po_primeneniyu/ – (Дата обращения: 25.03.2018).

3. Биткоин для начинающих: Полное руководство. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://ru.insider.pro/tutorials/.2017-06-29/bitcoin-dlya-nachinayushih-polnoe-rukovodstvo/>. – (Дата обращения: 25.03.2018).

Н. С. Карев, С. А. Мартюшев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА

В статье представлены результаты исследования информационных потребностей будущего инженера. Определены основные информационные потребности инженера. Выявлен перечень программных средств, которые используются будущими инженерами при обучении в техническом вузе.

Ключевые слова: информационная потребность, будущий инженер, информатика, программные средства.

RESERCH OF A FUTURE ENGINEER'S INFORMATION NEEDS

It is presented the results of the research of a future engineer's information needs. It is defined basic information needs of a future engineer. It is revealed the list of software that are used by future engineers in training in technical university.

Keywords: information needs, a future engineer, computer science, software.

Неоспоримым фактом является всеобщее признание того, что успех развития многих областей науки, промышленности и техники существенно зависит от многих направлений информатики. На сегодняшний день во всем мире информатика предоставляет эффективные средства решения проблем организации наукоемкого производства, поиска оптимальных решений и инноваций. В процессе решения ряда задач производственно-технической сферы инженерам приходится обращаться к методам и средствам информатики.

В связи с этим актуальность работы заключается в исследовании информационных потребностей будущего инженера в процессе обучения в техническом университете.

Цель данной работы: выявить, какие именно программные средства и режимы работы с ними используются будущими инженерами при обучении в техническом вузе после освоения дисциплины «Информатика».

Под информационными потребностями инженера мы понимаем совокупность знаний, умений и навыков работы с программными средствами, которые необходимы для получения необходимой информации, а так же выполнения или подготовки к выполнению задач в течение всей своей профессиональной деятельности.

Аналитический обзор научно-методической литературы [1, 2, 3 4 и др.] позволил выявить основные информационные потребности инженера:

1. Поиск информации из различных источников.
2. Оформление технической документации, презентации, отчетов, содержащих формулы, расчеты, таблицы, графики.
3. Анализ и прогнозирование информации.
4. Организация, проведение и обработка результатов вычислительного эксперимента.
5. Разработка конструкторской документации (чертежей, схем, спецификаций и др.).

Для выявления информационных потребностей будущих инженеров было проведено анонимное анкетирование среди 50 студентов, обучающихся на старших курсах механического, электромеханического и теплоэнергетического факультетов в Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС). Реализация непрерывного обучения и использования методов и средств информатики в высшей школе охватывает весь период подготовки будущих инженеров [4]. Поэтому вопросы анкеты были сформированы, исходя из учебной деятельности студентов технического университета и содержания информационных потребностей инженера.

В нашем исследовании были использованы следующие программные средства.

- 1) Текстовый процессор Microsoft Word 2010 (создание бланка анкеты).
- 2) Табличный процессор Microsoft Excel 2010 (обработка полученных данных, реализация базовых вычислений и моделирование результатов анкетирования).

На первом этапе обработки анкетных данных осуществлялся их ввод в Microsoft Excel 2010 (далее Excel). В результате была получена база данных первичной информации. После внесения данных в базу была проверена корректность ввода первичной информации. Для контроля введенных данных использовался режим «Автофильтр». Просмотр вариантов ответов анкеты помог найти и устранить ошибки ввода. Обработка анкетных данных

осуществлялась с помощью встроенных статистических функций Excel: «СЧЁТ», «СЧЁТЕСЛИ», «СЧЁТЕСЛИМН».

Результаты анкетирования показали, что 96% опрошенных студентов систематически используют программные средства при подготовке к занятиям по учебным дисциплинам, либо написанию курсовой работы и/или отчета по практике. При этом 96% опрошенных студентов используют офисный пакет Microsoft Office, а 4% – офисный пакет Open Office.

При оформлении текстовых документов в Microsoft Word 2010 (далее Word) большая часть опрошенных студентов часто используют такие режимы работы как форматирование текста, создание таблиц, использование редактора формул; реже используют вычисления в таблицах и работу с рисунками, а также создание автоматизированного оглавления.

При обработке числовой информации и организации вычислений в Excel большая часть анкетироваемых студентов применяют следующие режимы: вычисления с использованием формул, создание графиков и диаграмм, а также обработку данных, представленных в виде списков; реже используют обработку матриц, решение оптимизационных задач и создание макросов.

Опрошенные студенты редко используют режимы работы с базой данных в системе управления базами данных Microsoft Access 2010: лишь 16% студентов использует режим ввода и редактирования данных в базе; 24% – поиск данных в базе с помощью запросов; и только 8% – формирование отчетов.

Практически все опрошенные студенты (96%) создают компьютерные презентации с помощью Microsoft Power Point 2010 в процессе обучения в университете.

Большая часть опрошенных студентов использует математический пакет MathCAD (90%) и лишь немногие (10%) не применяют эту программу в учебной деятельности.

Кроме вышеуказанных программных средств, студенты применяют и другие специализированные программные средства:

Компас – система автоматизированного проектирования;

LabVIEW – программное обеспечение для системного проектирования в отраслях, где требуется проведение испытаний, измерений и осуществление управления, а также быстрый доступ к оборудованию и результатам анализа данных;

MathType – интерактивный редактор формул для создания математических документов;

Multisim – программное обеспечение для разработки и моделирования электронных схем.

Также анализ анкетных данных показал, что только 50% опрошенных студентов используют электронные библиотечные системы в учебной деятельности, остальные не используют эти системы.

Подводя итоги, необходимо отметить, что будущие инженеры в процессе обучения в техническом университете (на примере ОмГУПС) систематически применяют офисный пакет Microsoft Office, математический пакет MathCAD и систему автоматизированного проектирования Компас. Наряду с использованием указанных программных средств, студенты применяют такие специализированные программные средства как LabVIEW и Multisim, выбор которых обусловлен спецификой обучения на соответствующем факультете. Также большинство студентов используют электронные библиотечные системы для поиска необходимой информации.

Научный руководитель – к. п. н., доцент кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» Н. А. Моисеева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Галимзянова, И. И. Профессиональная деятельность современного инженера [Текст] / И. И. Галимзянова, Р. И. Шарафутдинова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 6. – С. 255 – 257.
2. Гончарова, Я. С. Профессиональная деятельность будущих инженеров: информационное обеспечение [Текст] / Я. С. Гончарова, С. Н. Мартыновская // Актуальные вопросы развития современного общества: Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции. – Курск: 2016. – С. 84-87.
3. Каргин, Н. И. Профессиональный эталон инженера, осуществляющего инновационную деятельность в системе промышленного производства: монография [Текст] / Н. И. Каргин, Т. А. Майборода. – М: Илекса; Ставрополь: Сервисшкола, 2005. – 130 с.
4. Насташук, Н. А. Проблемы подготовки будущих специалистов в области информатики на ступени «Школа-ВУЗ» [Текст] / Н. А. Насташук, З. В. Семенова // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2014. – № 6 (40). – С. 154 –161.

К. С. Семенченко

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ МЫШЦЫ И ЕЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Изучается скручивание искусственной мышцы из нейлона при различных температурах. Обнаружено явление гистерезиса при деформации мышцы. Получено восстановление упругих свойств мышцы при тепловой обработке и «закаливании». Исследованы механические свойства мышцы.

Ключевые слова: искусственная мышца, нейлон, механический гистерезис.

STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF AN ARTIFICIAL MUSCLE MADE OF NYLON

The twisting of an artificial muscle from nylon at different temperatures is being studied. The phenomenon of hysteresis in the deformation of the muscle was detected. The restoration of the elastic properties of the muscle during heat treatment and "hardening" is obtained. The mechanical properties of the muscle are studied.

Keywords: artificial muscle, nylon, mechanical hysteresis.

Создание искусственных мышц и использование их в медицине, в робототехнике, в автоматизации механических процессов, создании малых и легких двигателей для инженерных устройств является актуальной задачей на сегодняшний день.

Ученые из техасского университета в Далласе (США) представили синтетические мышцы из нейлона, которые в 100 раз мощнее настоящих мышечных волокон той же длины и массы. Мы решили изготовить собственную искусственную мышцу из рыболовной лески и исследовать их механические свойства.

Для изготовления мышц использовалась леска двух видов: нейлон 6, диаметром 0.5мм и полиамид 6.6, диаметром 0.7 и 1 мм.

Рассмотрим строение и свойства нейлона и полиамида. Нейлон (англ. nylon) — семейство синтетических полиамидов, используемых преимущественно в производстве волокон. Нейлон имеет сочетание свойств - высокую прочность, среднюю жесткость и устойчивость к высокой температуре, температура плавления 280 градусов.

Высокая прочность является волокна результатом высокой степени выравнивания полимера вдоль оси волокна, что обеспечивают анизотропию механических свойств, а также важную для нашей задачи анизотропию в тепловом расширении. Полиамид обладает свойствами аналогичными нейлону.

Изучив литературу [1,2], мы выясняли, что строение и свойства полиамидов очень похожи на строение и свойства резины. Их общее важное свойство - не менять объем при растяжении.

Опыт с образованием мышцы, проходил следующим образом: мы брали дрель, в патрон дрели вставляли леску, длиной 1 метр. Закрепив неподвижно другой конец, мы начинали ее крутить. Используя скоростную камеру, измерив частоту вращения, мы определили, что леска данной длины начинает закручиваться при 2400 оборотов и начинают появляться первые витки мышцы. При дальнейшем закручивании получилась мышца.

Перед началом опыта будем считать, что волокна расположены вдоль лески. Длина лески будет уменьшаться по свойству нейлона ($V=\text{const}$), примерно при 2400 оборотов образуются первые витки. В одном витке 80 перекруток (перекрутки - расслоение мышцы, трещины на волокнах), в результате закручивания, мы видим трещины на волокнах, области разрыва.

Для того, чтобы мышца не раскручивалась под действием нагрузки, она подвергалась тепловой обработке. Масло довели до температуры 140 градусов, в течение 5 минут выдерживали в нём мышцу. После варки мышца теряет свою жесткость, становится более эластичной, сохраняет свою форму.

Вместо нагретого масла, мы использовали строительный фен для нагревания лески, тогда при закручивании мышца теряла свою жесткость, становилась более эластичной, сохраняла новую форму. Были созданы мышцы при температурах 130 °C и 150 °C.

Чтобы увеличить эластичность мышцы, мы попеременно 40 раз опускали ее в ледяную воду с температурой 0 °C и горячую воду с температурой 95 °C градусов. После этого мышца стала еще эластичнее, в дальнейшем в ходе

работы будем называть её «разработанной».

В следующей части нашей работы мы изучали механические свойства мышцы. Для этого мы собрали экспериментальную установку для измерения модуля Юнга нейлоновой лески. Она состояла из датчика силы, с помощью которого измеряли силу натяжения лески и датчика поворота, с помощью которого измеряли удлинение лески. Мы построили график (рис. 1) зависимости силы упругости от удлинения (незакрученная леска). На графике видно явление гистерезиса.

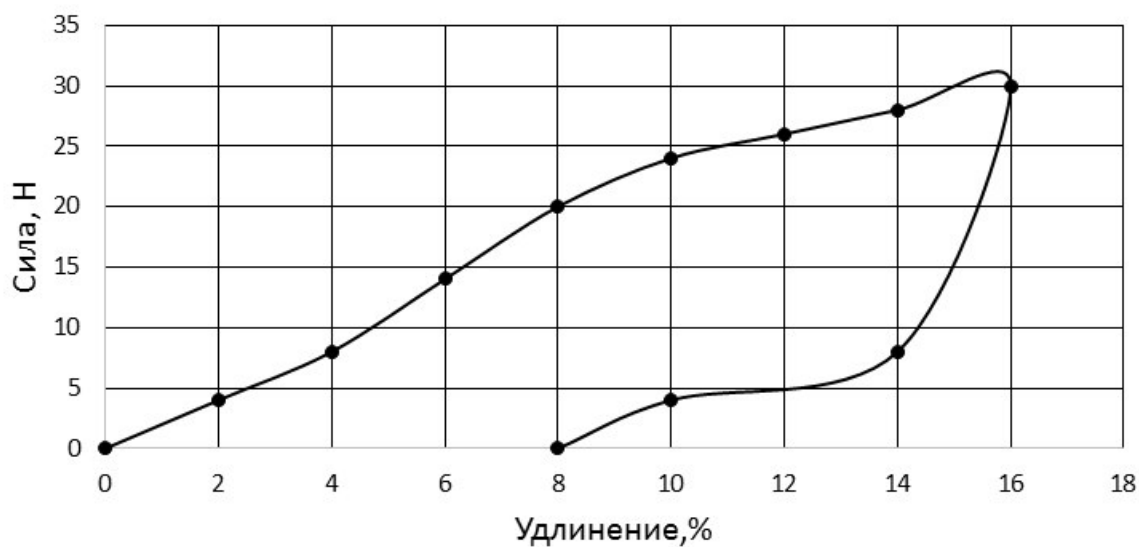


Рис. 1. – Зависимость силы упругости от удлинения

Работа на растяжение больше, чем работа на сжатие.

И далее делали аналогичные опыты с нашими мышцами. Брели одну неразработанную мышцу и одну разработанную.

Наш опыт проходил следующим образом: сначала мы растягивали мышцу, а потом медленно опускали ее до начального положения.

В следующей части нашей работы мы провели опыты по наблюдению явления деформации мышцы при разных температурах. Для этого была собрана экспериментальная установка, состоящая из трубки, разработанной мышцы с диаметром 0.7мм, штатива, груза массой 100 грамм, мультиметра для измерения температуры холодной и горячей воды.

Эксперимент проходил следующим образом: начальная температура мышцы была 25С, мы начинали лить горячую воду с температурой 75С, после этого мышца начинала сокращаться. С холодной водой опыт проводился аналогично.

По данным экспериментов построен график (рис. 2.) зависимости деформации мышцы от температуры.



Рис. 2. – Зависимость деформации мышцы от температуры.

От 5-100 градусов опыты проводились с водой. От 100-150 градусов, температуру поднимали строительным феном, как так температура кипения 100 градусов.

На графике сначала видно растяжение, а потом сжатие мышцы. Поэтому графику можно сделать вывод: при охлаждении мышца начинает растягиваться, и её длина становится больше. При нагревании мышца начинает сжиматься, и её длина становится меньше. Удлинение зависит от температуры.

Теперь можно объяснить, почему всё-таки происходит сокращение и растяжение мышцы при нагревании и охлаждении. Как описано в статье [1], коэффициенты теплового расширения полукристаллических полимеров могут быть объяснены их структурой. Как правило, это высоко ориентированные волокна сильно анизотропные, что обеспечивает тепловое сжатие в направлении оси волокна и намного большее тепловое расширение в радиальном направлении при нагреве.

Основной вклад в отрицательное расширение вносят аморфные вставки, которые расширяются в радиальном направлении, при этом кристаллические мосты сжимаются с продольным расширением.

Мышца может растягиваться и вдоль, и поперек, т.к. коэффициент радиального расширения больше нуля, витки мышцы растягиваются поперек. А

коэффициент продольного расширения меньше нуля, значит, витки мышцы растягиваются вдоль.

Опыт проходил следующим образом: в две трубки, в которых находились мышцы, одновременно мы лили горячую воду с температурой 80 °С. Мышцы начинали сокращаться, с помощью видеокамеры определили высоту поднятия грузов, рассчитали работу и мощность. Полученные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты опытов

Виды мышц	Диаметр, мм		
	0.5	0.7	1
Мощность, мВт			
Неразработанная	0.2	0.22	0.25
Разработанная	0.25	0.3	0.75

По результатам сделали вывод: мощность разработанной мышцы возрастает при тренировке.

В следующем опыте мы изготовили конструкцию, состоящую из пяти параллельно соединённых мышц. Опытным путем измерили максимальную грузоподъемность нашей установки. Она оказалась равной 13 Н (мышца удерживала груз массой 1,3 кг).

Сравним удельную мощность получившейся мышцы с мышцей человека. Льем горячую воду, измеряем высоту и время подъема груза. Рассчитываем мощность мышцы:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} = 0,04 \text{ Вт} \quad (1)$$

Масса пяти мышц $m=20$ г. Поэтому удельная мощность мышцы: $P_{\text{уд}} = \frac{P}{m} = 0,2$ Вт/кг. Средняя мощность мышцы человека, развиваемая в течение дня, если он не совершает тяжелую физическую работу равна $P_{\text{человека}} = 100$ Вт, $m=1$ кг, $P_{\text{уд}} = 100$ Вт/кг. Таким образом, из результатов нашего опыта следует, что удельная мощность искусственной мышцы из полимера отличается на два порядка от человеческой. Если использовать большее количество нейлоновых спиралей, можно получить мышцы, многократно превосходящие человеческие по своим возможностям.

Изучили скручивание искусственной мышцы из нейлона при различных температурах. Создание мышцы при температуре порядка 130 °С улучшает её упругие свойства. При нагревании мышца сокращается, при охлаждении удлиняется, что противоречит тепловому расширению тел. Гистерезис при деформации мышцы уменьшается «закалкой». Получили восстановление упругих свойств мышцы при тепловой обработке и «закаливании». Мышца может удерживать вес больше своего в 65 раз. Закон Гука выполняется в достаточно большой области деформаций. Исследованы механические свойства мышцы. Представляется интересным далее изучить изменение механических свойств мышцы при химической тепловой обработке и «закаливании» мышцы. Нужно найти материалы для мышцы, реагирующие на электрические и магнитные поля, так как электромагнитное воздействие может быстрее управлять процессом деформации мышцы.

Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент кафедры «Физики и химии» Р. С. Курманов, ОмГУПС, учитель физики высшей категории, М. Ю. Солодовников, Г. Н. Солодовникова, МБОУ СОШ №93 (г. Барабинск).

Список литературы

1. Artificial Muscles from Fishing Line and Sewing / Carter S. Haines [*et al.*]. – *Thread Science*. – 2014. – 343, 868.

УДК 621.833

А. А. Евсеев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

АНАЛИЗ ТЯГОВОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОВОЗА 2ЭС6

В работе рассматривается тяговая зубчатая передача электровоза 2ЭС6. Проводится анализ технического состояния профиля зубчатых колес и оценивается степень их износа после эксплуатации.

Ключевые слова: тяговая зубчатая передача, 2ЭС6, шестерня, износ.

ANALYSIS OF THE TRACTION GEAR OF ELECTRIC LOCOMOTIVE 2ES6

The traction gearing of the electric locomotive 2ES6 is considered in this work. The analysis of the technical condition of the profile of the gears is carried out and the degree of their wear after use is estimated.

Keywords: traction gearing, 2ES6, pinion, wear.

В современных механизмах и машинах для передачи вращательных движений широко применяются зубчатые передачи. Они используются во всех отраслях машиностроения, таких как станкостроение, автомобилестроение, производство сельхозмашин, а также в приборостроении, часовой промышленности и др. Создание зубчатых передач, отвечающих высокому научно-техническому и производственному уровню, является непростой задачей. По сложности и трудоемкости изготовления зубчатые колеса составляют особую группу деталей в машиностроении с большими масштабами производства. Значительную часть составляют цилиндрические зубчатые колеса с различной формой зубьев: прямозубые, косозубые, с арочными зубьями и др. В настоящее время можно совершенно четко проследить тенденцию к изменению технологических и точностных требований к зубчатым передачам. Это обусловлено повышением требований к конечному продукту, в который входят зубчатые передачи.

Однако, зубчатая передача не всегда обеспечивает качественное сопряжение рабочих поверхностей колес из-за неточностей их изготовления и возможных перекосов в процессе сборки узлов. Избежать этого можно путем ужесточения требований к точности обработки колес и последующего их монтажа, что неизбежно приводит к дополнительным затратам времени и средств, и в итоге повышает стоимость изделий. Более целесообразным является переход к зацеплению цилиндрических колес с криволинейной формой зубьев.

Одним из перспективных направлений, позволяющим повысить эксплуатационные требования зубчатых передач, является создание беззазорных зубчатых передач. В целом ряде изделий использование таких передач является экономически обоснованным. Устранение зазора между зубчатыми венцами колес приводит к снижению уровня шума, снижению габаритов, увеличению срока

службы и плавности работы. Однако беззазорные передачи не получили широкого распространения, в основном из-за проблем, возникающих в процессе устранения зазора между зубчатыми колесами.

Решение этой проблемы может быть найдено при создании беззазорных зубчатых передач на базе шестерен с корригированным профилем.

Тяговая зубчатая передача предназначена для передачи вращающего момента с вала якоря тягового электродвигателя на колесную пару. С целью уменьшения нагрузок, действующих на элементы привода и в первую очередь на подшипники, на электровозе 2ЭС6 применена традиционная жесткая двухсторонняя косозубая передача. Параметры передачи приведены в табл. 1. Зубчатые колеса изготовлены из цельнокатаной поковки стали 20Х2Н4А с последующей цементацией и закалкой до твердости HRC 56-62. Для установки зубчатого колеса на ось применяют тепловой метод, обеспечивающий натяг от 0,15 до 0,24 мм до упора во внутреннее кольцо моторно-осевого подшипника. Шестерня изготавливается из поковки легированной стали 20Х2Н4А с последующей цементацией на глубину 1,6-1,9 мм и с закалкой поверхности зубьев по всему контуру, включая и впадины, до твердости HRC 56-63. После механической и термической обработки производится шлифовка рабочих поверхностей зубьев и конусного отверстия. Применяется тепловая посадка (индукционный подогрев) шестерни на конусные (1:10) хвостовики вала с натягом 3,2-3,6 мм.

Параметры тягового электродвигателя ЭК-810Ч постоянного тока независимого возбуждения приведены в табл. 2.

Во время эксплуатации зубчатых передач происходит значительный износ зубьев. В результате изменяется первоначальный профиль зубьев и параметры зацепления.

В процессе эксплуатации невозможно контролировать физические процессы, происходящие в зоне контакта зубчатого зацепления. В тоже время вид износа, характер разрушения и распределение действующих сил позволяют получить информацию о параметрах их эксплуатации и характере старения. На работоспособность зубчатых передач влияют как внешние факторы, определяющие передаваемые крутящие моменты и характер вращения зубчатых колес, так и внутренние, зависящие от технического состояния механизма.

Взаимодействие внешних и внутренних факторов создает многообразие возможных повреждений зубчатых передач. Несмотря на неизменность в процессе

эксплуатации передаточного отношения зубчатой передачи, данные факторы изменяются, приводя к преобладанию определенного вида износа или повреждения. При определении причин повреждения необходимо рассматривать зубчатое колесо как деталь, имеющую посадочную поверхность, несущие элементы и контактную взаимодействующую поверхность. Необходимо соблюдать следующую последовательность осмотра: посадочная поверхность, торцевая и рабочая поверхность зубьев, осмотр противоположной стороны зубчатого колеса.

Анализ шестерни показал, что износ зубьев на различных участках по высоте зуба неодинаков. Вместе с изменением качества поверхности зубьев изменяется и коэффициент трения в зацеплении. Ввиду различных условий трения на различных участках рабочих поверхностей зубьев профили изнашиваются неравномерно.

Визуальный контроль зубьев шестерни на ТР-3 выявил следующие дефекты:

- выкрашивание рабочей поверхности;
- неправильное расположение пятна контакта;
- неравномерное распределение действующих сил по поверхности зуба;
- сколы на торцах зубьев;
- износ профиля зуба.

Переменные контактные напряжения вызвали усталость поверхностных слоев рабочей поверхности зуба шестерни, что привело к образованию микротрещин. Зубчатая передача работает в масле. Заполняющее трещины масло подвергается высокому давлению, что способствует выкрашиванию частиц материала (рис. 1).

Данный дефект смещен к одному из торцов шестерни, что говорит о неравномерном распределении сил по поверхности зуба и смещении пятна контакта. Это привело к местному выкрашиванию материала и неправильной работе зубчатого зацепления. На рабочей поверхности зуба образовались прижоги. Также произошло превышение напряжений, действующих на площадке контакта. Это привело к пластическому сдвигу металла от делительного диаметра к вершине зуба, образовав выступ (рис. 2).



Рис. 1. Выкрашивание рабочей поверхности зубьев и смещение пятна контакта



Рис. 2. Пластический сдвиг и прижоги на поверхности зубьев

Вследствие износа зубьев увеличились зазоры в зацеплении и, как следствие, усилились шум, вибрации, динамические перегрузки, размеры поперечного сечения, а значит и прочность зуба.

Потери металла в шестерни составили порядка 3,71% от общей массы, т.е. 1,225кг. Объем зуба уменьшился на 17% в сравнении с исходным.

Научный руководитель – д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения и ремонта подвижного состава» А. Ю. Попов, ОмГПУС.

Список литературы

1. Электровоз 2ЭС6 «Синара» / под ред. В. В. Брексона. – Верхняя Пышма: ООО «Уральские локомотивы», 2015. – 328 с.
2. Гордин, П. В. Детали машин и основы конструирования: Учебное пособие / П. В. Гордин, Е. М. Росляков, В. И. Эвелеков. – СПб, 2006. – 186 с.
3. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.
4. Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 с коллекторными тяговыми электродвигателями: Руководство по эксплуатации в 6-ти ч.

Научное издание

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Материалы V всероссийской студенческой научной конференции
с международным участием

Часть 1
(технические науки)

Ответственный за выпуск Е. В. Пономарев

* * *

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.06.2018. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Плоская печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 16,01. Уч.-изд. л. 18,43.
Тираж 300 экз. Заказ

* *

Типография ОмГУПС

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35