

**Ростовский государственный
университет путей сообщения**

филиал РГУПС в г. Воронеж

**ТРУДЫ 81-й СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ РГУПС (ЧАСТЬ 3)**

**Секция «Машиностроение и материаловедение»
(Воронеж, 28-29 апреля 2022г.)**



Воронеж – 2022

УДК 656.1/.5, 656.212.5, 656.214, 502.171, 504.61, 331.56
ББК 39.2

Редакционная коллегия:

Соломонов К.Н. – д.т.н., профессор
Тищук Л.И. – к.т.н., доцент
Платонов А.А. – к.т.н., доцент
Лукин О.А. – к.ф.-м.н., доцент
Климентов Н.И. – к.т.н., доцент

Труды 81-й студенческой научно-практической конференции РГУПС (часть 3)
Секция «Машиностроение и материаловедение» (Воронеж, 28-29 апреля 2022г.)
– Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021. – 68с.

Статьи публикуются в редакции авторов (с корректировкой и правкой). Мнения
и позиции авторов не обязательно совпадают с мнениями и позициями
редакционной коллегии

УДК 656.1/.5, 656.212.5, 656.214, 502.171, 504.61, 331.56
ББК 39.2

© Филиал РГУПС в г. Воронеж
© Кафедра социально-гуманитарные,
естественно-научные и
общепрофессиональные дисциплины

СОДЕРЖАНИЕ

Классификация, особенности конструкции и методы диагностики вводов силовых трансформаторов <i>Федин Р.С., Климентов Н.И.</i>	4
Современные и перспективные комплексы для ремонта грузовых вагонов <i>Грибков В.А.</i>	8
Перспективные механизмы для зачистки полувагонов от остатков сыпучих грузов <i>Девин А.В.</i>	11
Вопросы совершенствования укладки железнодорожного пути <i>Денисова И.И.</i>	15
Некоторые аспекты совершенствования технических средств укладки железнодорожного пути <i>Жданов Н.В.</i>	19
Машины для вырезки загрязненного балласта железнодорожного пути <i>Сухова М.В.</i>	24
Необходимость модернизации оборудования участков текущего отцепочного ремонта вагонов <i>Востриков О.Н.</i>	28
Грозозащита воздушных линий <i>Ширяев М.А.</i>	31
Некоторые инструментальные средства НК <i>Иванов Д.С.</i>	34
Узлы и функции при проведении НК ТПС <i>Никулин Д.В.</i>	37
Виды НК колесных пар локомотивов, их особенности <i>Волковой А.С.</i>	40
Необходимость модернизации оборудования тяговых подстанций <i>Лешков Г.А.</i>	44
Достоинства и недостатки использования системы электроснабжения постоянного тока <i>Меньших В.А.</i>	46
Необходимость модернизации устройств СЦБ <i>Буркут А.А.</i>	49
Смешанные и кольцевые схемы электроснабжения <i>Маркина А.В.</i>	52
Атрибуты улучшения качества ТО вагонов <i>Машкова Д.В.</i>	55
Усовершенствование схемы бесперебойного питания цепей управления приводов разъединителей контактной сети <i>Челноков И.В., Шеметов К.Ю., Климентов Н.И.</i>	58
К вопросу о разложении на симметричные составляющие в трехфазных сетях <i>Задорожный В.А., Никитцов В.Н., Климентов Н.И.</i>	63

УДК 621.331

Классификация, особенности конструкции и методы диагностики вводов силовых трансформаторов

Федин Р.С, Климентов Н.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: Рассмотрены конструкции вводов силовых трансформаторов, их классификация и методы диагностики.

Ключевые слова: силовой трансформатор, вводы, классификация, конструкция, диагностика.

Вводы для силовых трансформаторов – необходимые конструктивные элементы оборудования, к которым предъявляются особые технические требования. Существует несколько десятков видов этих устройств, при этом они различаются в зависимости от размеров и форм, мощности, напряжения, способа установки, типологии изоляции и другого [1,2].

Высоковольтный ввод представляет собой фарфоровый изолятор, который соединяется с фланцем из качественного чугуна. Последний необходим для крепления ввода с крышкой бака трансформатора (рисунок 1). Ток передается по медному стержню, находящемуся внутри фарфорового изолятора. Изолятор имеет ребренную поверхность, благодаря чему удается избежать разрядов на его поверхности.

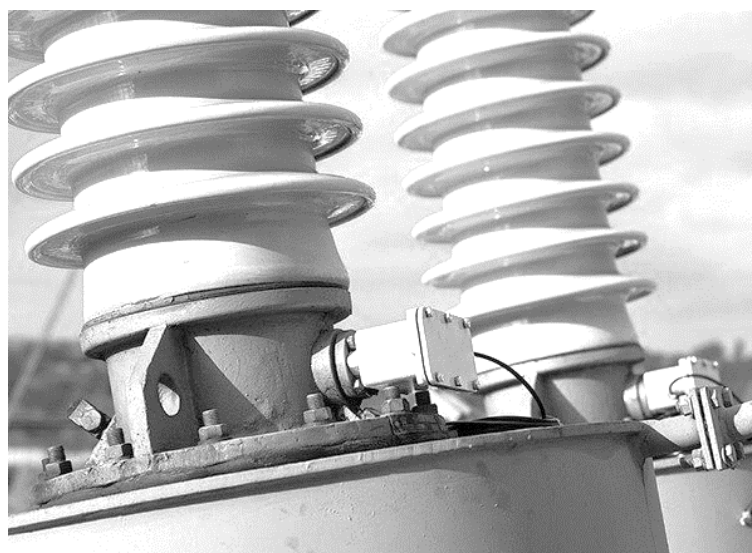


Рисунок 1 – Вводы силового трансформатора

На современных трансформаторах устанавливаются вводы, которые имеют съемную конструкцию [2]. Благодаря чему у них нет обойм и фланцев и их легко снимать и заменять на новые, не поднимая сердечник.

Конструктивные разновидности вводов зависят от требуемых

технических характеристик и особенностей эксплуатации:

- составные вводы используются исключительно для трансформаторов на напряжение до 1000 В. Они состоят из двух или трех фарфоровых изоляторов. При этом в отличие от маслонаполненных внутри их полости нет масляного наполнителя;

- конструкция съемных вводов предусматривает, возможность их оперативного демонтажа и замены;

- маслонаполненные вводы представляет собой два или три фарфоровых изолятора, внутри полости которых находится масло. Они соединяются между собой и крепятся втулкой. При эксплуатации таких вводов обязательно контролируется расход масла;

- маслоподпорные вводы отличаются особой герметичностью и особенностью в том, что масло в них поступает при помощи специальной трубки, которая располагается непосредственно у самого ввода. Такие вводы используются исключительно для устройств с напряжением от 110 кВ и выше;

- вводы с твердой изоляцией также герметичны и применяются для трансформаторов большой мощности. По своим конструктивным особенностям они схожи с масляными, однако у них нет нижней фарфоровой крышки.

Более 60 процентов всех причин выхода из строя силовых трансформаторов относятся к проблемам со вводами [3]. Наибольшая часть из них – это оборудование на напряжение 110 кВ и выше. Меньший процент поломок имеют несъемные конструкции вводов, однако для них ремонт невозможен.

Причины, приводящие к нарушению изоляционных свойств материалов объединены в четыре большие группы:

1. *Электрическое старение* относится к естественным природным факторам, приводящим к износу изоляции. Этот фактор представляет собой совокупность причин, в число которых входят: постоянное увлажнение, окислительные процессы, проявление частичных электрических токовых импульсов на поверхности и перманентное воздействие тепла.

2. *Частые коммутации*, которые приводят к искажению формы синусоидального напряжения питающей сети и появлению в сети высших гармонических составляющих. Кроме этого, при коммутациях имеют место коммутационные перенапряжения. Указанные факторы отрицательно сказываются на состоянии изоляции.

3. *Тяжелые режимы работы* вызывают перегрев проводников и, как следствие, возникает температурный износ изоляции. В этих случаях стараются составить такие графики работы оборудования, которые бы не приводили к его перегреву.

4. *Особенности конструкции*. Увлажнение является частой проблемой для вводов трансформаторов. Особенно это касается вводов, которые не относятся к герметичному типу. А в герметизированных устройствах превосходящая часть повреждений обусловлена снижением качества наполнителя и наличием частых электрических разрядов.

К основным методам контроля технологического состояния вводов

силовых трансформаторов (рисунок 2) относятся интегральные и дифференциальные методы. Они различаются по принципу действия и оценивают разные показатели состояния изоляции [4,5].



Рисунок 2 – Проведение контроля состояния вводов трансформатора

Интегральные методы позволяют проверить состояние устройства в целом. Они не направлены на то, чтобы определять конкретное местоположение дефекта. Но они сигнализируют о том, что потребуется или полная замена ввода, если это возможно, или проверка его дифференциальным методом дополнительно.

К интегральным методам относятся:

1. *Измерение сопротивления изоляции.* При помощи методики измерения сопротивления изоляции специалисты выявляют такие дефекты как увлажнение твердой изоляции и наличие загрязнений. Этот способ имеет ряд преимуществ, в том числе и то, что можно оценивать не только внешнее состояние и показатели изолятора, но и абсорбционные процессы, которые происходят внутри его.

2. *Измерение диэлектрических потерь и емкости изоляции.* Различают несколько видов таких измерений. Наиболее распространенным являются измерения тангенса угла диэлектрических потерь и емкости изоляции по зонам устройства, а также их зависимость от напряжения для выявления наличия разрядов. Кроме указанного, благодаря этой методике можно определить наличие пробоя - теплового или ионизирующего характера. Недостатком этой методики является то, что исследование должно проводиться при различных температурных вариациях.

3. *Анализ масла.* При помощи физико-химического исследования масла определяется уровень увлажнения, перегрева, загрязнения и старения. Анализ газовой составляющей поможет выявить дефекты строения молекул, а производных фурана – износ изоляции твердого типа. Способ эффективный, но

нельзя исключать возможность загрязнения при взятии анализа.

4. *Измерение давления.* Измерение давления позволяет судить в каком состоянии находится герметичность и наличие или отсутствие частичных разрядов в масле.

Рассмотрим дифференциальные методы, которые, в отличие от интегральных, направлены на выявление конкретной проблемы. Ими пользуются, когда интегральные методы не дали положительного ответа.

К дифференциальным методам относятся:

1. *Тепловизионное обследование.* Данный вид исследования выявляет массу нарушений состояния проводников, а именно: чрезмерный нагрев в местах подсоединения; наличие короткозамкнутых витков; уменьшение масляной составляющей во вводах; влажность части остова и другое.

Методика действенная и популярная по причине того, что не нужно выключать оборудование и проводить специального рода манипуляции перед исследованием. Единственная проблема данного вида дифференциального контроля заключается в том, что можно проследить лишь верхнюю и среднюю часть ввода. Для обследования нижней части ввода этот способ не годится.

2. *Регистрация (локализация) частичных разрядов.* Локализация определяет характеристики состава и наличие дефектов определенной части ввода. При помощи этого способа выявляются дефекты любой части ввода. Минус в том, что понять типологию сигнала не всегда просто из-за возникающих помех.

Вводы для силовых трансформаторов – необходимые конструктивные элементы оборудования, к которым предъявляются особые технические требования. Вводы бывают различных типов, они классифицируются по особенностям конструкции, наполняемости маслом, типологии изоляции. При их эксплуатации имеют место определенные особенности в зависимости от вида элемента, а также различные методики контроля технологического состояния.

Список литературы

1. Интернет ресурс: <http://www.wikitransformer.ru/stati/transformatornye-vvody.html>.
2. Интернет ресурс: <https://mosizolyator.ru/power35/>.
3. Славинский А.З. Физика диэлектриков. Высоковольтная изоляция энергетической аппаратуры. - М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2007.
4. Разработка высоковольтных вводов с RIP-изоляцией для передачи постоянного тока высокого напряжения. - IV Международная научно-техническая конференция: «Силовые трансформаторы и системы диагностики», 2009.
5. Кратковременная электрическая прочность твердой RIP-изоляции высоковольтных вводов конденсаторного типа. Влияние толщины слоя конденсаторной изоляции на электрическую прочность. - IX Симпозиум «Электротехника 2030», 2007.

УДК 625.144.6

Современные и перспективные комплексы для ремонта грузовых вагонов

Грибков В.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Для повышения надёжности и безопасности перевозочного процесса [3, 6, 7] по сети железных дорог в настоящее время применяется большое количество различных способов и средств достижения указанной цели. В частности, это может быть внедрение новой современной техники [5, 9-11], отвечающей всем современным тенденциям мирового машиностроения, внедрение современных технологий [8, 12, 13] по обслуживанию элементов железнодорожного пути, а также использование современных средств контроля и ремонта [1, 2, 14] пути и подвижного состава.

Так, для повышения эффективности ремонта кузовов грузовых вагонов в условиях ремонтного депо может применяться различное технологическое оборудование, в том числе устройства для подъема ремонтируемых вагонов [4].

Из доступных для ремонтных депо технических средств различное технологическое оборудование обладает целым рядом недостатков, например непригодность для совместного использования при комплексном ремонте кузовов грузовых вагонов.

Однако, не так давно был создан механизированный комплекс для полномасштабного и эффективного ремонта кузовов грузовых вагонов в условиях депо. Указанный комплекс для ремонта грузовых вагонов содержит расположенный на рабочей площадке депо комплект технологического оборудования, включающий самоустанавливающиеся подъемники кузовов в виде четырех винтовых домкратов, выполненных на основе самотормозящегося ходового винта, которые стационарно установлены в проемах вдоль пути на рабочей площадке, самоходную установку для ремонта кузовов, манипуляторную установку снятия и постановки люков грузовых вагонов, самоходную установку замены автосцепки.

Самоходная установка для ремонта кузовов включает электротележку с подъемно-выкатной площадкой для оператора и кран-манипулятор для подъема технологического оборудования. При этом манипуляторная установка снятия и постановки люков грузовых вагонов включает электротележку с гидроприводом поворота колес, на которой установлен механизм подъема крышки люка с телескопической стрелой, и блок дистанционного управления по радиоканалу.

Самоходная установка замены автосцепки выполнена в виде электротележки, на которой установлены манипулятор с телескопической стрелой и блок управления манипулятором.

Наличие в данном комплексе самоходной установки для ремонта кузовов, манипуляторной установки снятия и постановки люков грузовых вагонов и самоходной установки замены автосцепки, которые размещены на рабочей площадке депо, снабженной самоустанавливающимися подъемниками кузова, обеспечивает возможность в условиях депо эффективно проводить

полномасштабный ремонта кузовов грузовых вагонов, включая установку на стенках вагонов приспособлений - скобы для правки деформаций стенок, замену люков, замену автосцепки.

Комплекс для ремонта грузовых вагонов (рис. 1) состоит из следующих основных элементов. На рабочей площадке 1 депо установлены самоустанавливающиеся подъемники кузовов в виде четырех винтовых домкратов 2 с самотормозящимся ходовым винтом. Винты стационарно установлены в проемах 3 вдоль пути на рабочей площадке. Самоходная установка 4 для ремонта кузовов включает в себя электротележку 5 с подъемно-выкатной площадкой 6 для оператора и кран-манипулятор 7 для подъема технологического оборудования. Манипуляторная установка 8 снятия и постановки люков грузовых вагонов включает в себя электротележку 9 с гидроприводом поворота колес 10, на которой установлен механизм 11 подъема крышки люка с телескопической стрелой 12, и блок 13 дистанционного управления по радиоканал. Самоходная установка 14 замены автосцепки включает в себя электротележку 15, на которой установлены манипулятор 16 с телескопической стрелой 17 и блок 18 управления манипулятором.

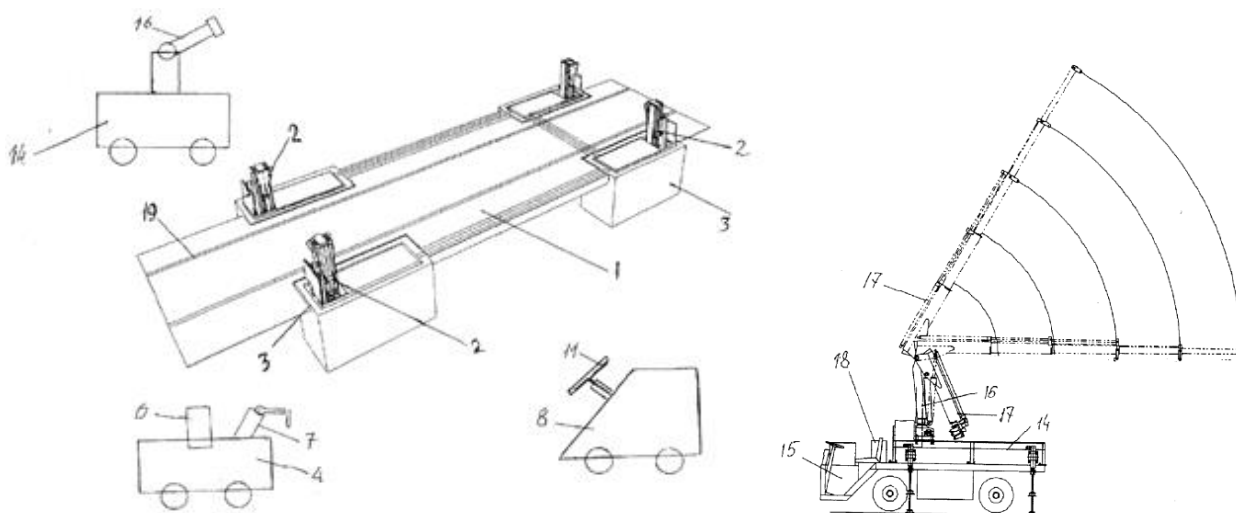


Рисунок 1 – Комплекс для ремонта грузовых вагонов

Комплекс для ремонта грузовых вагонов работает следующим образом.

На рабочую площадку 1 по рельсовому пути 19 между домкратами 2 устанавливают в позицию подъема ремонтируемый вагон и, управляя домкратом 2, поднимают вагон для ремонта. Для правки деформаций стенок вагона используют самоходную установку 4 для ремонта кузовов, с помощью крана-манипулятора 7 которой устанавливают на стенках вагона скобы для правки деформаций стенок (на чертеже не показано). Управляет процессом ремонта оператор, который располагается на подъемно-выкатной площадке 6.

Для замены и транспортировки люков грузового вагона используют манипуляторную установку 8 снятия и постановки люков грузовых вагонов, механизмом 11 подъема крышки люка с телескопической стрелой 12 которой производят захват и позиционирование люка. Управление манипуляторной установкой 8 производится оператором посредством дистанционного пульта

(на чертеже не показано) по радиоканалу, связанному с блоком 13 дистанционного управления.

Для снятия, погрузки/разгрузки и транспортировки автосцепки используют самоходную установку 14 замены автосцепки, на телескопической стреле 17 манипулятор 16 которой закрепляют груз-автосцепку.

С учётом вышесказанного отметим, что внедрение в производственный процесс рассмотренного комплекса несомненно повысит эффективность ремонта кузовов грузовых вагонов в условиях ремонтного депо.

Работа выполнена под руководством доцента Платонова А.А.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 58615-2019 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. – М: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
2. Балластная призма // РЕМСТРОЙПУТЬ [сайт] [2022]. - URL: <http://www.rails.ru/Spravochnye-materialy/Ballastnaya-prizma> (дата обращения: 27.01.2022)
3. Минаков Д.Е. Вопросы обеспечения безопасности движения подвижного состава в зимний период / 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.
4. Патент на полезную модель RU № 88321 Комплекс для ремонта грузовых вагонов / В.П. Толстов, А.И. Голышев, С.И. Андриющенко, Е.Н. Кривошеин, В.В. Манов, А.Л. Кропачев // опубл. 10.11.2009. Заявка № 2009121656/22 от 08.06.2009.
5. Платонова М.А. Инновационные колёсные машины для обслуживания железнодорожного пути / М.А. Платонова, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 198.
6. Платонов А.А. Особенности обеспечения безопасности движения в Европейском Союзе / А.А. Платонов // Воронежский научно-технический Вестник. 2013. Т. 2. № 4 (6). С. 50-57.
7. Платонов А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. 2014. Т. 3. № 2 (8). С. 80-86.
8. Платонов А.А. О существующих технологических решениях и средствах удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А.А. Платонов // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2018. № 49. С. 48-53.
9. Платонов А.А. Перспективные транспортные средства текущего содержания железнодорожного пути / А.А. Платонов, М.А. Платонова, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 135.
10. Платонов А.А. Перспективы внедрения инновационной путевой техники по сети железных дорог ОАО «РЖД» / А.А. Платонов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 1 (69). С. 69-72.

11. Платонов А.А. Специализированные машины обеспечения работ по удалению растительности на территориях инфраструктурных объектов / А.А. Платонов // Актуальные проблемы современного транспорта. 2021. № 2 (5). С. 5-11.
12. Платонов А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительности с эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. 2020. № 1. С. 65-68.
13. Платонов А.А. Технологические процессы удаления нежелательной растительности различными средствами механизации / А.А. Платонов // Resources and Technology. 2017. Т. 14. № 2. С. 33-48.
14. Рельсы железнодорожные // Railstorg [сайт] [2022]. - URL: <https://railstorg.ru/relsy-zheleznodorozhnye-vse-vidy-tipy-dlina-razmery/> (дата обращения: 23.01.2022)

УДК 625.144.6

Перспективные механизмы для зачистки полувагонов от остатков сыпучих грузов

Девин А.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Надёжность и безопасность перевозочного процесса [4] по сети железных дорог ОАО «РЖД» в настоящее время продолжает обеспечиваться применением большого количества различных способов и средств достижения указанной цели. В частности, это может быть внедрение новой современной техники [2, 8], отвечающей всем современным тенденциям мирового машиностроения, внедрение современных технологий [5-7, 9-11] по обслуживанию элементов железнодорожного пути, а также использование современных средств контроля и ремонта [14] пути и подвижного состава.

Так, для повышения эффективности и качества перевозки грузов может применяться различное технологическое оборудование, в том числе устройства для выгрузки из железнодорожных полувагонов сыпучего груза, в частности для зачистки слежавшихся остатков грузов со стенок и люков полувагонов [13].

В настоящее время выгрузка углей из полувагонов на коксохимических предприятиях осуществляется путем подачи полувагонов в ротор вагонопрокидывателя, который поворачивает полувагон с углем вместе с железнодорожной платформой, на которой он устанавливается, на 170-175° по отношению к вертикали. При этом уголь самотеком высыпается в приемные воронки, находящиеся под ротором вагонопрокидывателя.

В коксохимической промышленности используется большое количество углей, поступающих в полувагонах. Угли поступают различного гранулометрического состава, повышенной влажности и при различной температуре наружного воздуха, что приводит к налипанию или примерзанию

зимой угля к внутренним стенкам и к полу вагона. При этом использование антисмерзающих добавок поставщиком углей эффекта не дает.

Для полноты выгрузки угля из полувагона в роторном вагоноопрокидывателе его поворачивают дополнительно 2-3 раза. Многократные повороты полувагона ведут к увеличению времени простоя полувагона на выгрузке груза (угля), к дополнительному расходу электроэнергии, дополнительным затратам на обслуживание механизмов роторного вагоноопрокидывателя, снижают производительность труда. Персонал, занимающийся выгрузкой груза (угля), вынужден заходить в находящийся в роторе вагоноопрокидывателя полувагон, повернутый на 85° от вертикали, для проведения его зачистки вручную (скребками, лопатами, метлами).

Известны технические решения задачи окончательной зачистки полувагонов на роторных вагоноопрокидывателях способом обдува их внутренних поверхностей струями выхлопных газов из отработавшего свой ресурс в авиации реактивного двигателя [12], а также с использованием вибрационных устройств [1, 3], которые прижимаются к стенкам полувагона и при опрокидывании его включаются в работу. При этом вибрация передается на весь полувагон и конструкции роторного вагоноопрокидывателя. Существенными недостатками способа зачистки полувагонов от остатков сыпучего груза (угля) с использованием струй авиационного двигателя [12] являются те, что выхлопные отработанные газы авиадвигателя нарушают экологическую обстановку на рабочих местах в роторном вагоноопрокидывателе (шум, запыленность, повышенная температура), а также использование дополнительного топлива в больших количествах.

Для повышения надежности и производительности работы устройства при разгрузке примерзших и слежавшихся сыпучих и несипучих материалов из железнодорожных полувагонов и других транспортных средств, а также устранения вышеуказанных недостатков существующих механизмов, было разработано устройство для зачистки полувагонов от остатков сыпучих грузов, содержащее установленную на основании раму, в верхней части которой установлена тяга, шарнирно связанная с ломающимся рычагом с закрепленным на нем индуктором. Данное устройство содержит телескопическую раздвижную стрелу, закрепленную на передвижной тележке, установленную в свою очередь на рельсы и перемещаемую вдоль выгружаемого на роторном вагоноопрокидывателе железнодорожного вагона, причем на конце телескопической стрелы жестко закреплена механическая щетка с приводом ее вращения.

Работа устройства для очистки полувагонов производится в следующем порядке.

Устройство устанавливают на рельсовой площадке 1, на которой на скатах установлена тележка 2, снабженная электроприводом. Тележка 2 передвигается по рельсам площадки 1 вдоль ротора вагоноопрокидывателя с находящейся в нем платформой 7 с закрепленным на ней полувагоном 6. На тележке 2

монтируется телескопическая раздвижная стрела 4, на которой установлена механическая щетка 5 с электроприводом вращения.

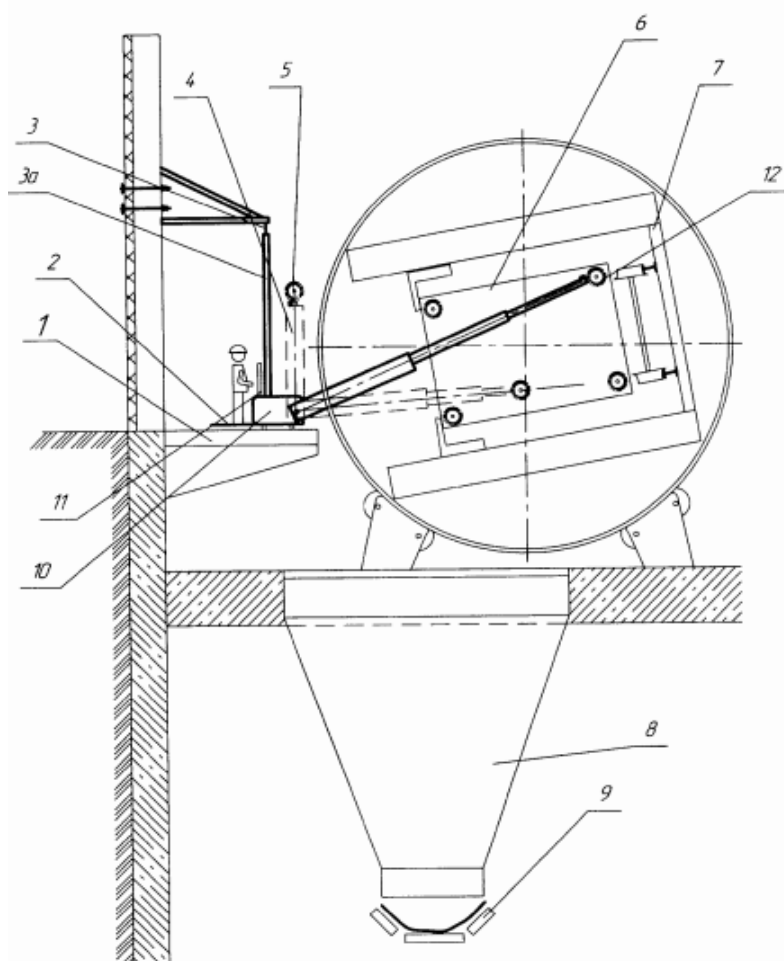


Рисунок 1 – Устройство для зачистки полувагонов от остатков сыпучих грузов

После опрокидывания полувагона и высыпания из него груза оператор роторного вагоноопрокидывателя с пульта управления 11 подает вращающуюся щетку внутрь полувагона при помощи телескопической стрелы. Угол наклона боковых стен вагона устанавливается в $100-110^{\circ}$ по отношению к вертикали. Оператор с пульта управления 11, прижав щетку к очищаемой поверхности, используя телескопическую раздвижную стрелу 4, включает щетку в работу. Щетка 5, непрерывно вращаясь, прижатая к зачищаемой поверхности стрелой 4, очищает стены, пол и двери вагона в любом месте по усмотрению оператора, сметая частицы оставшегося груза (угля) в воронки под ротором вагоноопрокидывателя 8.

С учётом вышесказанного отметим, что внедрение в производственный процесс рассмотренного устройства для выгрузки из железнодорожных полувагонов сыпучего груза, в частности для зачистки слежавшихся остатков грузов со стенок и люков полувагонов, несомненно повысит эффективность и качество перевозки грузов.

Библиографический список

1. Гидравлический вибратор: патент № 2433001 РФ: МПК В 06 В 1/18 / Попиков П.И., Юдин Р.В., Платонова М.А., Платонов А.А.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия». -2010114610/28; заявл. 12.04.2010; опубл. 10.11.2011.
2. Драпалюк М.В. Современные машины и оборудование для лесного хозяйства на комбинированном ходу / М.В. Драпалюк, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. С. 12.
3. Заболотный А.И. Зачистка железнодорожных саморазгружающихся вагонов от угля / Заболотный А.И., Шахтарин Р.А. // Кокс и Химия. – 1981. - №12. - с.30.
4. Минаков Д.Е. Вопросы обеспечения безопасности движения подвижного состава в зимний период / 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. Минаков Д.Е. Технологические схемы текущего содержания участков полосы отвода железных дорог // Д.Е. Минаков, А.А. Платонов, Е.Ю. Минаков // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 236-241.
6. Платонов А.А. Аутсорсинг в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов // Научное обозрение. 2017. № 8. С. 68-73.
7. Платонов А.А. Исследование и систематизация существующих технологических процессов удаления нежелательной растительности / А.А. Платонов // Системы. Методы. Технологии. 2020. № 3 (47). С. 63-73.
8. Платонов А.А. К вопросу обеспечения конкурентоспособности путевой техники / А.А. Платонов // В сборнике: Транспортный комплекс в регионах: опыт и перспективы организации движения. Материалы Международной научно - практической конференции. 2015. С. 123-127.
9. Платонов А.А. О существующих технологических решениях и средствах удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А.А. Платонов // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2018. № 49. С. 48-53.
10. Платонов А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительности с эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. 2020. № 1. С. 65-68.
11. Платонов А.А. Теоретическое обоснование степени распространённости технологического процесса / А.А. Платонов // Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 1. С. 23-31.

12. Сепар А.М. Пути технического перевооружения. / А.М. Сепар, Л.Г. Чехмер // Кокс и Химия. – 1981. - №12. - с.29-30.
13. Устройство для зачистки полувагонов от остатков сыпучих грузов: патент на полезную модель RU 73656 U1 / Беркутов Н.А., Сапегин А.Н., Сухов И.Ю., Черкашин С.Е., Царев Н.В.; заявл. 2007143284/22 от 21.11.2007; опубл. 27.05.2008.
14. Platonov A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A.A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. 2021. Т. 25. № 1. С. 115-122.

УДК 625.145

Вопросы совершенствования укладки железнодорожного пути

Денисова И.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

При строительстве, ремонте и реконструкции железнодорожного пути с целью его поддержания в надлежащем состоянии немаловажным является внедрение и дальнейшее применение современных средств [1, 9, 10] механизации укладки железнодорожного пути.

Традиционные путеукладчики на рельсовом ходу (рис. 1, а) представляют собой поезд, который состоит из локомотива, укладочного крана, железнодорожных платформ, оборудованных роликами для перемещения по ним пакетов звеньев рельсошпальной решётки, и одной или нескольких моторных платформ для транспортировки пакетов звеньев вдоль состава.



Рисунок 1 – Укладчики железнодорожного пути
а) укладочный кран УК-25/9-18; б) путеукладчик ПБ-3М

Отдельное внимание уделяется в настоящее время технике на комбинированном ходу [3, 6, 7, 12]. В частности, путеукладчик ПБ-3М (рис. 1, б) предназначен для укладки или разборки железнодорожного пути звеньями с рельсами до Р65 длиной 25 метров на деревянных или железобетонных шпалах [15]. Путеукладчик состоит из тягача Т-100М (Т-100МЗ, Т-130), снабженного комбинированным ходом [11, 13, 14], и прицепного оборудования. Прицепная укладочная часть представляет собой сварную трубчатую ферму, шарнирно

опирающуюся жесткой порталной рамой на две гусеничные тележки. Путьукладочная часть имеет три варианта сборки, отличающиеся между собой высотой портала и длиной фермы. Путьукладчик полностью электрифицирован. Питание механизмы получают от генератора, установленного на базовом тракторе, а обслуживают машину 5 человек.

Тем не менее, инженерная мысль не стоит на месте, и изобретатели предлагают новые всё более совершенные машины и механизмы, позволяющие повысить производительность труда при снижении эксплуатационных издержек [5, 8]. Так, с целью увеличения мобильности и способности прибыть к месту производства работ при любых условиях местности, увеличения жесткости грузоподъемного органа и конструкции в целом, повышения устойчивости при монтаже (демонтаже) и в движении при поднятом звене рельсошпальной решетки, максимальном использовании конструктивных элементов, серийно выпускаемых промышленностью страны, снижении давления на земляное полотно, увеличения грузоподъемности для обеспечения возможности монтажа (демонтажа) звена длиной 25 м как на деревянных, так и на железобетонных шпалах был предложен железнодорожный путьукладчик на серийно выпускаемом базовом четырехосном шасси типа БА3 (рис. 2):

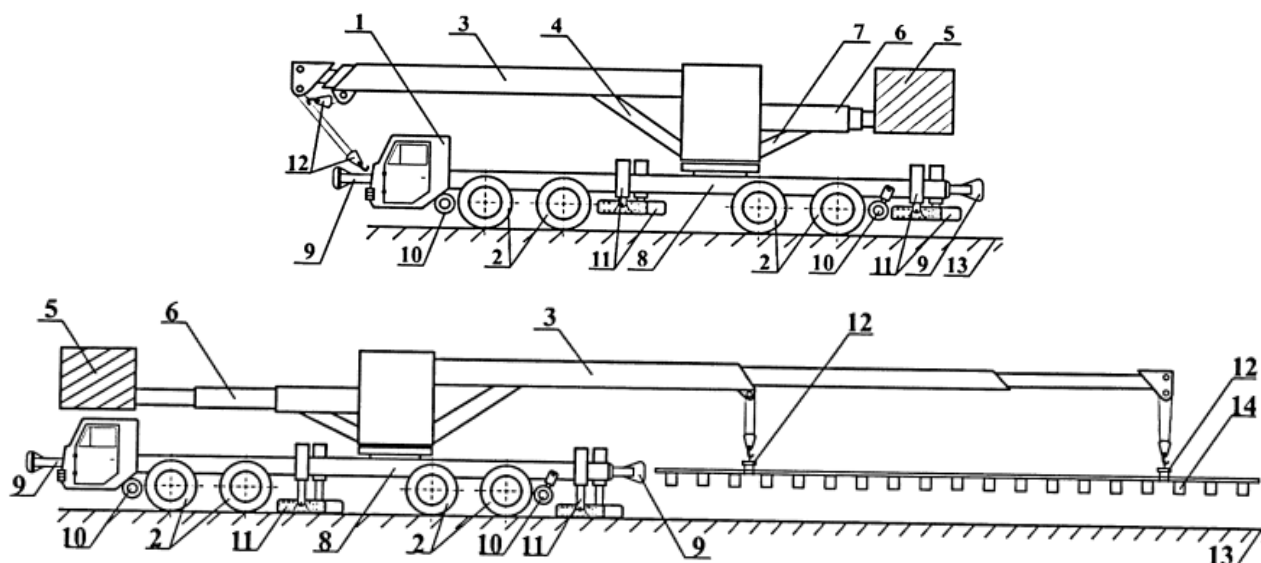


Рисунок 2 – Железнодорожный путьукладчик на шасси БА3

Особенностью данного путьукладчика [2] является заниженная кабина водителя, что обеспечивает возможность выдвигания противовеса на большую длину, а также четыре гусеничные тележки с гидравлическим приводом. Путьукладчик обладает двумя железнодорожными колесными парами с гидравлическим приводом (так называемый «комбинированный ход»), что позволяет данному техническому средству перемещаться по рельсам [4], выполняя возложенные на него задачи.

Грузоподъемный орган представляет собой консольную телескопическую стрелу, несущую рельсовые захваты и с обратной стороны противовес на телескопической стреле, установленные на поворотной платформе.

Телескопическая стрела как грузоподъемного органа, так и противовеса имеют упоры, что обеспечивает дополнительную жесткость конструкции, при этом базовое шасси выполнено с восемью пневмоколесами на четырех ведущих осях, разнесенных вдоль рамы.

Кроме этого, гусеничные тележки, расположенные на раме базового шасси посредством гидравлического привода перемещаются в горизонтальном и вертикальном положении относительно железнодорожного путеукладчика. В вертикальной плоскости гусеничные тележки занимают положение на уровне пневмоколес базового шасси, по горизонтали на максимально возможную ширину исходя из габаритных размеров земляного полотна, в движении с поднятым и перемещаемым звеном данные гусеничные тележки выполняют функцию подвижных опор тем самым в месте с пневмоколесами базового шасси обеспечивают устойчивость путеукладчика железнодорожного за счет большего количества опор и значительного пятна опирания на земляное полотно. Кроме того, при работе кранового органа, в противоположную сторону от груза выдвигается противовес увеличенного веса и длины телескопической стрелы, что также повышает устойчивость путеукладчика и увеличивает его грузоподъемность.

Путеукладчик работает следующим образом.

К месту укладки звеньев 14 рельсошпальной решетки железнодорожного пути путеукладчик прибывает, перемещаясь базовым шасси 1 с опиранием рамы 8 на обычные колеса 2. Затем своим задним концом путеукладчик размещается напротив ранее уложенного звена 14 или в начале зоны укладки звеньев. Гусеничные тележки 11 гидроцилиндрами выдвигаются в горизонтальном положении относительно рамы 8 на максимально возможную длину и опускаются на земляное полотно 13. В этот момент железнодорожные колесные пары с гидроприводом 10 находятся в поднятом состоянии, телескопическая стрела 3 – в выдвинутом положении, противовес 5 выдвинут на телескопической стреле 6. К месту укладки железнодорожного пути известными способами по ранее уложенному пути доставляют железнодорожные платформы или путевые тележки с пакетами звеньев 14 рельсошпальной решетки. Платформы или звенья рельсошпальной решетки на путевых тележках подают в сторону путеукладчика железнодорожного до упора их в выступающий установленный на торцевой части рамы 8 задний железнодорожный автосцеп 9 который при этом выполняет функцию буфера, подводя тем самым пакеты со звеньями под стрелу путеукладчика. Затем рельсовые захваты 12 опускаются на верхнее звено 14 пакета звеньев и звено поднимается до ограничителей подъема. Путеукладчик с поднятым звеном 14 перемещается на длину звена, канатноблочной системой стрелы звено 14 опускается на расстояние 50-100 мм от земляного полотна, стыкуется с ранее уложенным звеном и укладывается на земляное полотно 13. Платформы или звенья рельсошпальной решетки на путевых тележках подают в сторону путеукладчика на длину уложенного звена и процесс укладки повторяется.

Достоинством данного путеукладчика является то, что его быстрый перевод в рабочее или транспортное положение исключает разрушение

основной площадки земляного полотна при работе, повышает производительность при укладке звеньев на прямых и кривых участках пути и обеспечивает высокую мобильность самого путеукладчика.

С учётом вышесказанного отметим, что внедрение в производственный процесс рассмотренного путеукладчика несомненно повысит эффективность технического обслуживания и ремонта железнодорожного пути.

Работа выполнена под руководством доцента Платонова А.А.

Библиографический список

1. Даниленко П.Н. Развитие механизированной укладки пути и путеукладочных средств в железнодорожных войсках в послевоенный период с 1945 года по настоящее время / П.Н. Даниленко, С.Б. Дегтев // В сборнике: Специальная техника и технологии транспорта. Сборник научных статей. Санкт-Петербург - Петергоф, 2021. С. 6-10.
2. Патент на полезную модель RU № 170739 Путеукладчик железнодорожный / Д.А. Жарый // опубл. 04.05.2017. Заявка № 2016128107 от 11.07.2016.
3. Платонов А.А. Анализ специализированной классификации рельсомобилей / А.А. Платонов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2015. Т. 15. № 5. С. 124-128
4. Платонов А.А. Анализ энергетических характеристик двигателей автомобильной техники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, А.Ю. Коверина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 212-215
5. Платонова М.А. Инновационные колёсные машины для обслуживания железнодорожного пути / М.А. Платонова, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 198.
6. Платонов А.А. К вопросу обеспечения транспортной доступности отдаленных населенных пунктов дорожно-рельсовыми автобусами / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2017. № 1. С. 45-49
7. Платонов А.А. Легковые автомобили-внедорожники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 182.
8. Платонов А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. 2014. Т. 3. № 2 (8). С. 80-86.
9. Платонов А.А. Перспективные транспортные средства текущего содержания железнодорожного пути / А.А. Платонов, М.А. Платонова, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 135.
10. Платонов А.А. Перспективы внедрения инновационной путевой техники по сети железных дорог ОАО «РЖД» / А.А. Платонов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 1 (69). С. 69-72.
11. Платонов А.А. Сервисное обслуживание техники на комбинированном ходу при текущем содержании железнодорожного пути / А.А. Платонов // Вестник

- Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 196-199
12. Платонов А.А. Социальная значимость организации пассажирских перевозок дорожно-рельсовыми транспортными средствами / А.А. Платонов // Ученые заметки ТОГУ. 2015. Т. 6. № 1. С. 109-113
 13. Платонов А.А. Специализированные грузовые транспортные средства на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселёва // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 179-183
 14. Платонов А.А. Унификация названий транспортных средств на комбинированном ходу / А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 224.
 15. Путькладчик порталный тракторный ПБ-3М [Электронный ресурс] // TECHSTORY [сайт] [2022]. – URL: http://www.techstory.ru/zd/zd_pb3m.htm (дата обращения: 23.03.2022)

УДК 625.145

**Некоторые аспекты совершенствования технических средств укладки
железнодорожного пути**

Жданов Н.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

В настоящее время по сети железных дорог ОАО «РЖД» продолжает оставаться актуальным вопрос повышения безопасности движения грузовых и пассажирских поездов. Как отмечается в [1] ежегодно на сети железных дорог растут скорости движения, увеличивается вес поездов, совершенствуются элементы верхнего строения пути. Все эти нововведения требуют постоянной адаптации и оптимизации к местным условиям ремонта и эксплуатации инфраструктуры, а также к введению инновационных технологий и технических средств для текущего содержания и ремонта железнодорожного пути.

При выполнении работ по укладке железнодорожного пути (ремонте, с целью поддержания его в надлежащем состоянии, или устройстве нового пути) немаловажным является разработка, проектирование, конструирование и внедрение в производство современных [4, 7, 9, 10] технических средств (машин и механизмов), предназначенных для укладки железнодорожного пути.

В целом, к специфике выполнения работ вдоль полосы отвода железных дорог относится линейный характер их производства [8, 14, 18], т.е. строительство (или иные работы) производятся последовательно вдоль протяженности пути, начиная с исходной его точки и вплоть до конечной. Железнодорожно-строительные работы при своем проведении зависят от множества условий - топографического, геологического, гидрологического, погодного-климатического характера и других.

Укладка железнодорожного полотна относится к очень трудоемким и дорогостоящим процессам. Монтажные работы на железнодорожных путях включают в себя загрузку и выгрузку материалов верхнего строения пути, вынос оси пути на земляное полотно, монтаж звеньев рельсошпальной решетки и стрелочных переводов, а также их транспортировку к месту проведения работ (рис. 1).



Рисунок 1 – Укладочный комплекс с низким расположением стрелы и работой без переворота звена

Для повышения эффективности рассматриваемого производственного процесса инженеры постоянно пытаются предложить к внедрению всё новые и новые технические средства, способные увеличить производительность и повысить качество работ по укладке рельсошпальной решетки.

Так, в [16] был предложен тягач с гусеничными тележками (рис. 2), установленными на раме, и грузоподъемным органом с рельсовыми захватами. Данный грузоподъемный орган представляет собой консольную телескопическую стрелу, несущую рельсовые захваты и установленную на раме с поворотными приводами в вертикальной плоскости и в горизонтальной плоскости. Один конец рамы соединен с тягачом на пневмоколесах, а на втором конце рамы с обеих ее сторон установлены пневмоколеса и гусеничные тележки. Каждая гусеничная тележка установлена на раме при помощи двух тяг, разнесенных вдоль рамы с возможностью взаимодействия с установленными на раме пневмоколесами для поднятия их и вывода за заднюю торцевую часть рамы.

Однако указанный путеукладчик обладает недостатками. Базовое шасси путеукладчика имеет лишь пневмоколесный ход, что исключает использование путеукладчика на участках строительства, изолированных от автомобильных дорог, в болотистых местностях, в местах где отсутствует возможность подъезда к железнодорожному пути по автомобильным или грунтовым дорогам, т.е. исключается использование его на широком фронте работ, что снижает мобильность путеукладчика; базовое шасси, грузоподъемный орган, гусеничные тележки требуют специального изготовления, что снижает экономическую и технологическую эффективность; конструкция тягача, рамы и грузоподъемного органа при движении по оси пути с поднятым звеном рельсошпальной решетки не обеспечивает устойчивость путеукладчика, тем самым не выполняются условия безопасной эксплуатации грузоподъемных машин, габаритные размеры и конструктивные особенности (поворотносочлененная рама) не позволяют передвигаться по дорогам общего пользования (или проселочным) с надлежащей скоростью, что увеличивает время на перемещение к месту работ.

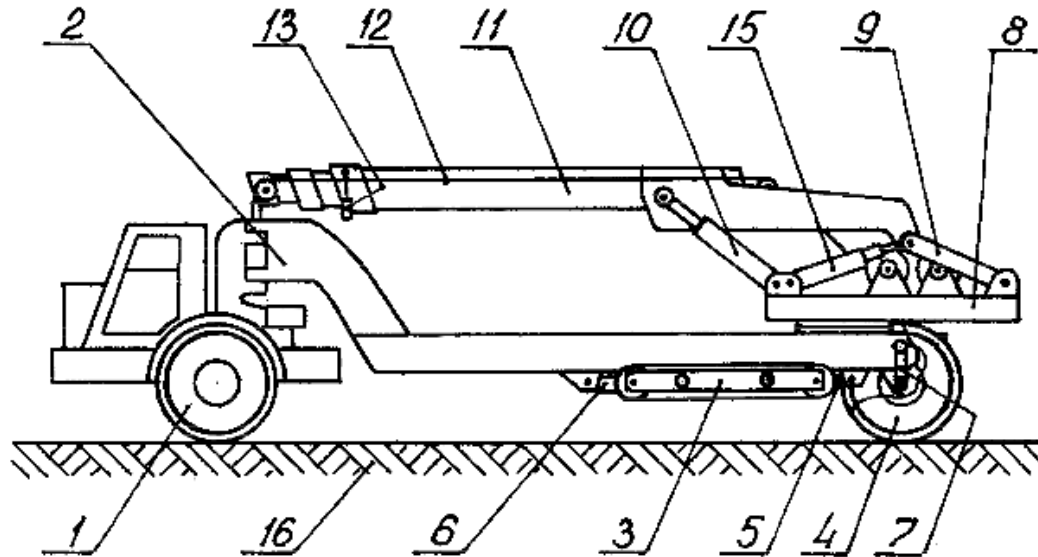
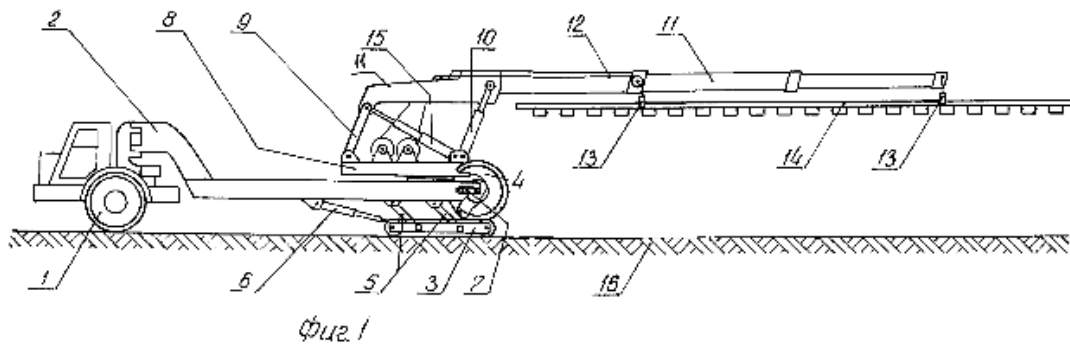


Рисунок 2 – Путькладчик на базе тягача

С учётом вышесказанного отдельное внимание уделяется в настоящее время технике на комбинированном ходу [2, 5, 6, 11-13], которая может перемещаться как по автомобильным, так и по железным дорогам [15].

Так, в [17] был рассмотрен железнодорожный путькладчик на шасси КамАЗ [3], содержащем серийно выпускаемое базовое шасси, четыре гусеничные тележки с гидравлическим приводом, две железнодорожные колесные пары с гидравлическим приводом, передняя и задние автосцепки, установленные на раме, и грузоподъемный орган с рельсовыми захватами, смонтированный на раме. Грузоподъемный орган представляет собой консольную телескопическую стрелу, несущую рельсовые захваты и с обратной стороны противовес на телескопической стреле, установленные на поворотной платформе, установленной на упомянутой раме шасси, при этом базовое шасси выполнено с пневмоколесами, разнесенными вдоль рамы. Кроме этого, гусеничные тележки, расположенные на раме базового шасси посредством гидравлического привода перемещаются в горизонтальном и вертикальном положении относительно путькладчика железнодорожного. В вертикальной плоскости гусеничные тележки занимают положение на уровне пневмоколес базового шасси, по горизонтали на максимально возможную ширину исходя из габаритных размеров земляного полотна, в движении с поднятым и перемещаемым звеном данные гусеничные тележки выполняют функцию подвижных опор тем самым обеспечивая устойчивость путькладчика за счет

большого количества опор и значительного пятна опирания на земляное полотно. Кроме того, при работе кранового органа, в противоположную сторону от груза выдвигается противовес, что также повышает устойчивость путеукладчика.

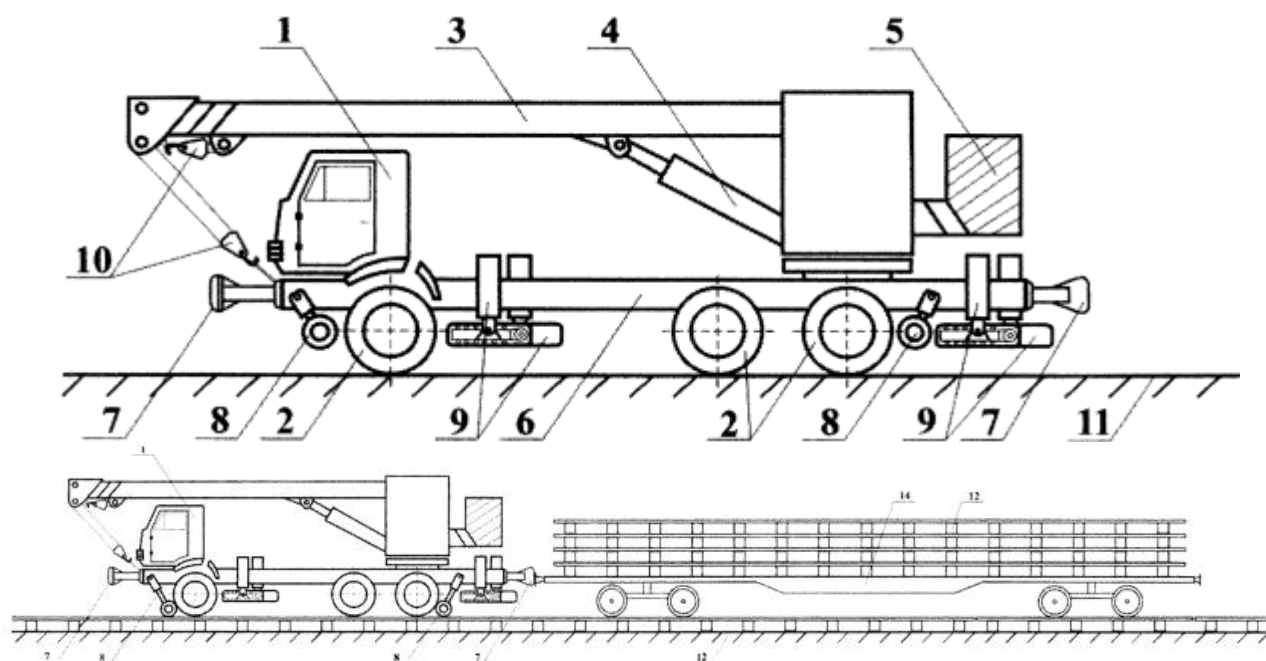


Рисунок 3 – Железнодорожный путеукладчик на шасси КамАЗ

Рассмотренный путеукладчик позволяет существенно увеличить мобильность и способность прибыть к месту производства работ в любых условиях местности, обеспечить движение по автомобильным и железным дорогам с установленными скоростями, за счет использования противовеса и выдвигаемых гусеничных тележек повысить устойчивость при монтаже (демонтаже) и в движении при поднятом звене рельсошпальной решетки, максимально использовать конструктивные элементы, серийно выпускаемые промышленностью страны, что существенно снизит затраты и упростит процесс производства данного путеукладчика.

С учётом вышесказанного отметим, что внедрение в производственный процесс рассмотренного путеукладчика несомненно повысит эффективность технического обслуживания и ремонта железнодорожного пути.

Работа выполнена под руководством доцента Платонова А.А.

Библиографический список

1. Бирюков М.С. Инновационные технологии и технические средства // Евразия-Вести: транспортная газета. – 2018. – №11. – С. 13-14.
2. Платонов А.А. Анализ специализированной классификации рельсомобилей / А.А. Платонов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2015. Т. 15. № 5. С. 124-128
3. Платонов А.А. Анализ энергетических характеристик двигателей автомобильной техники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, А.Ю.

- Коверина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 212-215
4. Платонова М.А. Инновационные колёсные машины для обслуживания железнодорожного пути / М.А. Платонова, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 198.
 5. Платонов А.А. К вопросу обеспечения транспортной доступности отдаленных населенных пунктов дорожно-рельсовыми автобусами / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2017. № 1. С. 45-49
 6. Платонов А.А. Легковые автомобили-внедорожники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 182.
 7. Платонов А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. 2014. Т. 3. № 2 (8). С. 80-86.
 8. Платонов А.А. О существующих технологических решениях и средствах удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А.А. Платонов // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2018. № 49. С. 48-53.
 9. Платонов А.А. Перспективные транспортные средства текущего содержания железнодорожного пути / А.А. Платонов, М.А. Платонова, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 135.
 10. Платонов А.А. Перспективы внедрения инновационной путевой техники по сети железных дорог ОАО «РЖД» / А.А. Платонов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 1 (69). С. 69-72.
 11. Платонов А.А. Сервисное обслуживание техники на комбинированном ходу при текущем содержании железнодорожного пути / А.А. Платонов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 196-199
 12. Платонов А.А. Социальная значимость организации пассажирских перевозок дорожно-рельсовыми транспортными средствами / А.А. Платонов // Ученые заметки ТОГУ. 2015. Т. 6. № 1. С. 109-113
 13. Платонов А.А. Специализированные грузовые транспортные средства на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселёва // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 179-183
 14. Платонов А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительности с эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. 2020. № 1. С. 65-68.
 15. Платонов А.А. Унификация названий транспортных средств на комбинированном ходу / А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 224.

16. Путькладчик: патент № 2140478 МПК E01B29/02, B62D55/04, B66C23/00 / Власов П.В., Лемешко В.И., Сипачев П.А., Лебедев Н.И., Коновалов С.В. - 99106355/28; заявл. 24.03.1999; опубл. 24.03.1999
17. Путькладчик железнодорожный: патент на полезную модель № 161483 МПК E01B29/02, B62D55/02 / Жарый Д.А. - 2015140393/11; заявл. 22.09.2015; опубл. 20.04.2016
18. Platonov A.A. Visualization of volumes of works for removing unwanted vegetation from the territory of infrastructural objects / A.A. Platonov, L.N. Bogdanova // Colloquium-journal. 2020. № 2-2 (54). С. 143-148.

УДК 625.145

Машины для вырезки загрязненного балласта железнодорожного пути

Сухова М.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Для сети железных дорог ОАО «РЖД» в настоящее время продолжает оставаться актуальным вопрос повышения безопасности движения грузовых и пассажирских поездов. Как отмечается в [2] ежегодно на сети железных дорог растут скорости движения, увеличивается вес поездов, совершенствуются элементы верхнего строения пути. Все эти нововведения требуют постоянной адаптации и оптимизации к местным условиям ремонта и эксплуатации инфраструктуры, а также к введению инновационных технологий и технических средств для текущего содержания и ремонта железнодорожного пути.

В целом, к специфике выполнения работ вдоль полосы отвода железных дорог относится линейный характер их производства [8, 9, 16], т.е. строительство (или иные работы) производятся последовательно вдоль протяженности пути, начиная с исходной его точки и вплоть до конечной. Железнодорожно-строительные работы при своем проведении зависят от множества условий - топографического, геологического, гидрологического, погодного-климатического характера и других.

При выполнении работ по ремонту железнодорожного пути немаловажным является разработка, проектирование, конструирование и внедрение в производство современных [4, 7, 10, 11] технических средств (машин и механизмов).

В настоящее время для глубокой вырезки и очистки балластной призмы на железных дорогах России широко используется щебнеочистительная машина СЧ-601 [19], выпускаемая на ОАО КЗ «Ремпутьмаш», дочернем предприятии ОАО «РЖД» (рис. 1):

Однако, как отмечается в [1] для машины СЧ-601 характерна низкая рабочая скорость из-за высокой глубины вырезки балласта и возникающих сопротивлений, что весьма значительно влияет на продолжительность выполнения путевых работ на перегонах при капитальном и среднем ремонтах пути.



Рисунок 1 – Щебнеочистительная машина СЧ-601

Для повышения эффективности рассматриваемого производственного процесса инженеры постоянно пытаются предложить к внедрению всё новые и новые технические средства, способные увеличить производительность и повысить качество работ по ремонту железнодорожного пути, уделяя при этом внимание технике на комбинированном ходу [3, 5, 6, 12-14], которая может перемещаться как по автомобильным, так и по железным дорогам [15, 17].

В [18] была предложена щебнеочистительная машина для вырезки загрязненного балласта на съездах и стрелочных переводах, в местах локальных выплесков и на уравнильных пролетах с погрузкой вырезанного балласта в состав для засорителей и укладкой нового балласта под путевую решетку.

Щебнеочистительная машина снабжена двумя выгребными роторами для вырезки балласта у торцов шпал и двумя выгребными устройствами, каждое из которых содержит замкнутую выгребную цепь с зубьями. Указанная цепь состоит из трех частей - первой части, расположенной горизонтально, второй части, расположенной под углом к первой части, и средней части, расположенной между первой и второй частями, и служит для вырезки балласта под рельсошпальной решеткой. Подвеска к раме машины выгребных устройств, предназначенных для вырезки балласта под рельсошпальной решеткой, осуществляется посредством стрелы. Стрела выполнена с возможностью подъема и поворота, один ее конец шарнирно закреплен на раме машины непосредственно или через промежуточные металлоконструкции, а к другому концу шарнирно подвешено устройство для вырезки балласта под рельсошпальной решеткой железнодорожного пути, при этом стрела также может быть выполнена телескопической.

Щебнеочистительная машина содержит следующие основные части (рис. 2):

- раму 1, опирающуюся на две ходовые тележки 2 и оборудованную типовыми автосцепками подвижного состава;

- правый 3 и левый 4 выгребные устройства, предназначенные для вырезки загрязненного балласта из-под рельсошпальной решетки стрелочного перевода или съезда. Выгребные устройства соединены с порталом 5 рамы машины с помощью телескопических стрел 6. Перемещение каждой стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях осуществляется индивидуально с помощью механизма манипуляции 7;

- правый 8 и левый 9 роторы, предназначенные для нарезки траншей по торцам шпал с целью последующего опускания в них нижних горизонтальных участков направляющих корпусов выгребных устройств (зарядка машины). Вырезанный роторами балласт поступает на наклонный конвейер 13. На этот же конвейер, предварительно пройдя по конвейеру 12, поступает загрязненный балласт, вырезанный левым выгребным устройством 4, а также, с помощью съемного конвейера 15, подается загрязненный балласт, вырезанный правым выгребным устройством 3. Съемный конвейер 15 служит связующим звеном между машиной и выгребным устройством, вырезающим загрязненный балласт со второго пути. Монтаж съемного конвейера 15 осуществляется с помощью крана 11.

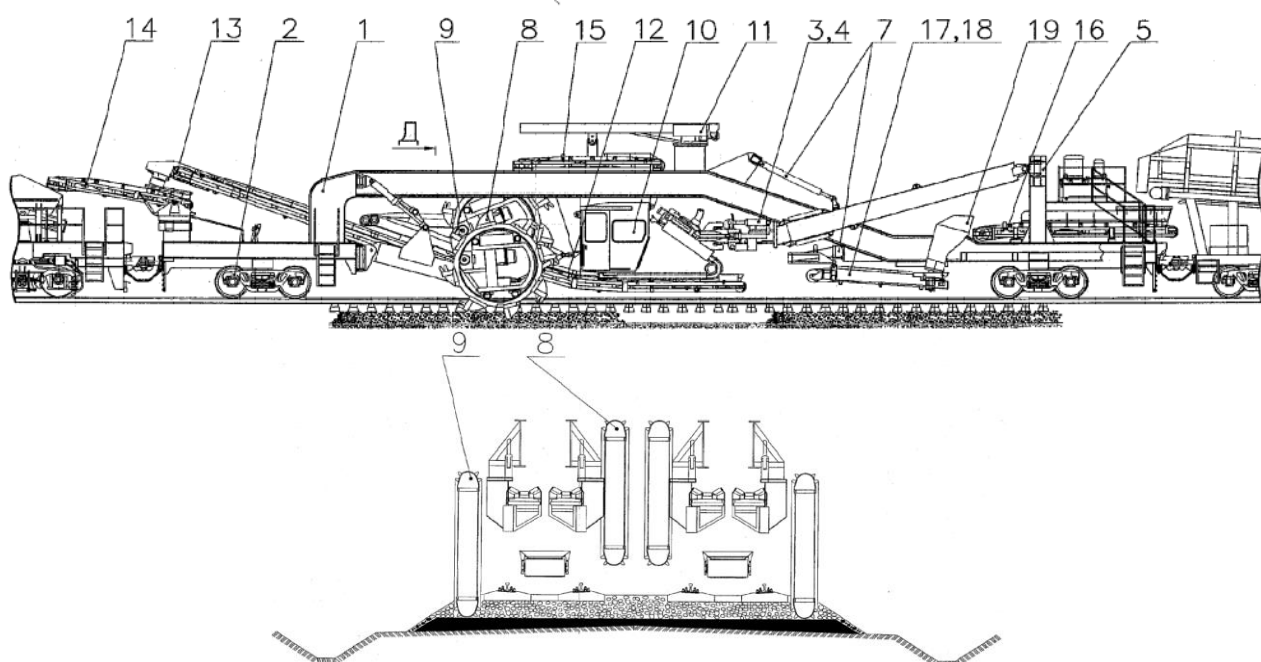


Рисунок 2 – Щебнеочистительная машина

- наклонный 13 и поворотный 14 конвейеры, предназначенные для подачи вырезаемого роторами и выгребными устройствами балласта в состав для засорителей;

- один горизонтальный конвейер 16 предназначенный для приема чистого щебня из универсальных полувагонов состава для засорителей и последующей передачи чистого щебня в бункер-распределитель 19 для распределения щебня между конвейерами 17 и 18 укладки чистого щебня. Поворотные конвейеры 17 и 18 обеспечивают равномерное распределение чистого щебня под рельсошпальными решетками правого и левого пути очищаемого съезда;

кабину управления 10 для размещения постов управления рабочими органами.

Данная путевая машина позволяет производить вырезку загрязненного балласта в местах локальных выплесков, на уравнильных пролетах, на съездах и стрелочных переводах с одного пути, не требуя больших затрат времени на изменение ширины зоны выемки загрязненного щебня

С учётом вышесказанного отметим, что внедрение в производственный процесс рассмотренной машины несомненно повысит эффективность технического обслуживания и ремонта железнодорожного пути.

Работа выполнена под руководством доцента Платонова А.А.

Библиографический список

1. Анферов В.Н. Использование рабочего органа с горизонтальными роторами на щебнеочистительной машине / В.Н. Анферов, А.В. Зайцев // Экономика железных дорог. 2013. № 5. С. 68-75
2. Бирюков М.С. Инновационные технологии и технические средства // Евразия-Вести: транспортная газета. – 2018. – №11. – С. 13-14.
3. Платонов А.А. Анализ специализированной классификации рельсомобилей / А.А. Платонов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2015. Т. 15. № 5. С. 124-128
4. Платонова М.А. Инновационные колёсные машины для обслуживания железнодорожного пути / М.А. Платонова, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 198.
5. Платонов А.А. К вопросу обеспечения транспортной доступности отдаленных населенных пунктов дорожно-рельсовыми автобусами / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2017. № 1. С. 45-49
6. Платонов А.А. Легковые автомобили-внедорожники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 182.
7. Платонов А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. 2014. Т. 3. № 2 (8). С. 80-86.
8. Платонов А.А. О степени распространенности технологических операций воздействия на растительность / А.А. Платонов, М.А. Платонова // В сборнике: Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 154-155.
9. Платонов А.А. О существующих технологических решениях и средствах удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А.А. Платонов // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2018. № 49. С. 48-53.
10. Платонов А.А. Перспективные транспортные средства текущего содержания железнодорожного пути / А.А. Платонов, М.А. Платонова, Н.Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 135.
11. Платонов А.А. Перспективы внедрения инновационной путевой техники по сети железных дорог ОАО «РЖД» / А.А. Платонов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 1 (69). С. 69-72.
12. Платонов А.А. Сервисное обслуживание техники на комбинированном ходу при текущем содержании железнодорожного пути / А.А. Платонов // Вестник

- Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 196-199
13. Платонов А.А. Социальная значимость организации пассажирских перевозок дорожно-рельсовыми транспортными средствами / А.А. Платонов // Ученые заметки ТОГУ. 2015. Т. 6. № 1. С. 109-113
 14. Платонов А.А. Специализированные грузовые транспортные средства на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселёва // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 179-183
 15. Платонов А.А. Специализированные машины обеспечения работ по удалению растительности на территориях инфраструктурных объектов / А.А. Платонов // Актуальные проблемы современного транспорта. 2021. № 2 (5). С. 5-11.
 16. Платонов А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительности с эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. 2020. № 1. С. 65-68.
 17. Платонов А.А. Унификация названий транспортных средств на комбинированном ходу / А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 224.
 18. Путевая машина и система подвески ее рабочих органов: патент на полезную модель № 101453 МПК E01B 27/06 / Ульянов Г.Н, Никоноров А.Г., Скрипка С.Л. - 2010122654/11; заявл. 03.06.2010; опубл. 20.01.2011
 19. Шубин А.А. Повышение эффективности использования щебнеочистительных машин / А.А. Шубин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7-5. С. 89-91.

Необходимость модернизации оборудования участков текущего отцепочного ремонта вагонов

Востриков О.Н.

Руководитель: Соломонов К.Н.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Исследование состояния оборудования участков текущего отцепочного ремонта (ТОР) вагонов позволяет сделать вывод, что большинство вагонных депо были построены в середине или даже в начале прошлого века. С тех пор модернизация оборудования в таких депо производилась частично, либо не производилась вовсе. На участке ТОР имеются проблемы при осуществлении маневровых работ для подачи вагонов на участок и с запасных путей на ремонтные позиции.

Промышленные предприятия, складские базы, порты, терминалы имеют на своей территории железнодорожные подъездные пути. В производственном процессе постоянно возникает необходимость в перемещении вагонов, перегон вагонов в тупики, очистки путей от снега и т.п. Обычно для этого применяют

маневровые или обычные тепловозы, а также различную железнодорожную спецтехнику.

Эффективность обычного маневрового тепловоза на современном предприятии снижается и падает почти до нуля при обслуживании небольшого вагонного парка. т.е. существует нижняя планка, при которой эксплуатация маневрового тепловоза оказывается просто убыточной (расход топлива, стоимость технического обслуживания и содержания депо – либо арендные платежи и т.п.).

Сегодня вагоны подаются в депо с помощью маневровых локомотивов. В виду того, что объем ремонта в депо невелик, использование локомотив экономически не целесообразно. Затраты на облуживание указанных локомотивов, их ремонт и расходы на топливо увеличивают стоимость ремонта вагонов. При выполнении ремонта вагонов необходима более частая их подача с запасных путей на позиции ремонта, что при использовании локомотива нецелесообразно, а зачастую и невозможно. Более частая подача вагонов позволит сократить время ремонта и увеличить выпуск вагонов.

В связи с этим во многих депо имеется необходимость во внедрении оборудования для подачи вагонов на участок. Это позволит сделать перемещение вагонов по территории депо независимым от наличия свободных станционных локомотивов, ускорит время подачи, сделает ремонт вагонов намного дешевле и позволит увеличить количество отремонтированных вагонов.

Для осуществления маневровых работ целесообразно использовать универсальную рельсовую машину – локомотив «МАРТ», выполненный на основе автомобиля Урал, КамАЗ или ЗИЛ.

Преимущества локомотива «МАРТ» перед обычными маневровыми тепловозами:

- многократное сокращение эксплуатационных расходов (по сравнению с маневровым тепловозом);

- возможность эксплуатации в качестве полноценного грузового автомобиля. Причем, при необходимости, вся навеска для движения по ж/д путям демонтируется в течение 2-х часов и, машину можно эксплуатировать в автомобильном режиме без каких-либо ограничений. При установленном железнодорожном оборудовании возможны кратковременные перевозки грузов по автодорогам (до 100км), ввиду повышенной нагрузки на подвеску машины;

- возможность построения оптимальных графиков движения при решении задач буксировки и маневрирования, за счет возможности следования к месту выполнения работ и обратно не по железной дороге, а по автомобильной;

- возможность применения локомотива «МАРТ» в качестве ремонтного, диагностического и линейного рельсового транспортного средства;

- при установке соответствующего навесного оборудования появляется возможность применения автомобиля для расчистки путей от снега, от веток деревьев и кустарников.

Локомотив «МАРТ» устанавливается на рельсы на любом ж/д переезде или подходящей площадке с углубленными рельсовыми путями. При помощи гидравлической системы передние и задние катки устанавливаются на ж/д пути, приподнимая передний мост над уровнем рельса. Задние катки служат направляющими опорами, препятствующими поперечному перемещению задних колес локомотива. Колея приводных колес совпадает с рельсовой колеей, а колея управляемых колес шире рельсовой колеи. Тяговое усилие на рельсы передается посредством задних ведущих колес.

Пары рельсовых колес установлены с возможностью перемещения относительно приводных колес (применяется уникальный следящий механизм, не допускающий ослабления контакта ведущих колес с поверхностью рельса). Благодаря данному техническому решению удельная сила тяги (торможения) машины при движении по рельсам кратно превышает аналогичный показатель для стальных колес, а рельсовые колеса сохраняют надежный контакт с рельсами при любых условиях.

Движителем являются задние колеса базового шасси, что создает следующее преимущество: тяговое усилие ограничено коэффициентом трения резина-сталь и весом, приложенным к задним осям локомотива. Коэффициент трения резина/сталь ориентировочно в три раза выше коэффициента трения сталь-сталь, что позволяет локомотиву перемещать небольшие составы (до 10 вагонов). При движении по автомобильной дороге удерживающие тележки с рельсовыми колесами подняты и зафиксированы;

Шасси локомотива предназначено для комплектации оборудованием и движения по автомобильным дорогам и железнодорожным путям колеи 1520мм. Транспортная база – шасси Урал, КамАЗ, ЗИЛ.

На шасси базового автомобиля дорабатываются рама, передний мост, задние мосты и их подвеска, вводятся детали крепления оборудования для движения по рельсам, в том числе гидравлического и электрооборудования, а также оборудование и приборы, необходимые при движении по железной дороге. Оборудование для движения по железной дороге включает в себя переднюю и заднюю тележки для удержания на рельсах, гидравлическую систему, электрогидравлическую систему управления рельсовым ходом.

Основным преимуществом локомотива является его использование в качестве альтернативы традиционному подвижному составу (маневровые тепловозы, вагона толкатели и т.п.) в случаях, когда использование такового экономически или организационно нецелесообразно. Использование локомотива позволит радикально изменить структуру транспортных расходов, безопасность операций и эффективность логистики.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквилибрии» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного

- государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
 3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
 4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
 5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
 6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
 7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
 8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
 9. Соломонов К.Н., Абашкин В.П. Возможности компьютерного анализа осадки заготовок // Технология легких сплавов, 2008, № 2, с. 96-100.
 10. Solomonov K. Development of software for simulation of forming forgings // Procedia Engineering, 2014, No 81, p. 437-443.

Грозозащита воздушных линий

Ширяев М.А.

Руководитель: Соломонов К.Н.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Всё чаще для работы распределительных сетей используют самонесущий изолированный провод с изоляцией из термопластичного светостабилизированного полиэтилена (СИП), поскольку они надёжные, компактные и хорошо защищены, что уменьшает риск получения различного рода электротравм. При установке самонесущих изолированных проводов на правильно подобранную арматуру риск обрывов или схлестывания проводов снижается к минимуму. При большом количестве плюсов стоит отметить один явный недостаток, который заключается в потребности защиты воздушной линии от грозových перенапряжений.

При появлении воздушных линий возникла потребность в их защите от ударов молнии. Разработка и улучшение такого рода защиты привело к тому, что в настоящий момент существует несколько её типов: защита распределённых сетей, включающая в себя линии от 0,4 до 20 кВ, а также защита линий электропередач (ЛЭП) при высоких и сверхвысоких напряжениях. Большое внимание в этом вопросе уделяется ЛЭП с напряжением выше 35кВ, поскольку недоотпуск электроэнергии может повлечь за собой большой ущерб. Во избежание этого выполняется оценка грунтов с разным удельным сопротивлением, собираются различные модернизированные варианты изоляции и выполняются эксперименты с грозотросом. Ущерб, возникающий по причине выхода из строя ЛЭП-330кВ несопоставим по масштабам с выходом из строя десятикиловольтной воздушной линии. Несмотря на гораздо большую протяжённость воздушных линий распределительных сетей, вопросу их грозоупорности не уделяется должное внимание, поэтому вся грозозащита была реализована посредством использования трубчатых разрядников, устанавливаемых на подходах линии к подстанциям.

В результате удара молнии движение грозовой волны происходит вдоль линии и продолжается до первой опорной точки, после чего на заземлённом участке опоры возникает переход импульсного перекрытия в силовую дугу. Дуга, в следствие воздействия электродинамической силы, угасая, перемещается по проводу.

По воздушной линии, выполненной из СИП, импульс проходит совсем иным образом. Из-за того, что во время попадания дуги на заземлённую часть опоры вдоль провода не возникает движения, энергия воздействует на одну точку, что, в свою очередь, приводит к пережогу. По причине отсутствия серьёзной грозозащиты у СИП, её преимущества сводятся к минимуму. Несмотря на это СИП не требует серьёзной грозозащиты, поскольку это слишком размытое понятие, требующее различного подхода, в разных регионах. Ключевыми критериями при реализации защиты являются интенсивность и активность грозы, которые отличаются от региона к региону. Так же имеет значение расположение воздушной линии и удельное сопротивление грунта, на котором она расположена. Для осуществления защиты нельзя использовать те материалы, из которых сделаны опоры воздушной линии.

В качестве одного из способов осуществления защиты используют дуговые зажимы, устанавливая их на СИП. Изоляцию устанавливают на местах крепления, распределяя её в обоих направлениях. Дуговые зажимы используют на местах удалённой изоляции, делая данный участок провода неизолированным, поэтому такой способ весьма противоречив. В данной ситуации неизолированная часть при ударе молнии перенаправляет дугу на заземление.

На перенапряжение, возникающее в результате попадания молнии в провод, влияет много различных факторов, зависящих, в том числе, от применяемого оборудования, поэтому в настоящий момент достаточно

проблемно реализовать по-настоящему серьёзную защиту. Здесь играет роль и энергоёмкость аппарата, при недостатке которой гарантированно возникнет тепловой пробой, и его пропускная способность, но найти универсальный, подходящий по всем критериям аппарат не представляется возможным. Исходя из этого, единственно правильным решением для осуществления защиты является не выбор конкретного устройства, а комплексное использование различного оборудования, направленное на обеспечение максимальной защиты.

Для защиты изолированных проводов от пережога и перенапряжений целесообразно устанавливать длинно-искровые разрядники (РДИ).

Разрядник длинно-искровой петлевого типа (РДИП) является устройством защиты воздушных линий электропередачи 6-10 кВ от грозовых перенапряжений. Принцип работы разрядника основан на использовании эффекта скользящего разряда, который обеспечивает большую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, и предотвращении за счет этого перехода импульсного перекрытия в силовую дугу тока промышленной частоты. Разрядный элемент РДИП, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину, в несколько раз превышающую длину защищаемого изолятора линии. Конструкция разрядника обеспечивает его более низкую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией. Главной особенностью длинно-искрового разрядника является то, что вследствие большой длины импульсного грозового перекрытия вероятность установления дуги короткого замыкания сводится к нулю.

РДИП не подвержен повреждениям в результате воздействия тока большой величины даже при прямом попадании молнии, поскольку устроен таким образом, чтобы электричество протекало вдоль поверхности аппарата. Это является огромным плюсом, так же как простая и надёжная конструкция разрядника. За время использования в нашей стране данное устройство зарекомендовало себя настолько, что по этому принципу начали разрабатываться РДИП для различных стран с другим классом напряжения.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-11], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного

- государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
 5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
 6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
 7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
 8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
 9. Соломонов К.Н., Костарев И.В., Абашкин В.П. Моделирование процессов объемной штамповки иковки плоских заготовок: монография. – М.: Издательский дом МИСиС, 2008. – 128 с.
 10. Лисунец Н.Л., Соломонов К.Н., Цепин М.А. Объемная штамповка алюминиевых заготовок. – М.: Машиностроение, 2009. – 172 с.
 11. Соломонов К.Н., Федоринин Н.И., Тищук Л.И. Методика построения линии раздела течения металла в процессах осадки плоских заготовок // Вестник научно-технического развития, 2016, № 2, с. 36-55.

Некоторые инструментальные средства НК

Иванов Д.С.

Руководитель: Соломонов К.Н.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

В современных условиях организации работы железнодорожного транспорта планово-предупредительная система ремонта подвижного состава железных дорог очень часто оказывается экономически нецелесообразной. Поэтому оценка технического состояния и остаточного ресурса деталей вагонов и локомотивов является особенно важной.

Качественное выполнение технического обслуживания и своевременное выявление неисправностей наиболее ответственных узлов тягового подвижного состава при неизменном повышении скоростей движения и массы железнодорожных составов является необходимым условием обеспечения безотказной работы локомотивов, повышения грузооборота, а также обеспечения безопасности движения.

Особое место в определении технического состояния подвижного состава занимает неразрушающий контроль. Средствами неразрушающего контроля возможно стопроцентное проведение контроля всего объема узлов и деталей,

что, во-первых, повышает надежность и безопасность железнодорожного транспорта, а, во-вторых, делает оценку технического состояния более экономически выгодной.

Самым распространенным методом оценки технического состояния узлов и деталей подвижного состава является визуально-оптический контроль, который относится к оптическому виду неразрушающего контроля. При проведении такого контроля используются различные органы чувств человека, специализированные шаблоны и измерительные инструменты. Визуально-оптический контроль довольно прост, не требует больших затрат времени и сложного дорогостоящего оборудования, однако достоверность результатов контроля сильно зависит от практического опыта и квалификации оператора, а также от его физического и эмоционального состояния. К тому же оптический контроль не поддается автоматизации.

В связи с этим наряду с органолептическими методами широко используют так называемые аппаратные. На железнодорожном транспорте широкое распространение получили магнитные, акустические, электромагнитные, шумодиагностические и вибродиагностические методы неразрушающего контроля.

К наиболее ответственным узлам ходовой части подвижного состава, на которые приходится основное количество отказов, относятся колесные пары и их буксовые подшипники. В локомотивах и моторных вагонах кроме этих узлов значительное число отказов приходится также на другие узлы трения – подшипники приводов колесных пар, моторно-осевые подшипники, а также зубчатые зацепления в приводе и щеточно-коллекторные узлы тяговых электродвигателей.

Обеспечить безотказную работу всех перечисленных узлов в период между текущими ремонтами третьего объема (ТР-3), или средними ремонтами (СР) подвижного состава за счет применения в процессе ремонта технологий неразрушающего контроля и неразрушающих испытаний, а также повышения качества ремонтных работ, в ближайшее время не представляется возможным. Основными причинами являются имеющие место нарушения технологий ремонта и монтажа, возникающие при эксплуатации перегрузки оборудования, неидеальное состояние рельсового пути, часто возникающие дефекты систем смазки из-за попадания в нее опасных примесей или потерь смазки, нарушения технологии нахождения локомотивов в запасе ОАО «РЖД». Поэтому естественным путем повышения надежности ответственных узлов ходовой части является использование методов контроля их состояния в процессе эксплуатации подвижного состава. Такой контроль возможен как при проведении работ по периодическому обслуживанию и текущему ремонту подвижного состава с применением визуального и других методов неразрушающего контроля, в том числе требующих частичной разборки этих узлов, так и с использованием методов функциональной диагностики, проводимой на работающем оборудовании.

В современных условиях необходимый уровень безопасности движения невозможно обеспечить без эффективно действующих систем НК технических

объектов железнодорожного транспорта. Одной из основных причин крушений и сходов поездов являются изломы ответственных деталей подвижного состава, в частности осей колесных пар, цельнокатаных колес, бандажей из-за пропуска опасных дефектов в них.

Понятие «система НК» включает совокупность физических методов, технических средств, технологий и условий проведения НК с целью обнаружения недопустимых дефектов в объекте контроля, а также персонала, занятого НК и оценкой качества объекта. Учитывая особенности объектов железнодорожного транспорта, подвергаемых НК при изготовлении, эксплуатации и ремонте, а также применяемые методы, средства и технологии контроля, можно выделить следующие системы НК: ответственных деталей подвижного состава, рельсов, сварных соединений в конструкциях пути, подвижного состава и искусственных сооружений.

В локомотивном хозяйстве требуемый уровень эксплуатационной надежности тягового и моторвагонного подвижного состава (МВПС) достигается, в том числе, и за счет использования технических средств и технологий НК ответственных узлов и деталей.

При ремонте каждого типа локомотива или МВПС подлежат дефектоскопированию более 80 наименований деталей. В первую очередь подвергаются НК детали и узлы, от состояния которых зависит безопасность движения. Работы по НК проводятся в соответствии с требованиями и перечнями деталей, приведенными в правилах текущего ремонта, нормативных документах и указаниях ОАО «РЖД». Во всех основных депо организованы специализированные участки НК.

В связи с резким повышением стоимости запасных частей и их дефицитом особое внимание уделяется применению при диагностике и ремонте подвижного состава ресурсосберегающих безразборных технологий НК. Например, ультразвуковой контроль (УЗК) осей колесных пар проводится без демонтажа колец роликоподшипников буксового узла или без демонтажа самого буксового узла (с обеспечением доступа только с торца оси).

Парк инструментальных средств НК, применяемых в локомотивном хозяйстве, распределяется по методам контроля следующим образом: 25 % – ультразвуковые, 67 % – магнитопорошковые и 8 % – вихретоковые.

Используемые дефектоскопы обладают достаточно высокими техническими характеристиками, в отдельных случаях превосходят зарубежные аналоги, но значительно уступают им по дизайну, а также уровню механизации и автоматизации.

Автоматизация операций диагностики и оценки технического состояния повышает достоверность и точность результатов. Внедрение средств механизации и автоматизации позволит сократить время и уменьшить себестоимость диагностики и ремонта локомотивов, а также их деталей и узлов.

Для совершенствования системы диагностики, ремонта и обслуживания локомотивов, детального учета и анализа всех выявленных при эксплуатации и ремонте отказов, необходимо использовать современные автоматизированные системы.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиитеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
9. Лисунец Н.Л., Соломонов К.Н., Цепин М.А. Объемная штамповка алюминиевых заготовок. – М.: Машиностроение, 2009. – 172 с.
10. Тищук Л.И., Соломонов К.Н., Мазур И.П. и др. Исследование картины течения металла при осадке // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2017, т. 15, № 3, с. 37-44.

Узлы и функции при проведении НК ТПС

Никулин Д.В.

Руководитель: Соломонов К.Н.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Широкое распространение неразрушающего контроля (НК) на предприятиях железнодорожного транспорта обусловлено возможностью

стоцентного контроля деталей и единиц подвижного состава, высокой выявляемостью дефектов различного типа и конфигурации, надежностью диагностики технического состояния узлов и деталей подвижного состава и сокращением затрат на ее проведение. НК ответственных деталей локомотивов является важной частью обеспечения безопасности движения поездов. Экономическая эффективность работы системы НК в основном связана с сокращением затрат на неплановые ремонты и простои локомотивов благодаря своевременному выявлению недопустимых эксплуатационных дефектов. В условиях депо НК ежегодно подвергаются более 4,5 млн. ответственных деталей локомотивов.

Тем не менее, несмотря на важность и необходимость развития системы неразрушающего контроля, на большинстве предприятий железнодорожного транспорта диагностические средства устарели и требуют модернизации или замены. Большинство применяемых методов НК плохо поддаются автоматизации. Основной объем неразрушающего контроля проводится вручную. Это повышает трудоемкость диагностики, увеличивает время на ее проведение, а точность результатов контроля сильно зависит от опыта и квалификации дефектоскописта.

Широкая номенклатура контролируемых деталей локомотивов и отсутствие единых требований обуславливают зависимость организации и оснащённости участков НК от конкретных условий и общей организации технологического процесса ремонта в различных депо.

К факторам, затрудняющим организацию и проведение НК в локомотивном хозяйстве, относятся обширная номенклатура типов контролируемых деталей, и сложная геометрическая форма деталей. Наибольшей трудоемкостью и сложностью механизации процессов контроля обладают зубчатые колеса, шестерни, коробчатые и спицевые колесные центры, элементы автосцепных устройств, коленчатые валы и другие детали локомотивов.

НК деталей локомотивов в условиях депо в основном выполняется с применением магнитопорошкового, ультразвукового и вихретокового методов. Перед проведением контроля все детали подлежат визуальному осмотру с целью выявления грубых эксплуатационных дефектов. При визуальном осмотре бракуют только около десяти процентов от общего числа забракованных деталей. Это свидетельствует о том, что подавляющее большинство эксплуатационных дефектов, возникающих в деталях локомотивов, составляют дефекты, выявление которых невозможно без применения специальных средств неразрушающего контроля. В связи с этим в данном дипломном проекте рассматривается организация неразрушающего контроля колесных пар локомотивов в условиях депо и возможность ее улучшения.

Неразрушающий контроль деталей и узлов тягового подвижного состава (ТПС) используется для повышения безопасности ж/д транспорта. Такие методы позволяют выявить дефекты деталей и прочих элементов конструкции, убедиться в ее безопасности.

В первую очередь это касается следующих узлов:

- узлы ходовой части;
- шкворни;
- тормозное, ударно-тяговое оборудование;
- рамы тележек (в сборке и отдельные детали);
- оси колесных пар разного типа (в сборке, свободном состоянии);
- внутренние, свободные кольца для буксовых подшипников, напрессованные кольца для шейки оси;
- стопорные планки;
- болты, пружины, упорные кольца.

Система НК в ОАО «РЖД» призвана обеспечивать выполнение производственных и организационно-управленческих функций.

К производственным функциям относятся:

- выполнение НК деталей и составных частей продукции железнодорожного назначения;
- техническое обеспечение НК, включающее организацию и выполнение технического обслуживания, ремонта и метрологического обеспечения средств НК, эксплуатируемых в предприятиях;
- технологическое обеспечение НК, включающее разработку технологической документации по НК;
- верификация методик НК.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.

5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
9. Соломонов К.Н., Костарев И.В., Абашкин В.П. Моделирование процессов объемной штамповки иковки плоских заготовок: монография. – М.: Издательский дом МИСиС, 2008. – 128 с.
10. Лисунец Н.Л., Соломонов К.Н., Цепин М.А. Объемная штамповка алюминиевых заготовок. – М.: Машиностроение, 2009. – 172 с.

Виды НК колесных пар локомотивов, их особенности

Волковой А.С.

Руководитель: Соломонов К.Н.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Неразрушающий контроль деталей и узлов тягового подвижного состава (ТПС) используется для повышения безопасности ж/д транспорта. Такие методы позволяют выявить дефекты деталей и прочих элементов конструкции, убедиться в ее безопасности.

Метод неразрушающего контроля заключается в оценке определенных параметров и безопасности работы отдельных узлов и оборудования без необходимости вывода из строя всей конструкции. Одной из причин использования такой методики является возможность узнать необходимые характеристики и свойства объекта непосредственно в условиях эксплуатации. Благодаря контролю можно выявить дефекты различного типа, внутренние напряжения, заводские браки, коррозию, микропоры, трещины и пустоты, расслоения в материале.

Для проведения НК применяются дефектоскопы, позволяющие выявить наличие или отсутствие дефектов материала. Наиболее распространенными методами неразрушающего контроля деталей локомотивов являются: визуальный, магнитный, акустический (или ультразвуковой) и вихретоковый, вибродиагностика.

Визуальный контроль относится к оптическому виду НК. Он основан на получении первичной информации о контролируемом объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов и средств измерений. Это органолептический контроль, т.е. воспринимаемый органами чувств (органами зрения). Это эффективный и удобный способ выявления самых различных дефектов. Именно с визуального осмотра начинается проведение

неразрушающего контроля деталей локомотивов. Данный вид контроля проводится как с использованием специальных средств, так и без них. Визуальный метод контроля используется при контроле качества основного металла деталей, сварных швов, соединений и наплавов – как в процессе подготовки и проведения сварки, так и при исправлении выявленных дефектов.

Магнитный (или магнитопорошковый) метод позволяет выявить дефекты металла, например трещины, полости и прочие. Работа проводится при помощи генерируемого магнитного поля, направленного на объект, и специального порошка, показывающего локализацию дефектов. Такой контроль наиболее распространен, он отличается простотой и может проводиться практически в любых условиях.

Магнитопорошковый метод позволяет контролировать детали практически любых форм и размеров, с его помощью выявляют поверхностные и подповерхностные дефекты типа нарушений сплошности металла: раковины, трещины различного происхождения (поперечные, продольные), волосовины, расслоения, закаты с шириной раскрытия порядка 0,001 мм и глубиной 0,01 мм.

По характеру индикаторных рисунков определяют число и длину выявленных дефектов. При этом длину протяженного дефекта принимают равной длине валика магнитного порошка. Группу из нескольких дефектов, расстояние между которыми меньше длины самого протяженного из них, принимают за один дефект. Каждый выявленный дефект отмечают краской, мелом или цветным карандашом. Оценку результатов контроля проводят с учетом требований нормативных документов по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава и составных частей.

Акустический метод основан на принципе возникновения упругих волн, возбуждаемых или возникающих в объекте при воздействии на него. Чаще всего применяются ультразвуковые волны с частотой от 20 кГц, позволяющие определить такие характеристики, как анизотропия, плотность, упругость металла. Во время исследований производится регистрация волн, сравнение параметров с табличными, выявление дефектов. Применять способ можно для любого объекта, не разрушая его и оценивая параметры в естественных эксплуатационных условиях.

Наиболее широкое распространение в ультразвуковой дефектоскопии нашли импульсные методы:

- импульсный эхо-метод, основанный на послышке коротких ультразвуковых импульсов и отражении их от поверхности дефекта;
- теневой метод, связанный с появлением области «звуковой тени» за дефектом, поперечные размеры которого превышают длину упругой волны;
- метод акустической эмиссии, основанный на регистрации упругих волн ультразвукового диапазона, скачкообразно появляющихся при перестройке структуры материала, возникновении трещин, аллотропических превращений в кристаллической решетке;
- электромагнитно-акустический метод, основанный на возбуждении ультразвуковых колебаний в результате взаимодействия переменного и постоянного магнитных полей с металлом или ферромагнетиком.

В настоящее время при техническом обслуживании и ремонте тягового подвижного состава наибольшее распространение получил импульсный эхо-метод, который основан на отражении ультразвуковых волн от поверхности дефекта и регистрации отраженных сигналов.

Ультразвуковой метод применяют для контроля элементов колесной пары: оси, ступицы, бандажа, большого зубчатого колеса так и других деталей ТПС при ремонте, в том числе сварных конструкций.

Основные виды дефектоскопов для ультразвукового контроля, применяемых в локомотивных депо: УД2-102 «ПЕЛЕНГ», УД4-Т, УД2-70.

Метод эффективен, но имеет ряд минусов, среди которых необходимость контакта с преобразователем, повышенные требования к чистоте поверхности, исключение посторонних шумов, воздействие окружающей температуры. Нарушение условий контроля приводит к возникновению погрешностей.

Вихретоковый метод (ВТК) работает по принципу распространения вихревых токов, их интенсивности. Получаемые результаты зависят от геометрических размеров объекта, его магнитных, электрических свойств, наличия нарушений сплошности металла.

На сети железных дорог нашли широкое применение портативные вихретоковые дефектоскопы ВД-12НФМ, ВД-12НФП, ВД-15НФМ и ВД-70, а также автоматизированные установки ВД-13НФ, ВД-19НФ, ВД-20НФ. Все эти приборы имеют один принцип действия и устройство преобразователя. Отличаются они рабочей частотой и схемным решением.

Вибродиагностический метод (ВД) является одним из перспективных методов неразрушающего контроля. Его применение позволяет не нарушать рабочий цикл исследуемого объекта. ВД метод – это контроль на основе анализа вибрации, возникающей в процессе эксплуатации оборудования. Любой вид вибрации основывается на колебаниях одной частоты или совокупности различных частотных амплитуд, при исследовании которых можно говорить о характеристиках и особенностях исследуемых предметов в том числе его техническом состоянии.

Каждый метод неразрушающего контроля позволяет определить какой-либо тип дефекта, но стопроцентным его назвать нельзя. Выявление дефектов зависит от многих факторов, включая надежность применяемой дефектоскопической аппаратуры, глубины залегания дефекта, квалификации дефектоскописта и многих других параметров. Чтобы повысить вероятность обнаружения дефектов рекомендуется применять одновременно несколько методов контроля, что сделает результативность исследований более высокой.

Из используемых методов НК наиболее низкая эффективность у магнитопорошкового контроля. С использованием дефектоскопов для такого контроля (67% приборного парка) проверяют всего 46% деталей. К тому же, данный метод не позволяет выявлять внутренние дефекты и контролировать закрытые поверхности. Используемые технологии отличаются высокой трудоемкостью и энергопотреблением, полной зависимостью от «человеческого фактора» и невозможностью документирования результатов.

При этом стоимость магнитопорошковых дефектоскопов в ряде случаев превосходит стоимость ультразвуковых и вихретоковых приборов.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиитеории» [1-11], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
9. Лисунец Н.Л., Соломонов К.Н., Цепин М.А. Объемная штамповка алюминиевых заготовок. – М.: Машиностроение, 2009. – 172 с.
10. Тищук Л.И., Соломонов К.Н. Применение неразрушающего контроля в процессах производства и эксплуатации транспортных систем // Труды XIV Всероссийской научно-технической конференции АКТ-2013. – Воронеж: Элист, 2013. – С. 287-291.
11. Тищук Л.И., Соломонов К.Н., Мазур И.П. и др. Исследование картины течения металла при осадке // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2017, т. 15, № 3, с. 37-44.

Необходимость модернизации оборудования тяговых подстанций

Лешков Г.А.

Руководитель: Тищук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт, являясь самым надежным, безопасным и экономичным по сравнению с другими видами транспорта, нуждается в постоянном качественном электроснабжении. Тяговый подвижной состав, устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), другие устройства железнодорожного хозяйства являются потребителями электроэнергии I категории. Многочисленные устройства электроснабжения электрифицированных железных дорог, в том числе, и тяговые подстанции призваны обеспечить высокую надежность и бесперебойность электроснабжения этих устройств. А постоянное увеличение мощности тягового подвижного состава и повышение скоростей движения ужесточает требования к устройствам электроснабжения на железнодорожном транспорте.

На российских железных дорогах используется как переменный, так и постоянный электрический ток. Общая протяженность железнодорожных линий страны, электрифицированных на постоянном и переменном токе, приближается к 40 тыс. км. Система постоянного тока была первой системой в России, по которой в 1929 г. началась электрификация железных дорог. Длина первого электрифицированного участка Москва – Мытищи составила 17,7 км. В настоящее время эксплуатационная длина электрифицированных на постоянном токе железнодорожных линий составляет около 20 тыс. км, питание которых осуществляют около 1000 тяговых подстанций.

Большинство тяговых подстанций железных дорог были введены в эксплуатацию в шестидесятых-восьмидесятых годах прошлого века, и в настоящее время, с учетом перспектив развития железнодорожного транспорта, увеличения мощности, необходимой на тягу, на электроснабжение железнодорожных нетяговых потребителей и сторонних организаций, требуется модернизация существующего оборудования. Масляные выключатели типа ВМПЭ-10, установленные на тяговых подстанциях, выработали свой ресурс, морально и физически устарели.

В связи с этим целесообразно произвести частичное обновление устаревшего оборудования тяговых подстанций и замену масляных выключателей на более современные быстродействующие вакуумные выключатели, например, выключателями типа ВВ/TEL-10/1000-20У2 или ВВ/TEL-10/630-20У2.

Масляный выключатель – коммутационный аппарат, предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах, при ручном или автоматическом управлении. Дугогашение в таком выключателе происходит в масле. Выключатели типа ВМП-10 относятся к типу маломасляных и представляют собой трехполюсный коммутационный аппарат,

предназначенный для работы в закрытых установках переменного тока высокого напряжения частотой 50 Гц.

Вакуумные выключатели ВВ/TEL являются коммутационными аппаратами нового поколения, в основе принципа действия которых лежит гашение возникающей при размыкании контактов электрической дуги в глубоком вакууме, а фиксация контактов вакуумных дугогасительных камер в замкнутом положении осуществляется за счет остаточной индукции приводных электромагнитов, так называемая, «магнитная защелка».

Отличительной особенностью конструкции вакуумных выключателей серии ВВ/TEL по сравнению с традиционными коммутационными аппаратами является использование принципа соосности электромагнита камеры в каждом полюсе выключателя (пофазные электромагнитные приводы с магнитной защёлкой), которые механически соединены между собой общим валом.

Вакуумные выключатели предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трёхфазного переменного тока (частота 50 Гц), номинальным напряжением 6-10 кВ включительно с изолированной, компенсированной, заземлённой через резистор или дугогасительный реактор нейтралью.

Высоковольтные выключатели используют для установки в новых и реконструируемых комплектных распределительных устройствах станций, подстанций и других устройств, осуществляющих распределение и потребление электрической энергии во всех отраслях народного хозяйства, в том числе на железнодорожном транспорте.

Оригинальность конструкции выключателей ВВ/TEL позволила достичь следующих преимуществ по сравнению с другими коммутационными аппаратами:

- высокий механический и коммутационный ресурс;
- малые габариты и вес;
- небольшое потребление энергии по цепям управления;
- возможность управления по цепям постоянного, выпрямленного и переменного оперативного тока;
- простота встраивания в различные типы комплектных распределительных устройств и камер сборных одностороннего обслуживания, удобство организации необходимых блокировок;
- отсутствие необходимости ремонта в течение всего срока службы;
- доступная цена.

Таким образом, установка в цепи питания потребителей тяговой подстанции быстродействующих выключателей ВВ/TEL вместо масляных ВМПЭ-10 позволит уменьшить эксплуатационные расходы (увеличение межремонтных сроков до 22 лет), обеспечит увеличение пропускной способности железных дорог и бесперебойное электроснабжение тяговых потребителей с увеличением надежности системы в целом.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
9. Соломонов К.Н. Моделирование течения металла в процессах объемной штамповки оребренных деталей // Технология легких сплавов, 2005, № 1-4, с. 142-149.
10. Тищук Л.И., Соломонов К.Н. Применение неразрушающего контроля в процессах производства и эксплуатации транспортных систем // Труды XIV Всероссийской научно-технической конференции АКТ-2013. – Воронеж: Элист, 2013. – С. 287-291.

**Достоинства и недостатки использования системы электроснабжения
постоянного тока**

Меньших В.А.

Руководитель: Тищук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Тяговые подстанции переменного и постоянного тока служат для питания тяговых, нетяговых и районных потребителей железнодорожного транспорта.

Структура тяговой подстанции включает распределительные устройства ОРУ-110 кВ, ОРУ-35 кВ, ЗРУ-10 кВ, ЗРУ-3,3 кВ и преобразовательные агрегаты.

Тяговая подстанция получает электроэнергию по ЛЭП-110 кВ. На каждом вводе тяговой подстанции устанавливаются понижающие трансформаторы, так как одним из способов повышения надежности системы является резервирование, то, исходя из возможности резервирования, устанавливают два понижающих трансформатора, по одному на каждом вводе. В случае выхода из строя одного трансформатора он отключается, а вместо него включается резервный. Этот способ называется резервирование замещением и широко применяется на тяговых подстанциях. Главные понижающие трансформаторы ГПТ-1 и ГПТ-2 понижают напряжение 110 кВ до 10 кВ и 35 кВ. Понижающие трансформаторы – трехобмоточные, предназначены для питания тяговой и районной нагрузки. Они имеют одну первичную, и две вторичные обмотки. Одна вторичная обмотка, соединенная в звезду – обмотка среднего напряжения – питает открытое распределительное устройство ОРУ-35 кВ, предназначена для питания районной нагрузки. Другая вторичная обмотка, соединенная в треугольник – обмотка низкого напряжения – питает закрытое распределительное устройство ЗРУ-10 кВ, предназначенное для питания тяговых и не тяговых потребителей.

Вдоль железной дороги расположено много нетяговых железнодорожных потребителей электрической энергии. К ним относятся установки, принадлежащие всем службам дороги, механизмы и инструменты, для работы которых необходима электроэнергия, а также освещение станций, поездов и других объектов. Кроме того, электрической энергией снабжаются некоторые промышленные и сельскохозяйственные объекты, расположенные по обе стороны железной дороги. Для питания всех перечисленных потребителей, как указывалось выше, вдоль железной дороги на опорах контактной сети прокладывается трехфазная воздушная линия продольного электроснабжения 10 кВ. Для понижения напряжения 10 кВ до уровня, необходимого потребителю, используются трансформаторы комплектных трансформаторных подстанций в однофазном или трехфазном исполнении.

Основным потребителем электроэнергии от тяговой подстанции является электроподвижной состав. Для его питания на тяговых подстанциях применяются преобразовательные агрегаты, состоящие из преобразовательного трансформатора и выпрямителя. Пониженное трансформатором до 3 кВ напряжение выпрямляется выпрямителем и подается на шины 3,3 кВ тяговой подстанции.

Тяговая сеть перегона между подстанциями состоит из контактной сети и рельса. Контактная сеть соединена питающей линией через быстродействующий выключатель с шиной «плюс», а рельсы – отсасывающей линией с шиной «минус» тяговой подстанции. Таким образом, если включен выключатель питающей линии контактной сети, то в тяговую сеть перегона, т.е. между контактной сетью и рельсом будет подано выпрямленное напряжение 3,3 кВ постоянного тока. Машинист, подняв на электровозе токоприемник и

включив соответствующий выключатель, соберет цепь тока через тяговые двигатели, после этого электровоз начнет движение. Участки контактной сети перегонов и станций отделяются друг от друга изолирующими сопряжениями, которые обеспечивают беспрепятственный проход токоприемника с одной секции контактной сети на другую, электрически изолированную от нее, без перерыва питания электроподвижного состава.

Система постоянного тока получила широкое применение для электрической тяги в городском и промышленном электротранспорте, а также для железнодорожного транспорта на первом этапе его электрификации из-за значительных преимуществ двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением по тяговым и скоростным характеристикам. Современный уровень техники позволяет изготавливать тяговые двигатели на напряжение до 1650 В. При включении двух двигателей последовательно напряжение тяговой сети составляет 3,3 кВ. Такое низкое напряжение тяговой сети этой системы при возрастающей мощности электровозов приводило к значительному увеличению тока в тяговой сети, повышению потерь электроэнергии и напряжения, увеличению площади сечения проводов контактной сети, а опорные конструкции, на которых подвешиваются эти провода, получаются тяжелыми и дорогими. Среднее расстояние между тяговыми подстанциями составляет 20 км, а на особо грузонапряженных участках 15-18 км. Недостатком системы постоянного тока является разрушающее влияние на подземные металлические сооружения (трубопроводы, кабели, фундаменты опор и т.д.) блуждающих токов, которые стекают с тягового рельса в землю между подвижным составом и тяговой подстанцией и возвращаются на подстанцию по земле, и подземным сооружениям и рельсовым цепям железной дороги.

Указанные недостатки системы постоянного тока явились в свое время тормозом для ее дальнейшего применения при электрификации железных дорог.

Система постоянного тока получила широкое распространение для электрической тяги на железнодорожном транспорте на первом этапе его электрификации из-за значительных преимуществ двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением по тяговым и скоростным характеристикам. Сегодня развитие техники сделало применение переменного тока более предпочтительным, а дальнейшее развитие систем постоянного тока было приостановлено. Тем не менее, несмотря на указанные недостатки, тяговые подстанции постоянного тока в ряде регионов продолжают исправно выполнять свои функции, хотя их оборудование устарело и требует модернизации.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного

- государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
 3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
 4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
 5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
 6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
 7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
 8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
 9. Соломонов К.Н. Моделирование течения металла в процессах объемной штамповки оребренных деталей // Технология легких сплавов, 2005, № 1-4, с. 142-149.
 10. Тищук Л.И., Соломонов К.Н. Применение неразрушающего контроля в процессах производства и эксплуатации транспортных систем // Труды XIV Всероссийской научно-технической конференции АКТ-2013. – Воронеж: Элист, 2013. – С. 287-291.

Необходимость модернизации устройств СЦБ

Буркут А.А.

Руководитель: Тищук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

На фоне постоянно возрастающих объемов грузовых и пассажирских перевозок, в условиях увеличения скоростей движения и ужесточения требований безопасности движения возрастает значение бесперебойной работы систем автоматики, телемеханики и информатики, включая аппаратуру сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), постоянно повышаются требования к надежности их функционирования.

Любая электрическая или электронная аппаратура, к которой относятся устройства СЦБ, функционирует при наличии электропитания, обеспечиваемого системами электроснабжения, в основном централизованного типа. Надежность работы устройств СЦБ и обеспечиваемая ими безопасность движения поездов в значительной степени зависит от качества напряжения питания. Поэтому являются актуальными и важными вопросы совершенствования существующих систем электроснабжения устройств СЦБ, разработки новой аппаратуры электроснабжения и поиска новых направлений построения систем с целью достижения требуемого качества напряжения.

Решение этих вопросов позволяет повысить надежность функционирования устройств СЦБ, что приведет к улучшению основных показателей работы железнодорожного транспорта.

Помимо собственных цехов по ремонту и производству подвижного состава, различных силовых установок и механизмов, которым необходимо питание, а также освещения переездов, железнодорожных станций, электроэнергией обеспечиваются некоторые промышленные и сельскохозяйственные предприятия, которые находятся в непосредственной близости от железной дороги. Их источником питания является двухцепная линия продольного электроснабжения ДПР 27.5кВ или ВЛ ПЭ 6-10кВ – резервный источник питания СЦБ.

Для устройств СЦБ номинальным напряжением переменного тока является 110, 220 или 380 вольт с допустимым отклонением в обе стороны на 10 процентов. При возникновении нештатной ситуации автоматическое переключение между основным и резервным источником питания не должен превышать 1,3 секунды.

Устройства электроснабжения, непосредственными потребителями которых являются СЦБ, расположенные вдоль железнодорожного полотна и на железнодорожных станциях, в настоящий момент изношены сверх нормы ввиду превышения допустимого срока эксплуатации. Это обусловлено тем, что они наиболее подвержены воздействию погодных условий, таких как обледенение и дожди, что, в свою очередь, вызывает повреждение изоляционной защиты и коррозию. Отсутствие необходимой изоляции может привести к возникновению короткого замыкания, и, как следствие, к нарушению электроснабжения. Нарушение электроснабжения, как правило, приводит к задержкам поездов, из-за которых могут возникнуть финансовые потери. Использование нынешнего оборудования влечет за собой множество проблем, в виде увеличения затрат на его содержание и ремонтные работы из-за более частого возникновения неисправностей.

Таким образом, на сети железных дорог необходима техническая модернизация систем электроснабжения устройств СЦБ для повышения надёжности и бесперебойности их работы.

В настоящий момент воздушные линии автоблокировки выполнены из проводов марки АС-35. Их несущие конструкции – деревянные траверсы, наиболее подверженные гниению и возгоранию. Падение деревьев на воздушную линию, гниение тяг разъединителя – всё это также осложняется

нахождением воздушных линий в зоне лесозащитной полосы, что затрудняет получение доступа к ней и увеличивает затраты не только на ремонт, но и на транспортные расходы. В результате оценки текущей ситуации можно сделать вывод о необходимости реконструкции и замены устаревших линий продольного электроснабжения на новые, требующие меньшего обслуживания, с изолированными проводами.

Из реконструкции устройств электроснабжения можно извлечь следующие плюсы:

- повышение безопасности для обслуживающего персонала, т.к. исключается работа на трансформаторе без выключенного разъединителя;
- осуществление контроля за состоянием воздушных линий становится менее трудоёмким;
- отсутствие отказов линии из-за попадания посторонних предметов или веток на провода;
- уменьшение потерь электроэнергии в линиях;
- снижение общих расходов на эксплуатацию.

Внедрение в устройствах электроснабжения новейших технологий в области электрооборудования позволит значительно увеличить надёжность и срок службы высоковольтных воздушных линий.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.

7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
9. Соломонов К.Н., Свирин В.В. Анализ кинематических схем течения металла с помощью виртуального эксперимента // Технология легких сплавов, 2010, № 3, с. 58-64.
10. Тицук Л.И., Соломонов К.Н. Влияние трения на формоизменение плоской заготовки // Известия вузов. Черная металлургия, 2018, т. 61, № 3, с. 251–253.

Смешанные и кольцевые схемы электроснабжения

Маркина А.В.

Руководитель: Тицук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Основной задачей устройств для технологического электроснабжения является бесперебойное и надёжное снабжение электроэнергией электроподвижного и моторвагонного подвижного состава для движения поездов с установленными скоростями, нормами массы и интервалами между ними при установленных размерах движения; устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), связи, вычислительной техники не менее, чем от двух независимых источников, при использовании которых переход между основной и резервной системами электроснабжения должен автоматически происходить не более, чем за 1,3 секунды. Для последующего соблюдения этих требований необходимо заменить устаревшие линии продольного электроснабжения устройств СЦБ на современные, более надёжные и защищённые линии, которые требуют меньшего обслуживания.

Для питания электроэнергией устройств автоблокировки используются смешанные и кольцевые схемы электроснабжения. Они наиболее широко применяются в распределительных сетях станций и узлов. Нормальная работа схемы происходит в режиме разомкнутого конца с автоматическим включением резерва на секционном выключателе подстанций, которые питают потребителей первой категории. В таком случае, если на узле или станции находится несколько подстанций, у которых есть потребители первой категории, применяются смешанные схемы. С разных секций подстанций с автоматическим включением резерва прокладываются радиальные линии до следующей подстанции с потребителями первой категории. Между сортировочными станциям расстояние составляет от 500 до 1000 км, между участковыми – от 120 до 200 км. Между ними располагаются остановочные пункты, переезды, станции, устройства СЦБ и разъезды. Для них характерны малые нагрузки и большая рассредоточенность и используется система продольного электроснабжения. Между двумя крупными станциями прокладываются две воздушные линии: высоковольтная линия

электроснабжения устройств сигнализации, централизации и блокировки и связи (ВЛ СЦБ) – для питания нагрузок СЦБ, высоковольтная линия продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) – для питания остальных железнодорожных потребителей и для резервного электропитания СЦБ. На неэлектрифицированных участках с тепловозной тягой питание ВЛ ПЭ выполняется теми же источниками, которые питают крупные станции. На таких участках, как правило, устанавливают двухцепные воздушные линии с напряжением 6, 10, 35кВ.

В эксплуатации электроснабжения находится около ста тысяч километров воздушных и кабельных линий, обеспечивающих устройства СЦБ электроэнергией. Причинами нарушения электроснабжения устройств СЦБ являются:

- обрыв линии из-за падения деревьев на провода – 35,9%;
- воздействие погодных условий (ветер, гололёд, мокрый снег) – 27,5%;
- износ материалов и оборудования – 19,5%;
- механические разрушения изоляторов, их перекрытие посторонними предметами (птицами) – 13,8%;
- перегорание высоковольтных предохранителей – 11,2%;
- ложная занятость – 10%;
- повреждения трансформаторов – 5%;
- вандализм – 4,2%;
- гниение и излом траверс – 3,4%.

Ситуация обусловлена серьёзным отставанием в обновлении и реконструкции устройств электроснабжения, находящихся в аварийном состоянии, несмотря на увеличение грузового и пассажирооборота. Для увеличения надёжности устройств электроснабжения распределительных сетей ВЛ10кВ используются изолированные провода типа SAХ или СИП.

СИП – самонесущий изолированный провод с изоляцией из термопластичного светостабилизированного полиэтилена.

Преимущества СИП перед используемыми проводами АС-35 без изоляции:

- снижение эксплуатационных затрат почти на 80%, связанное с высокой надёжностью и отсутствием необходимости расчистки просек в лесных массивах во избежание перекрытия контакта;
- исключение или значительное уменьшение обледенения и покрытия мокрым снегом по причине того, что ПЭ изоляция проводов является неполярным диэлектриком, который не образует химических и электрических связей с контактирующими с ней веществами. По этой причине снег легко стекает с поверхности провода в отличие от проводов марки АС, где снег удерживается в канавках между проволоками;
- уменьшение сроков при эксплуатации и ремонте проводов, а также облегчение выполнения монтажных работ;
- возможность использования в непосредственной близости к проводам высокого и низкого напряжения, что позволяет существенно сэкономить на опорах;

– уменьшение потерь электроэнергии из-за более чем трёхкратного уменьшения реактивного сопротивления по сравнению с неизолированными проводами;

– снижение расходов на монтаж ВЛ, обусловленное отсутствием необходимости вырубki широкой просеки в лесистой местности и возможностью монтировать провода на фасадах зданий при работе в городских условиях, а также возможность использования более коротких опор и отсутствие изоляторов, и дорогостоящих траверс.

Единственным недостатком по сравнению с проводом АС является более высокая стоимость СИП: на 1,2%.

Таким образом, использование изолированных проводов типа СИП является оправданным и целесообразным и приведет к повышению надёжности устройств электроснабжения распределительных сетей.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.

9. Соломонов К.Н., Свирин В.В. Анализ кинематических схем течения металла с помощью виртуального эксперимента // Технология легких сплавов, 2010, № 3, с. 58-64.
10. Соломонов К.Н., Федоринин Н.И., Тищук Л.И. Методика построения линии раздела течения металла в процессах осадки плоских заготовок // Вестник научно-технического развития, 2016, № 2, с. 36-55.

Атрибуты улучшения качества ТО вагонов

Машкова Д.В.

Руководитель: Тищук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт РФ представляет крупнейшую транспортную систему мира с высокой степенью интенсивности перевозочного процесса.

В структуре перевозок железнодорожного транспорта преобладают грузовые перевозки. Номенклатура перевозимых грузов насчитывает несколько тысяч наименований, но главное место занимают 8 групп массовых грузов, на их долю приходится примерно 80% грузооборота.

К ним относятся: черные металлы, нефтепродукты, каменный уголь, руда, лесоматериал, зерно, минеральные удобрения.

Современная система технического обслуживания и ремонта вагонов должна обеспечивать исправное техническое состояние вагонов в эксплуатации, предотвращение внеплановых отцепок от поездов в пути следования и минимальное время нахождения вагонов в неисправном состоянии.

Немаловажное значение имеет оснащение пунктов технического обслуживания и ремонта вагонов современным высокотехнологичным диагностическим оборудованием и оборудованием для технического обслуживания и ремонта подвижного состава, а также уровень квалификации персонала, работающего на таком оборудовании.

Современная система технического обслуживания и ремонта вагонов должна обеспечивать исправное техническое состояние вагонов в эксплуатации, предотвращение внеплановых отцепок от поездов в пути следования и минимальное время нахождения вагонов в неисправном состоянии. Текущий ремонт вагонов – ремонт груженого или порожнего вагона, с отцепкой от транзитных и прибывших в разборку поездов или сформированных составов, переводом в нерабочий парк и подачей на специализированные пути.

Текущий отцепочный ремонт (ТОР) вагонов производится на специально выделенных путях, оснащенных необходимым оборудованием и приспособлениями. При выполнении ТОР должны быть выявлены и устранены все неисправности вагона в соответствии с требованиями технологического процесса.

Материалы, запасные части, применяемые при ремонте вагонов, должны быть сертифицированы, соответствовать нормативной документации и рабочим чертежам на их изготовление и ремонт.

ТОР грузовых вагонов производится по способу замены неисправных узлов и деталей новыми или заранее отремонтированными.

Замену основных неисправных узлов и деталей (колесные пары, боковые рамы и надрессорные балки) вагонов железнодорожных администраций государств участников Содружества, Латвии, Литвы, Эстонии производится в установленном порядке в соответствии с требованиями «Правил эксплуатации, пономерного учета и расчетов за пользование грузовыми вагонами собственности других государств».

Колесные пары должны иметь толщину обода не меньше, чем у заменяемой колесной пары. При этом подкатываемые колесные пары других железнодорожных администраций должны иметь под левым болтом буксовой крышки бирку, на которой проставлена дата (месяц, год), номер оси, клеймо ремонтного предприятия и цифровой код ж.д. администрации, производившей замену колесной пары.

Устанавливаемые на вагон детали, клеймение которых предусмотрено соответствующими нормативными документами, должны иметь клейма (знаки маркировки или трафареты, указывающие место, дату изготовления или ремонта и испытания).

Контроль за выполнением технологического процесса ремонта и качества ТОР вагонов должны осуществлять бригадиры, мастера, приемщики вагонов и другие должностные лица, назначенные приказом начальника эксплуатационного депо.

В соответствии с руководством по ремонту при поступлении запасных частей от поставщика с целью обеспечения соответствия требованиям нормативно-технической документации, обязательному сплошному входному контролю подлежат: колесные пары, боковые рамы, надрессорные балки, пружины рессорного комплекта тележки, автосцепка в сборе, поглощающий аппарат, главная и магистральная часть воздухораспределителя, авторежим, соединительный рукав.

Входной контроль предусматривает:

- проверку условий и соблюдение правил транспортирования запасных частей;
- наличие установленных сопроводительных документов, которые удостоверяют комплектность запасных частей: акта годности (проверки) продукции, удостоверяющего качество отремонтированных деталей, или паспорта (сертификата) качества завода-изготовителя для новых запасных частей;
- визуальный осмотр с целью контроля целостности деталей и инструментальный контроль на соответствие требованиям нормативной документации;
- проверка отсутствия предписаний ОАО «РЖД» на поставленные запасные части об их изъятии из эксплуатации;

– проверка по идентификационным номерам боковых рам, надрессорных балок и колесных пар по базе данных автоматизированных систем учета и контроля выполненного ремонта и комплектации грузового вагона (АСУ УКВ) на отсутствие в числе забракованных;

– инструментальный обмер деталей.

Применение новейших технологий позволит повысить производительность труда и улучшить качество технического обслуживания и ремонта вагонов, а также снизить его себестоимость.

Поставленные задачи могут быть отчасти решены с помощью методик и алгоритмов моделирования, базирующихся на «эквиотеории» [1-10], совершенствование которой продолжается.

Использованные источники

1. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Аналоговое моделирование поверхности контактных давлений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 32-36.
2. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Е.Ф. Автоматизация расчетной схемы формообразования поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 3, с. 60-67.
3. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Романенко Д.Н. Применение технологических приемов в процессах получения поковок // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 31-36.
4. Соломонов К.Н., Тищук Л.И., Листров Е.А. и др. Моделирование формообразования поковки с контурным оребрением // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии, 2016, № 4, с. 45-51.
5. Solomonov K., Tishchuk L. Picture of metal flow in the processes of forging of flat workpieces // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2016, v. 51, No 4, p. 437-442.
6. Solomonov K., Fedorinin N., Tishchuk L. Simulation of forming a flat forging // Journal of Physics: Conf. Series, 2017, v. 918, article no. 012038.
7. Solomonov K.N., Tishchuk L.I. Simulation of deformation processes in upsetting // Journal of Physics: Conf. Series, 2019, v. 1348, article no. 012020.
8. Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Lezhnev S.N., Listrov E.A. Simulation of upsetting process using kinematic schemes of metal flow // Journal of Materials Science and Engineering, 2020, v. 971, article no. 022041.
9. Соломонов К.Н., Свиринов В.В. Анализ кинематических схем течения металла с помощью виртуального эксперимента // Технология лёгких сплавов, 2010, № 3, с. 58-64.
10. Соломонов К.Н., Абашкин В.П. Возможности компьютерного анализа осадки заготовок // Технология легких сплавов, 2008, № 2, с. 96-100.

УДК 621.311.6

**Усовершенствование схемы бесперебойного питания цепей управления
приводов разъединителей контактной сети**

Челноков И.В., Шеметов К.Ю., Климентов Н.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: Рассмотрены вопросы установки источников бесперебойного питания в Воронежской дистанции электроснабжения, описаны особенности их монтажа, конструкции и эксплуатации.

Ключевые слова: железные дороги, электроснабжение, контроль, управление, источники бесперебойного питания.

Для обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте и безаварийной работы устройств энергоснабжения железной дороги в Воронежской дистанции электроснабжения установлены источники бесперебойного питания (ИБП) на постах электрической централизации (ЭЦ), тяговых подстанциях и постах секционирования для железнодорожной линии первого класса. Всего на этой линии установлено: 18 комплектов ИБП мощностью - 5000 ВА / 3000 Вт (16 аккумуляторных батарей), 6 комплектов мощностью -7000 ВА / 5400 Вт (16 аккумуляторных батарей) и 4 комплекта мощностью -10000 ВА / 9000 Вт (40 аккумуляторных батарей).

Необходимость в таких комплектах обусловлена тем, что переход на питание от аккумуляторной батареи, в случае пропадания основной сети, происходит без пауз на переключение и разрыва синусоиды переменного напряжения. Благодаря этому обеспечивается бесперебойность контроля и управления объектами энергоснабжения.

В качестве примера рассмотрим источник бесперебойного питания мощностью 5000 ВА / 3000 Вт [1], установленный на станции Отрожка – Воронежская.

В специально выделенном помещении (аккумуляторная) для размещения ИБП устанавливается шкаф аккумуляторных батарей (рисунок 1), который заземляется на шину общего контура заземления.

На нижних полках шкафа размещаются аккумуляторные батареи количеством 16 штук с номинальным напряжением 12 В и ёмкостью 41 А*ч, подключённые между собой последовательно. Дополнительно необходимо установить автоматические выключатели на вход 220 В, выход 220 В и автоматический выключатель для работы в режиме байпас (рисунок 2).

На верхней полке располагается устройство бесперебойного питания (NETYS RT), установленное в горизонтальном положении. К нему через предохранители подключаются аккумуляторные батареи, а через автоматические выключатели подается питание 220 В и снимается напряжение 220 В на выходе. Имеющаяся на передней панели ИБП мнемосхема предоставляет всю необходимую информацию о его состоянии.

Коммуникационные и программные средства позволяют вести мониторинг состояния ИБП с целью оптимизации нормального режима его работы и обеспечение его корректного отключения по истечении времени поддержки. Программные приложения позволяют регистрировать все отключения питания и любой случай полной разрядки аккумулятора.

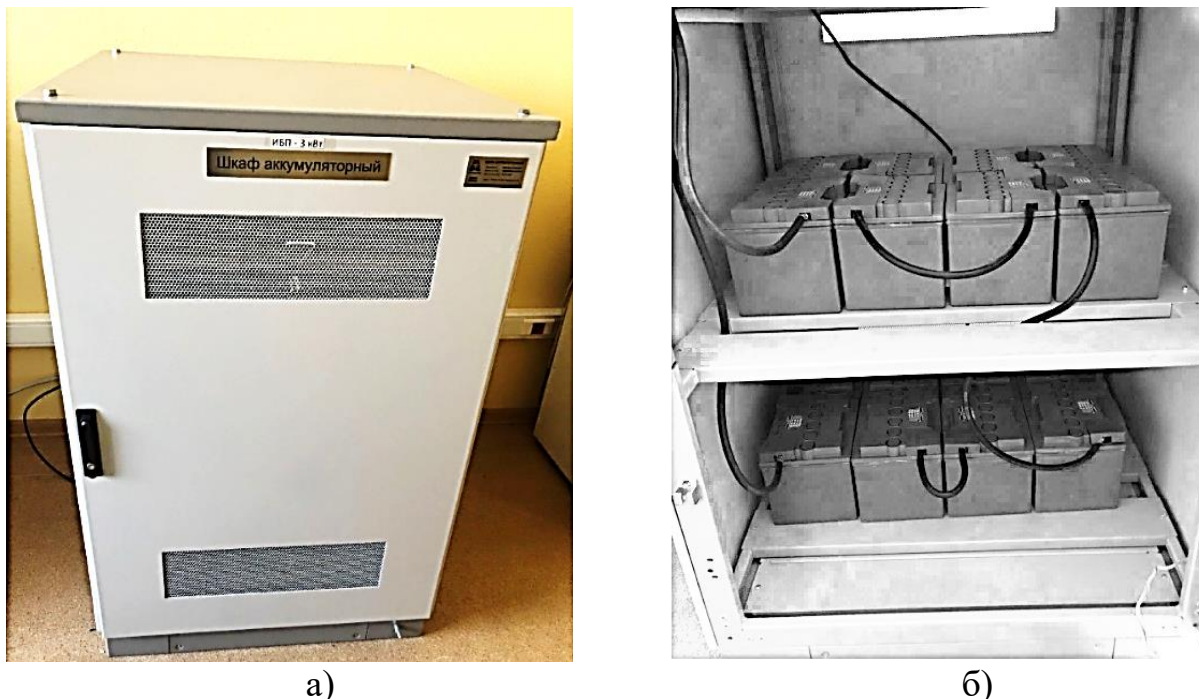


Рис.1 – Шкаф для аккумуляторной батареи (а) и аккумуляторная батарея (б)

Контроль и управление объектами электроснабжения железнодорожного транспорта выполняется с помощью микроэлектронной системы телемеханики МСТ-95. Конкретно на этой станции установлена стойка КП, которая отвечает за прием и передачу информации на диспетчерский пункт дистанции электроснабжения (ЭЦ) и пульт аппаратуры управления приводами (АУП-95), которая предназначена для дистанционного и телеуправления приводами разъединителей контактной сети. Именно для обеспечения непрерывной работы этой аппаратуры и устанавливается ИБП.

Источник бесперебойного питания состоит из следующего комплекта:

- силовой блок напольно-стоечного исполнения;
- шкаф для аккумуляторной батареи с защитными предохранителями;
- аккумуляторная батарея;
- внутренняя карта SNMP однопортовая.

Силовой блок источника бесперебойного питания переменного тока работает по принципу двойного преобразования энергии. Он имеет в своем составе выпрямитель, инвертор и встроенный электронный (статический) байпас. Силовой блок имеет выводы для подключения внешней аккумуляторной батареи (рисунок 3). При необходимости силовой блок оснащается дополнительным зарядным устройством для эффективного заряда аккумуляторной батареи большой емкости.

Принцип двойного преобразования энергии предполагает, что в схеме

ИБП инвертор работает непрерывно и переход на питание от аккумуляторной батареи, в случае пропадания основной сети, происходит без пауз на переключение и разрыва синусоиды переменного напряжения.

Выход ИБП синхронизирован с сетью по линии байпаса, поэтому переход на байпас и обратно, также происходит без разрыва синусоиды.

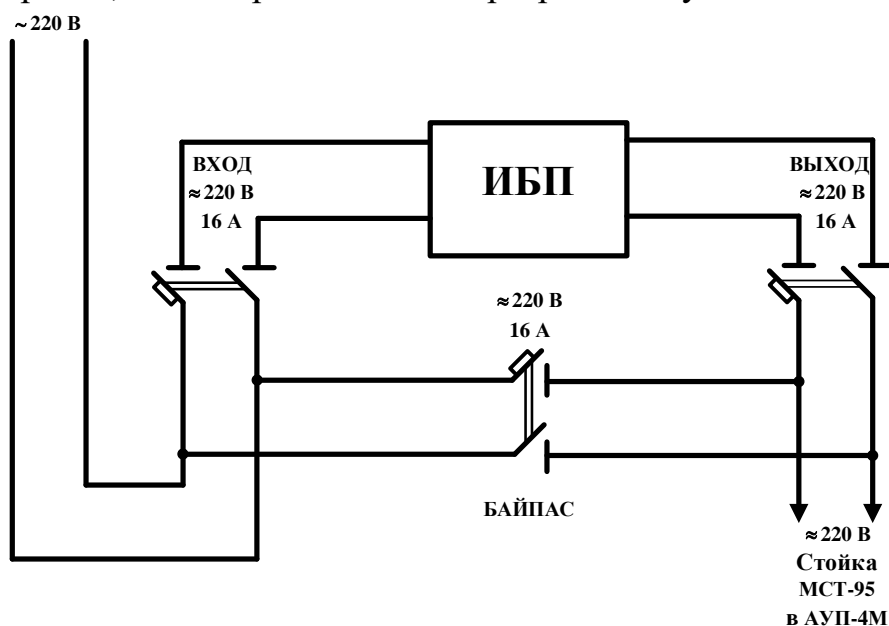


Рисунок 2 – Схема подключения силового блока

Для компактного размещения аккумуляторных батарей большой емкости используется батарейный шкаф закрытого типа. Конструкция этого шкафа должна обеспечивать безопасную эксплуатацию аккумуляторов. Боковые стенки должны иметь вентиляционные отверстия для хорошей вентиляции внутреннего пространства шкафа. Все соединения внутри батареи, а также подключения к аппаратам защиты и выводам ИБП должны быть выполнены изолированными шинами и кабелями с целью исключения случайного замыкания контактов батарей. Габаритные размеры батарейного шкафа должны соответствовать габаритам и количеству размещаемых аккумуляторов.

Шкаф должен быть укомплектован необходимыми междублочными соединителями и кабельными отводами для соединения аккумуляторных батарей в группу, подключения к аппаратам защиты и выводам силового блока ИБП. Шкаф должен быть укомплектован встроенными предохранителями с соответствующим номинальным током для защиты от перегрузки и короткого замыкания в количестве, необходимом для защиты каждого полюса аккумуляторной батареи.

Свинцово-кислотный аккумулятор (АКБ) изготовлен по технологии AGM (электролит впитан в стекловолоконный сепаратор) и предназначен для длительного срока службы в режиме непрерывного подзаряда. АКБ обеспечивает автономную работу инвертора ИБП при отсутствии напряжения питающей сети или выходе его за пределы рабочего диапазона. Электролит заключен в сепараторах между пластинами и всегда остаётся неподвижным, что

позволяет эксплуатировать АКБ в любом положении, за исключением положения клапаном вниз.

Подключение ИБП с сети электропитания и к нагрузке выполняется с помощью кабелей, имеющих надлежащую площадь сечения жил в соответствии с действующими стандартами. Со стороны питающей сети должны быть установлены автоматические выключатели с номиналом, обеспечивающим работу под током, соответствующим полной величине нагрузки, и устройством защитного отключения по дифференциальному току (рисунок 3).

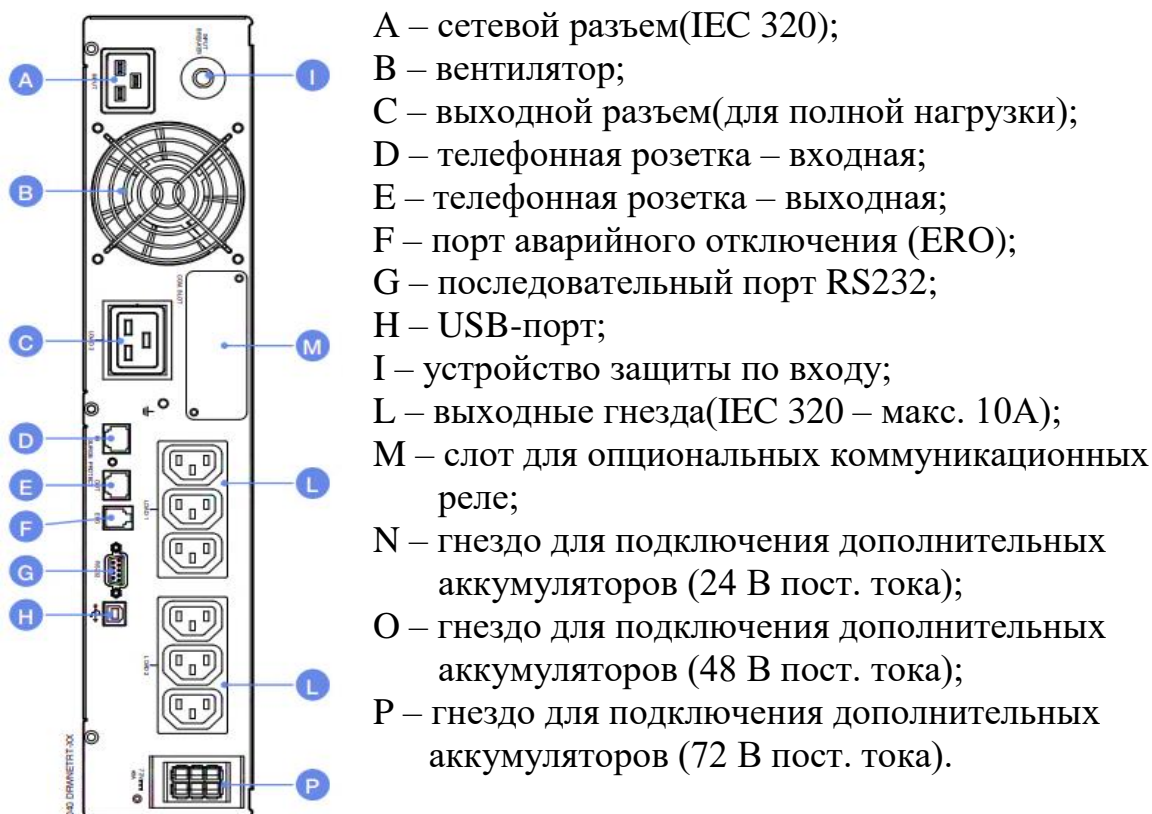


Рисунок 3 – Панель входных и выходных разъемов для подключения ИБП

При необходимости можно осуществить дистанционное выключение ИБП через предназначенный для этой цели внешний входной контакт. Команда принимается по истечении 3 секунд (время, заданное по умолчанию), в течение которых выполняется внешнее замыкание входного общего контакта. Во избежание необратимого повреждения ИБП внешний входной контакт должен использоваться только для этой цели и не иметь никакого потенциала.

ИБП должны устанавливаться на ровной устойчивой поверхности в помещении с надлежащей вентиляцией, вдали от источников тепла и таким образом, чтобы на них не попадали прямые солнечные лучи.

Температура окружающей среды должна поддерживаться в пределах от 0°C до 40°C, а относительная влажность не должна превышать 90% (без конденсации); оптимальная для обеспечения максимального срока службы аккумуляторной батареи температура составляет 15-20°C.

Со всех сторон устройства необходимо оставить свободное пространство не менее чем 15 см для обеспечения надлежащей вентиляции и возможности доступа к задней панели.

При установке источников бесперебойного питания следует соблюдать следующие правила:

- величины рабочего напряжения и частоты сети ИБП должны соответствовать значениям сети электропитания в месте установки. Параметры ИБП приведены на табличке технических данных, расположенной на задней панели устройства;

- сетевая розетка должна быть защищена автоматическим выключателем дифференциального тока типа А с номинальным значением 30 мА;

- при подключении ИБП к сети электропитания запрещается модифицировать нейтральную систему;

- необходимо обеспечить надежное заземление;

- подсоединять систему ИБП следует только к легко доступным заземленным ударостойким сетевым розеткам, расположенным в непосредственной близости к системе ИБП;

- должно быть обеспечено заземление внешней аккумуляторной батареи;

- при подключении последовательного интерфейса RS232 необходимо использовать только поставляемые кабели и принадлежности;

- нельзя подсоединять к выходным розеткам ИБП приборы или устройства, которые будут перегружать систему ИБП (напр., лазерные принтеры);

- при первом включении системы ИБП рекомендуется дать аккумулятору зарядиться в течение не менее 8 часов;

- устройство будет работать с максимальной производительностью, если питание на него будет подаваться круглосуточно, что гарантирует постоянный надлежащий заряд аккумуляторных батарей;

- если ИБП не будет использоваться в течение некоторого времени, перед его отключением необходимо дождаться полной зарядки аккумуляторных батарей (для этого необходимо непрерывное подключение ИБП к сети в течение 8 часов);

- когда ИБП не используется, то в этот период требуется производить зарядку аккумуляторных батарей в течение 24 часов не реже одного раза в месяц.

Внедрение системы бесперебойного питания обеспечивает безаварийную работу устройств электроснабжения и безопасность на железнодорожном транспорте.

Список литературы

1. NETYS RT 1100-1700-2200-3000BA – Ref. : IOMNETRITXX00-RU. Интернет ресурс: (https://www.svaltera.ua/upload/projectkit_protected/0fa/RU).

УДК 621.331

К вопросу о разложении на симметричные составляющие в трехфазных сетях

Задорожный В.А., Никитцов В.Н., Климентов Н.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: Рассмотрено применение математического пакета Mathcad при анализе несимметричных трехфазных систем и построении векторных диаграмм.

Ключевые слова: трехфазные системы, симметричные составляющие.

Метод симметричных составляющих основан на том, что несимметричная трехфазная система может быть разложена на три симметричные составляющие: прямой, обратной и нулевой последовательности [1].

Рассмотрим этот метод на примере с применением пакета Mathcad.

Заданы фазные напряжения трехфазной несимметричной системы в комплексной форме:

$$U_a := 120 \cdot e^{j \cdot 20 \cdot \text{deg}} \text{ В}; \quad U_b := 240 \cdot e^{-j \cdot 170 \cdot \text{deg}} \text{ В}; \quad U_c := 100 \cdot e^{j \cdot 160 \cdot \text{deg}} \text{ В}.$$

$a := e^{j \cdot 120 \cdot \text{deg}}$ - фазный множитель.

На рисунке 1 выполнено построение векторной диаграммы напряжений заданной несимметричной трехфазной системы.

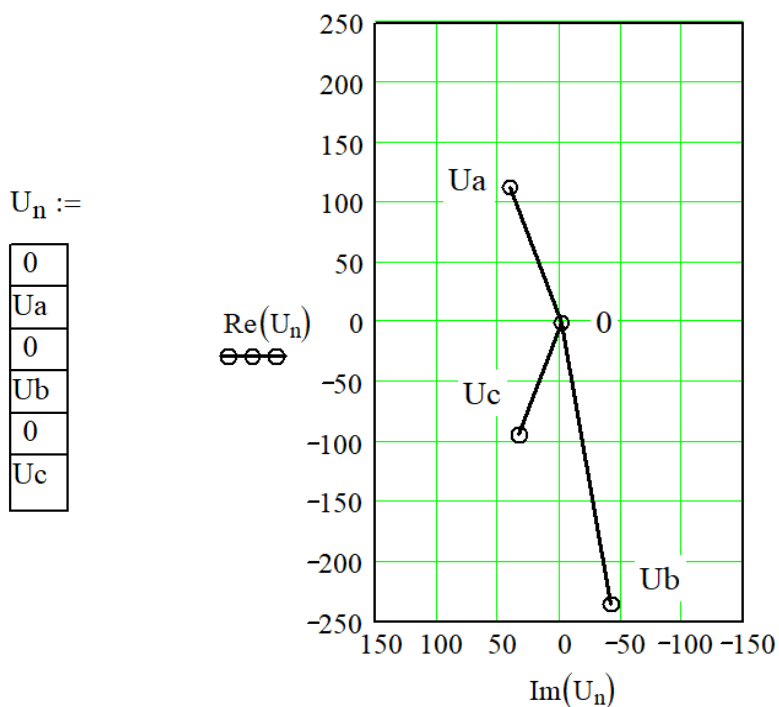


Рисунок 1 – Векторная диаграмма несимметричной системы напряжений

Расчет и построение векторной диаграммы для прямой последовательности напряжений (рисунок 2).

$$U_{a1} := \frac{1}{3} \cdot (U_a + a \cdot U_b + a^2 \cdot U_c)$$

$$U_{a1} = 114.546 - 26.176j \text{ В}; \quad |U_{a1}| = 117.498 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{a1})}{\text{deg}} = -12.872$$

$$U_{b1} := U_{a1} \cdot a^2$$

$$U_{b1} = -79.942 - 86.111j \text{ В}; \quad |U_{b1}| = 117.498 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{b1})}{\text{deg}} = -132.872$$

$$U_{c1} := U_{a1} \cdot a$$

$$U_{c1} = -34.603 + 112.288j \text{ В}; \quad |U_{c1}| = 117.498 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{c1})}{\text{deg}} = 107.128$$

$$U_{1n} :=$$

0
U _{a1}
0
U _{b1}
0
U _{c1}

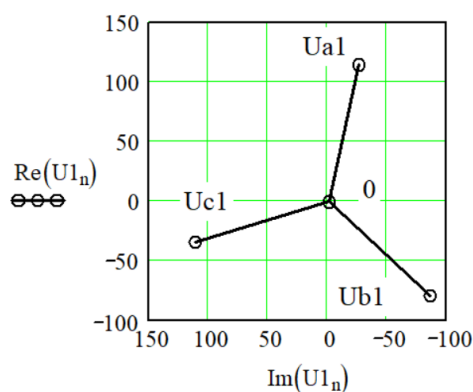


Рисунок 2 – Векторная диаграмма симметричных составляющих прямой последовательности напряжений

Расчет и построение векторной диаграммы для обратной последовательности напряжений (рисунок 3).

$$U_{a2} := \frac{1}{3} \cdot (U_a + a^2 \cdot U_b + a \cdot U_c) .$$

$$U_{a2} = 70.738 + 56.029j \text{ В}; \quad |U_{a2}| = 90.239 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{a2})}{\text{deg}} = 38.382$$

$$U_{b2} := U_{a2} \cdot a$$

$$U_{b2} = -83.892 + 33.246j \text{ В}; \quad |U_{b2}| = 90.239 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{b2})}{\text{deg}} = 158.382$$

$$U_{c2} := U_{a2} \cdot a^2$$

$$U_{c2} = 13.154 - 89.275j \text{ В}; \quad |U_{c2}| = 90.239 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{c2})}{\text{deg}} = -81.618$$

$U_{2n} :=$

0
U_{a2}
0
U_{b2}
0
U_{c2}

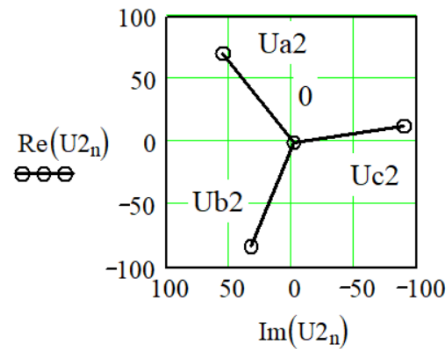


Рисунок 3 – Векторная диаграмма симметричных составляющих обратной последовательности напряжений

Расчет и построение векторной диаграммы для нулевой последовательности напряжений (рисунок 4).

$$U_{a0} := \frac{1}{3} \cdot (U_a + U_b + U_c)$$

$$U_{a0} = -72.52 + 11.19j \text{ В}; \quad |U_{a0}| = 73.378 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_{a0})}{\text{deg}} = 171.229 \text{ В};$$

$$U_{b0} := U_{a0} ; \quad U_{c0} := U_{a0} .$$

$U_{0n} :=$

0
U_{a0}
0
U_{b0}
0
U_{c0}

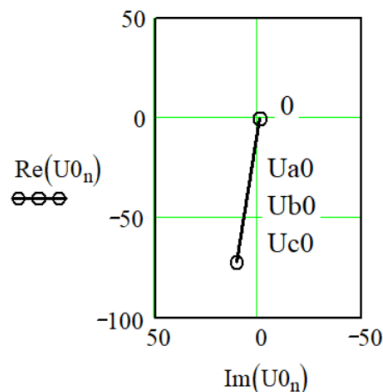


Рисунок 4 – Векторная диаграмма симметричных составляющих нулевой последовательности напряжений

Результаты расчетов проверяем путем сложения полученных симметричных составляющих напряжений каждой фазы

$$U_a(p) := U_{a1} + U_{a2} + U_{a0}$$

$$U_a(p) = 112.763 + 41.042j \text{ В}; \quad |U_a(p)| = 120 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_a(p))}{\text{deg}} = 20$$

$$\text{т.е. } U_a(p) := 120 \cdot e^{j \cdot 20 \cdot \text{deg}} \text{ В};$$

$$U_b(p) := U_{b1} + U_{b2} + U_{b0}$$

$$U_b(p) = -236.354 - 41.676j \text{ В}; \quad |U_b(p)| = 240 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_b(p))}{\text{deg}} = -170$$

$$\text{т.е. } U_b(p) := 240 \cdot e^{-j170 \cdot \text{deg}} \text{ В};$$

$$U_c(p) := U_{c1} + U_{c2} + U_{c0}$$

$$U_c(p) = -93.969 + 34.202j \text{ В}; \quad |U_c(p)| = 100 \text{ В}; \quad \frac{\arg(U_c(p))}{\text{deg}} = 160$$

$$\text{т.е. } U_c(p) := 100 \cdot e^{j160 \cdot \text{deg}} \text{ В}.$$

Из полученных результатов видно, что расчетные значения фазных напряжений совпадают с их исходными величинами.

По результатам проведенных расчетов на рисунке 5 построена векторная диаграмма, на которой указаны исходные вектора несимметричной трехфазной системы напряжений и полученные в результате расчетов вектора их симметричных составляющих.

$U_n :=$
0
U_{a1}
$U_{a1} + U_{a2}$
$U_{a1} + U_{a2} + U_{a0}$
0
U_{b1}
$U_{b1} + U_{b2}$
$U_{b1} + U_{b2} + U_{b0}$
0
U_{c1}
$U_{c1} + U_{c2}$
$U_{c1} + U_{c2} + U_{c0}$
0

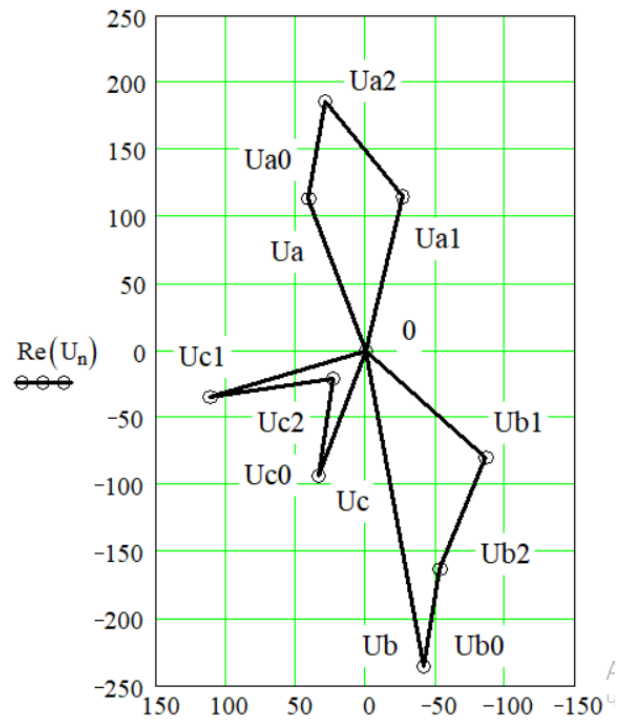


Рисунок 5 – Векторная диаграмма несимметричной системы фазных напряжений и их симметричных составляющих

Предложенный подход позволяет ускорить процесс анализа трехфазных несимметричных систем при разложении их на симметричные составляющие и, в том числе, при построении векторных диаграмм.

Список литературы

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник / Л.А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: Гардарики, 2006. – 701 с.: ил.

**ТРУДЫ 81-й СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ РГУПС (ЧАСТЬ 3)**

Секция «Машиностроение и материаловедение»
(Воронеж, 28-29 апреля 2022г.)

Отпечатано: филиал РГУПС в г Воронеж
г Воронеж, ул. Урицкого 75А
тел (473) 253-17-31

Подписано в печать 30.04.2022 Формат 21x30 ½
Печать электронная Усл.печ.л. – 4,9
Тираж 20 экз.