

*Сапожников Николай Сергеевич, студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),
Россия, г. Красноярск*

*Сапожников Александр Сергеевич, студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),
Россия, г. Красноярск*

*Хамзина Инга Владимировна, студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС),
Россия, г. Красноярск*

Колмаков Виталий Олегович, научный руководитель, кандидат технических наук, Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (КрИЖТ ИрГУПС), Россия, г. Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация: В статье приведен аналитический обзор научных работ в области железнодорожной автоматики и телемеханики, посвященных вопросам внедрения современных технических средств в системах определения местоположения поездов. Выявлены сильные и слабые стороны технико-

эксплуатационных характеристик рельсовых цепей. Проведен анализ современных технических средств в системах позиционирования подвижного состава, определены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: система позиционирования (местоположения) подвижного состава, рельсовые цепи, системы счета осей, спутниковые навигационные системы, системы акустического зондирования, индуктивные шлейфы, датчики точечного типа.

Abstract: The article provides an analytical review of scientific works in the field of railway automation and telemechanics, devoted to the introduction of modern technical means in train location systems. The strengths and weaknesses of the technical and operational characteristics of rail chains are revealed. The analysis of modern technical means in the positioning systems of rolling stock is carried out, their advantages and disadvantages are determined.

Keywords: rolling stock positioning (location) system, rail chains, axle counting systems, satellite navigation systems, acoustic sensing systems, inductive loops, point-type sensors.

В настоящее время на магистральных железных дорогах России и развитых стран мира в системах определения местоположения поездов базовой технологией позиционирования подвижных единиц служат рельсовые цепи (РЦ). Они обеспечивают в комплексе контроль свободности участков железнодорожного пути, контроль элементов обратной тяговой сети и электрической целостности рельсов, а так же передачу этой информации по рельсопроводному каналу на локомотивные устройства и в аппаратуру телеконтроля о свободности или занятости лежащих впереди по маршруту движения участков пути.

Вне зависимости от схемы включения РЦ являются не самыми надёжными техническими средствами, так как при эксплуатации возникают проблемы с неустойчивой работой рельсовой цепи в шунтовом режиме во

влажном климате. Это зачастую приводит к потере шунта под составом из-за увеличенного переходного сопротивления колесо-рельс, что влечет за собой неустойчивую работу РЦ, ее блокировку, невозможность размыкания маршрута или сбой кодов АЛС [1]. Таким образом, в некоторых ситуациях местонахождение поездов с помощью РЦ может не контролироваться.

РЦ зависимы от помех, источниками которых являются тяговые токи, грозовые разряды, коммутационные перенапряжения, устройства электропитания, радиочастотные электромагнитные поля, контактная и рельсовая сети тягового электроснабжения. Сбои в работе РЦ от действия помех приводят к ложным перекрытиям на более запрещающее показание напольных и/или локомотивных светофоров. В результате уменьшается пропускная способность участков железных дорог и ухудшается безопасность движения поездов [7]. Отказы в работе РЦ могут привести к сходу подвижного состава. РЦ контролируют рельсовую линию только на электрическую целостность и не способны определить повреждения поверхности катания рельсов.

Современная аппаратура РЦ, хотя и имеет достаточно высокие показатели надежности благодаря применению цифровых технологий, имеет высокое электропотребление и тепловыделение, приводящие в совокупности с работой другой микропроцессорной постовой аппаратуры к увеличению нагрузок на внешние системы электроснабжения нетяговых потребителей.

Главный инженер Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» Г.Ф.Насонов считает, что тональные рельсовые цепи (ТРЦ) в настоящее время являются самым надежным и наиболее широко внедряемым датчиком информации о месте нахождения поезда. Среди преимуществ можно выделить следующее: исключены возможности ложных подпиток путевого приемника от смежных и соседних РЦ; снижение в 5 раз потребляемой мощности; возможность создания систем автоблокировки без изолирующих стыков, применяемых на перегонах, где уложен бесстыковой путь; сокращение числа дроссель-трансформаторов; уменьшение потерь электроэнергии на тягу поездов

[3].

Сегодня эксплуатация и модернизация РЦ требует значительных финансовых затрат, не обеспечивая при этом полную безопасность. В связи с этим постоянно ведутся работы по их замене другими устройствами или системами без РЦ.

Проведем сравнительный анализ альтернативных технических средств систем позиционирования подвижного состава: системы счета осей; спутниковых навигационных систем; систем акустического зондирования; индуктивных шлейфов; датчиков точечного типа - евробализ.

Как считает технический директор ООО «1520 СИГНАЛ» Е.Г.Щербина, в настоящее время на участках пути с экстремально низкой изоляцией рельсовой линии или постоянно ржавеющими рельсами целесообразно заменить или дополнить РЦ системой счета осей (ЭССО), в которой применяются точечные датчики прохода колесных пар поезда [8]. Однако ЭССО не может рассматриваться как полноценный датчик наличия поезда на участке из-за высокой зависимости от внешних мешающих факторов. Система имеет встроенный контроль обнаружения отказов и обладает высокой помехозащищенностью и надежностью, но не позволяет осуществлять контроль целостности рельсовой линии.

Среди недостатков ЭССО можно выделить следующие: ложное срабатывание датчиков и сбой счета осей при проходе путеизмерительной и снегоуборочной техники, перемещений над ними дефектоскопных тележек; продолжение кодирования при сходе подвижной единицы и нарушении шунтирования рельсов; возможность получения разрешающего кода вслед движущемуся поезду [5].

Аппаратные средства ЭССО имеют высокую стоимость и сложность, но на их техническое обслуживание требуется меньше трудозатрат, сокращается и расход кабеля при их установке [1]. Система не является полностью автоматической, так как в формировании результата контроля состояния участка участвует оператор, определяя ложность/истинность занятости и

вручную выводя систему из ложного состояния. При этом влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности движения поездов возрастает.

Эксперт ОАО «РЖД» Н.Н.Балуев считает, что функционально ЭССО могут быть востребованы для маневровых районов станций и зоны депо в качестве основных средств контроля, а на главных путях станций и перегонов – в качестве дублирующих средств для РЦ.

Системы определения местоположения поездов исторически представляют собой интеллектуальный уровень технических средств. В состав компонентов систем позиционирования входят электронная бортовая карта, определение системы координат, расчет местоположения на основе комплексирования показаний различных датчиков, вычисление доверительного интервала найденного местоположения [4].

Система DAS, построенная на технологии распределительного виброакустического зондирования железнодорожного полотна, предусматривает использование свободного волокна в волоконно-оптическом кабеле в качестве распределенного датчика для определения нахождения подвижных объектов по вибрации земляного полотна [3]. Использование системы DAS на станциях исключено, так как продольная точность в типовых применениях не превышает 5-10 м. Отмечается так же практическая невозможность различения, по какому из путей многопутного участка следует поезд.

Система «Анаконда», разработанная АО «НИИАС», при помощи систем виброакустики позволяет организовать движение поездов с определением свободности/занятости участков перегона с автоматическим формированием сигналов «путевое прибытие» и разрешения на проследование блок - поста. По цифровому радиоканалу широковещательного диапазона 868 МГц информация о разрешении на проследование передается на бортовые устройств, координаты подвижной единицы с них подтверждаются.

Для этого требуется покрытие сети ОАО «РЖД» цифровой сетью

передачи данных – TETRA, DMR, LTE с возможностью обмена информацией с каждой подвижной единицей как минимум с двух пунктов.

Параметры систем сильно зависят от внешних механических факторов, таких как сейсмическая активность. Потеря радиосвязи с поездом может привести к тяжелым последствиям, поэтому необходимо повышать надежность средств связи. Для этого на борту необходимо устанавливать двухканальную радиостанцию передачи данных и строить базовые станции с двойным перекрытием зон связи.

Необходимость применения реперных точек для обнуления ошибки позиционирования подвижного состава, а также электронных карт участков с высокой точностью привязки, являются основными недостатками этих систем.

Контролировать местоположение поезда можно также с помощью спутниковых навигационных систем (СНС) GPS, Galileo, ГЛОНАСС. При движении поезда по участку локомотивная антенна СНС непрерывно принимает сигналы, модуль СНС обрабатывает их и определяет координаты. В модуле СНС хранится электронная карта участка, в которой для каждого километрового столба зафиксированы координаты в метрах и географические координаты. Когда голова локомотива проследует этот столб, текущие географические координаты локомотива совпадут с координатами, записанными в электронной карте, система определяет местонахождение и начинает вычислять расстояние до ближайшего препятствия (светофор, стрелка и др.). Используя значение расстояния до препятствия и допустимую скорость его проследования, система строит программную кривую снижения скорости к препятствию. Объекты, относительно которых отсчитываются расстояния, должны быть фиксируемы независимым датчиком. Для стрелок таким сенсором может выступать оптическая камера и акселерометр для определения факта проследования по отклонению. Основным недостатком системы является ее уязвимость от внешних воздействий.

Точечные путевые датчики - евробализы для определения местоположения поездов устанавливают между рельсами. При приеме

высокочастотного сигнала от антенны проходящего поезда евробализы приходят в активное состояние и передают в бортовые устройства сформированную информацию: свои координаты, показания впереди находящихся светофорах, параметры пути, значения ограничений скорости. Установка евробализ удорожает затраты и усложняет обслуживание верхнего строения пути [2].

Для определения координат объектов, движущихся по рельсам, используют измерительные системы на базе индуктивных шлейфов (ИШ) с постоянным шагом транспозиции проводников. ИШ выполняют в виде плоской ленты, в изолирующую оболочку вмонтированы два шлейфа. Плоская лента крепится к жесткому основанию, установленному на пути вдоль рельсовой линии. ИШ подключают к стационарному генератору переменного тока, а на подвижном объекте устанавливают приемную антенну и измерительную аппаратуру. Или на подвижном объекте монтируют передающую антенну, подключенную к бортовому генератору переменного тока, а измерительная аппаратура находится в стационарном пункте управления (СПУ) [2]. ИШ дает возможность организации дуплексного канала связи для передачи цифровой и аналоговой информации между движущимися объектами и СПУ. Недостатком применения ИШ является сложность обслуживания верхнего строения пути вследствие установки жесткого основания для их крепления.

Таким образом, на железных дорогах отсутствуют такие технические средства систем позиционирования подвижного состава, которые отвечали бы в совокупности всем требованиям безопасности, надежности, точности и эффективности, как с технической, так и с экономической точек зрения. Поэтому необходимо разрабатывать и совершенствовать системы позиционирования и входящие в их состав устройства, требующие меньших инвестиционных и эксплуатационных затрат, расширяющие возможности систем управления перевозочным процессом и диагностики инфраструктуры и подвижного состава. При выборе технических средств систем позиционирования для применения на том или ином участке следует

учитывать: природно-климатические условия; характеристики линии (скорость, категоричность, интенсивность движения – межпоездной интервал, грузоподъемность); технико-экономические показатели устройств системы; инвестиционные и эксплуатационные затраты.

Библиографический список:

1. Воронин, В.А. Замена рельсовых цепей на аналоги – миф или реальность? / В.А. Воронин // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 16-18.

2. Гапанович, В.А., Головин, В.И., Астрахан, В.И.. Методы и технические средства определения местоположения подвижного состава / В.А. Гапанович, В.И. Головин, В.И. Астрахан // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 10-13.

3. Назимова, С.А. Новый формат обсуждения проблем на площадке «АСИ» / С.А. Назимова // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 14-15.

4. Попов, П.А. Возможна ли жизнь без рельсовой цепи? / П.А. Попов // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 28-29.

5. Фурсов, С.И. Перспективы применения рельсовых цепей / С.И.. Фурсов // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 33-34.

6. Шаманов, В.И. Системы интервального регулирования движения поездов с цифровыми радиоканалами / В.И. Шаманов // Автоматика на транспорте. - 2018. – №2. – С. 223-240.

7. Шаманов, В.И. Пути повышения устойчивости работы рельсовых цепей / В.И. Шаманов // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 20-25.

8. Щербина, Е.Г. Методы и технические средства определения местоположения подвижного состава / Е.Г. Щербина // Автоматика, связь, информатика. - 2019. – №2. – С. 18-19.