

Повышение эффективности функционирования и организации работы путевых машинных комплексов на основе системы контроля качества выполняемых работ

Поступила 27.03.2018

Рецензирование 23.04.2018

Принята к печати 24.04.2018

Путевые машины, эксплуатируемые в настоящее время в ОАО «РЖД», обладают высокой степенью надежности, которая была достигнута в результате применения большого количества инновационных для своего времени технических и технологических решений. Кроме того, практически завершен процесс реорганизации системы технического обслуживания и ремонта машин, что свидетельствует о стабилизации периодичности регламентных технических воздействий и разграничении зон ответственности при выполнении ремонтно-восстановительных работ, оказывающих позитивное влияние на эксплуатационную надежность техники. В то же время остаются нерешенными вопросы, связанные с оценкой качества технического обслуживания и ремонта, а также прогнозирования наступления предотказного состояния путевой техники.

Эффективным инструментом, позволяющим решить обозначенные проблемы, является система дистанционного контроля параметров функционирования путевой техники. На сегодняшний день не существует комплексного решения, которое способно удовлетворить растущие потребности эксплуатационных предприятий в контроле технического состояния узлов и агрегатов техники и одновременно не повлечь значительных затрат на оснащение машин соответствующим диагностическим оборудованием.

Выходом из сложившейся ситуации может стать объединение функционала системы мониторинга технического состояния путевой техники, разработанной специалистами Сибирского государственного университета путей сообщения, и продукта НИАЦ АО «ВНИИЖТ» – системы контроля работы специального подвижного состава, которая сейчас активно внедряется на сети железных дорог России, но не позволяет производить контроль технического состояния машин и механизмов.

Ключевые слова: *ремонт и эксплуатация путевых машин, техническое диагностирование, система контроля, погрузка снега, подбивка балласта.*

На сегодняшний день система базовых предприятий по ремонту путевых машин в основном сформировалась. Однако проблемы, влияющие как на сам процесс ремонта, так и на процесс эксплуатации машин после ремонта, остаются.

Для ремонтных предприятий проблемным фактором является большая номенклатура путевых машин, которая насчитывает около 100 типов и требует наличия квалифицированного персонала, в совершенстве знающего все типы машин, а также увеличенного комплекта запасных частей, материалов и т. д. Этот же фактор зачастую не дает возможности определения требуемого и достаточного объема ремонта узлов и агрегатов машины. В итоге это может приводить как к непредвиденным ремонтным работам, так и к внезапным поломкам машины в межремонтный период.

Не менее значимые проблемы стоят перед эксплуатационными предприятиями. В первую очередь это оценка качества ремонта

машин по результатам приемочных испытаний, которые определяют не только соответствие нормативно-технической документации, но и контролируют весь производственно-технологический цикл ремонта. Еще более важная задача – это исключение выхода машины из строя в процессе работы в «окно» на перегоне.

Одним из перспективных направлений в развитии ремонтного комплекса, способных поднять на качественно новый уровень систему планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания путевых машин и, самое главное, решить проблемы как ремонтников, так и эксплуатационников, является широкое применение средств технической диагностики и методик прогнозирования состояния основных узлов путевых машин [1–3].

Техническое диагностирование является эффективным средством управления надежностью машин в эксплуатации. Основная конечная цель диагностирования заключается

в снижении затрат на техническое обслуживание и ремонт машин при поддержании уровня их надежности, в обеспечении установленного уровня безотказности, долговечности и максимальной производительности машин в процессе эксплуатации [2, 3].

Диагностика не оказывает непосредственного влияния на техническое состояние составных частей машины, но позволяет снизить материальные и трудовые затраты на поддержание надежности машин и обеспечить более высокое качество технического обслуживания и ремонтов. Стоимость проверки основных систем машины обычными методами с частичной разборкой механизмов на 70–75 % выше, чем при использовании современных диагностических средств. Применение технического диагностирования позволяет снизить аварийность машин, сократить расход топлива, рабочих жидкостей и смазочного материала, повысить долговечность составных частей машины на 30–40 %, увеличить эффективность использования машин за счет снижения простоев в ремонтах.

Сибирским государственным университетом путей сообщения на протяжении ряда лет ведутся работы по созданию систем диагностики специализированных машин, которые решают следующие задачи: контроль технического состояния узлов и агрегатов машин, поиск места и определение причин и условий, вызывающих отказы, прогнозирование технического состояния машин и выявление предотказных состояний машин.

Чтобы успешно применять результаты этих работ на предприятиях по ремонту и эксплуатации путевых машин, необходимо:

- 1) создать концепцию развития технической диагностики машин и механизмов;
- 2) разработать нормативно-техническую документацию (методики, руководства и т. п.) в области диагностики разнотипных путевых машин, прогнозирования их ресурса, сроков обслуживания и ремонта.

Создание системы мониторинга технического состояния, прогнозирования ресурса и выявления предотказных состояний позволит повысить качество ремонта и технического обслуживания путевых машин, снизить расходы на материально-технические ресурсы,

сократить внеплановые ремонты и время простоя машин на плановых видах ремонта [4, 5].

Уже сегодня НИИЦ АО «ВНИИЖТ» ведутся работы по оснащению всех путевых машин, эксплуатирующихся на сети ОАО «РЖД», автоматизированной системой контроля за работой специального подвижного состава (АС КРСПС), которая сейчас не предназначена для технической диагностики машин и механизмов, но может являться платформой для развития данного направления.

АС КРСПС предназначена для контроля и регистрации технологических характеристик специального подвижного состава с возможностью передачи информации в автоматизированную систему управления процессами эксплуатации и обслуживания специального подвижного состава с использованием сигналов спутниковой системы навигации ГЛОНАСС/GPS и каналов передачи данных GSM/GPRS [6].

Основные функции АС КРСПС:

- определение фактического местоположения путевой машины или специального подвижного состава;
- регистрация и индикация наличия сигнала беспроводной связи GSM и системы спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS;
- регистрация и индикация наличия напряжения внешнего источника питания и напряжения аккумуляторной батареи;
- регистрация напряжения на периферийных блоках;
- регистрация времени начала выполнения путевой машиной или самоходным специальным подвижным составом (ССПС) работ по назначению;
- регистрация времени окончания выполнения путевой машиной или ССПС работ по назначению;
- регистрация места окончания выполнения работы путевой машиной или специальным подвижным составом работ по назначению;
- передача всех данных регистрации в автоматизированную систему управления процессами эксплуатации и обслуживания специального подвижного состава (АСУ СПС).

Дополнительные функции для определенных типов СПС:

– для выправочно-подбивочной техники: продолжительность работы, режим подбивки, количество циклов подбивки, глубина заглубления подбивочных блоков, значение рихтовки, значение нивелировки;

– для щетнеочистительных машин: выработка, глубина вырезки балласта;

– для снегоуборочной техники: количество выгрузок, объем убранного снега, температура наружного воздуха;

– для моторно-рельсового транспорта: вес поднятых грузов, распознавание перемещенных грузов [7].

Возможности расширения функционала АС КРСПС можно рассмотреть на примере СМ-2 и Дуоматик, на которых уже частично реализованы принципы диагностики разнотипных путевых машин, прогнозирования их ресурса, сроков обслуживания и ремонта.

В рамках сотрудничества Западно-Сибирской железной дороги с Сибирским государственным университетом путей сообщения по заявке Уральской дирекции по эксплуатации путевых машин специалистами университета разработана и внедрена система контроля загрузки снегоуборочных машин СМ-2. Испытания системы показали существенное расхождение реально погруженного снега в полувагоны с объемом, регистрируемым в журнале учета работы по количеству выгрузок, так как при отсутствии приборов учета объем каждой выгрузки регламентирован документами и не учитывает реальной загрузки машины, что приводит к переоценке объемов вывезенного снега. Таким образом, некорректное измерение объемов вывезенного снега приводит к неоправданному уменьшению межремонтного цикла, а это серьезные финансовые издержки для хозяйства.

Сопоставление результатов измерений при помощи датчиков по загрузке СМ-2М № 18-01, работавшей на ст. Инская, и данных, фиксируемых бригадой в журнале, приведено в таблице.

Необходимо отметить, что адекватность результатов измерений с помощью ультразвуковых датчиков была проверена при помощи измерения уровня снега в вагонах традиционными средствами измерений – рулеткой, дальномером и т. д. По измеренным данным был рассчитан объем. Расхождение показаний системы с реальным объемом снега в полувагонах перед выгрузкой составило 4 %, что свидетельствует об удовлетворительной точности измерений [8].

В рамках оснащения автоматизированной системой контроля за работой специального подвижного состава (АС КРСПС), проводимой по всей сети ОАО «РЖД» учеными СГУПСа в 2017 г., система учета снега установлена на восемь машин СМ-2.

Система контроля загрузки снегоуборочных машин содержит четыре установленных над лентой транспортера ультразвуковых датчика, которые производят непрерывные измерения высоты и скорости перемещения снежной массы и автоматически переводят их в кубические метры. Помимо этого, система фиксирует время начала работы и продолжительность работы транспортерной ленты за смену, количество выгрузок и температуру окружающего воздуха в момент уборки снега.

Результат измерений объемов погруженного снега является комплексной косвенной величиной, в состав которой входят результаты измерений ультразвуковых преобразователей, скорости движения ленты, ее геометрических параметров, особенностей поверхности самой ленты и снежного наполнения. Показатели, зафиксированные датчиками, выводятся не только на ЖК-монитор микрокомпьютера, установленного в кабине машиниста снегоуборочной машины, но и на смартфоны мастера участка, оператора удаленного доступа и любых других причастных работников в виде программного приложения ОАО «РЖД».

АС КРСПС установлена и на другие машины, в том числе на Duomatic 09-32 № 19,

Смена	Объем снежной массы за смену, м ³		Время работы транспортерной ленты, мин	Температура окружающего воздуха, °С
	Измерения	По журналу		
02.03.17 (день)	171,9	480 (3 выгрузки)	85,4	–2
02.03.17 (ночь)	469,2	960 (6 выгрузок)	193,4	–4

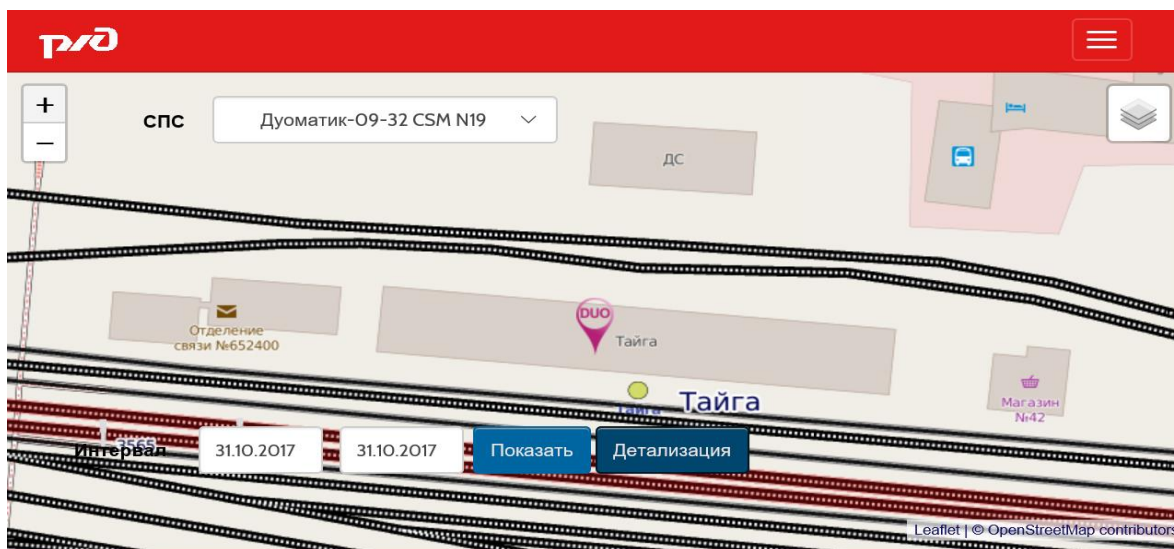


Рис. 1. Вид интерфейса АС КРСРС с информацией по машине Duomatic 09-32 № 19

оснащенный в 2015 г. СГУПСом системой дистанционного мониторинга технического состояния подбивочного блока (СМТС) [9]. Вид интерфейса системы АС КРСРС приведен на рис. 1. Интеграция двух систем и совместная опытная эксплуатация запланирована на 2018 г.

СМТС состоит из бортового оборудования и серверной части (рис. 2). Бортовое оборудование включает в себя: набор первичных преобразователей для измерения значения давления в гидрролинии привода подбивочного блока, три датчика оборотов, позволяющих оценить частоту вращения вала двигателя и эксцентриковых валов подбивочных блоков, и датчик для оценки температуры рабочей жидкости [10].

Так как параметры работы подбивочного блока являются главным рабочим параметром машины, то интеграция разработанной си-

стемы с АС КРСРС при добавлении в ссылку «детализация – рабочий режим» параметров работы блока: частоты колебания подбоек под нагрузкой и коэффициента износа гидропривода – с сигнализацией и уведомлением об их допустимых (критических) значениях позволит исключить некачественное выполнение работ машинами, находящимися в предотказном состоянии [9]. Совместная опытная эксплуатация и дальнейший мониторинг позволят разработать нормативно-техническую документацию (методики, руководства и т. п.) в области диагностики данного типа путевых машин и вплотную заняться вопросами прогнозирования ресурса, сроков обслуживания и ремонта.



Рис. 2. Элементы СМТС, установленной на Duomatic 09-32 № 19

Кроме того, в 2018 г. будут произведены работы по оснащению аналогичной системой динамического стабилизатора пути, что позволит начать работы по исследованию влияния параметров работы выправочно-подбивочных и отделочных машин на устойчивость пути при эксплуатации после проведенных ремонтов.

Полученные в СГУПСе результаты являются базой для создания системы диагностики путевых машин, которую можно с успехом реализовывать как на ремонтных, так и на эксплуатационных предприятиях Западно-Сибирской железной дороги.

Библиографический список

1. Кирпичников А. Ю. Обеспечение надежности технической эксплуатации машинных парков в транспортном строительстве : дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2013. 135 с.
2. Ядрошиков О. В. Управление техническим состоянием парков транспортных и технологических машин на основе диагностирования // Сб. докл. VII Рос. науч.-практ. конф. / Оренбургский государственный университет. Оренбург, 2005. С. 415–421.
3. Кирпичников А. Ю. Анализ и перспективы развития технической эксплуатации строительно-дорожных машин // Сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе». Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2012. С. 333–335.
4. Манаков А. Л., Изумнов А. А., Коларж С. А. Создание системы мониторинга технического состояния транспортных и технологических машин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 4. С. 125–132.
5. Манаков А. Л., Алехин А. С. Применение комплексного интегрального показателя для оценки технического состояния ДВС // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 3 (42). С. 65–70.
6. Горелкин В. «Дюматики» и «Униматы» взяты под контроль // Гудок. 2016. № 206 (26111). URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1356474> (дата обращения: 08.03.2018).
7. Описание АС КРСПС // АС КРСПС : сайт / НИИЦ АО «ВНИИЖТ». URL: <https://sps.gis.ru.net/article/opisanie-as-krsp> (дата обращения: 10.03.2018).
8. Матвеев А. Снег замерят звуком // Гудок. 2017. № 52 (26191). URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1369070> (дата обращения: 10.03.2018).
9. Доротова Д. Прогноз качества // Gudok.ru / Транссиб. 2018. № 05. URL: <http://www.gudok.ru/zdr/180/?ID=1404073&archive=45814s> (дата обращения: 12.03.2018).
10. Манаков А. Л., Коларж С. А. Разработка аппаратной части системы мониторинга технического состояния путевой машины Duomatic 09-32 // Транспорт Урала. 2017. № 1 (52). С. 57–60.

A. L. Manakov, A. D. Abramov, S. A. Bekher, S. A. Kolarzh

Efficiency Upgrading and Organizational Management of Track Machine Complexes on the Basis of Job Quality Management System

Abstract. Track machines that currently operate on Russian Railways have a high degree of reliability, which was achieved as a result of using a large number of innovative, at that time, technical and technological solutions. In addition, the process of machine maintenance and repair reorganizing has practically been completed, that indicates the stabilization of routine technical impacts and the delineation of responsibility areas when performing repair and restoration works that also has a positive effect on the operational reliability of machinery. At the same time, issues related to the maintenance and repair quality assessment, as well as the prediction of track equipment predicament state remain unresolved.

An effective tool that allows solving the indicated problems is a remote monitoring system for track equipment. Today there is no integrated solution that can meet the growing needs of operating enterprises in monitoring the technical condition of units and machinery units and, at the same time, not incur significant costs for equipping the machines with appropriate diagnostic equipment.

A way out of this situation may be the integration of the functional system developed by the specialists of the Siberian State Transport University to monitor the technical condition of track equipment and the product of Scientific research analytical center VNIIZhT Ltd, a monitoring system for the operation of special rolling stock, which is now being actively introduced on the Russian rail network, but does not allow to control the technical condition of machines and mechanisms.

Key words: *repair and operation of track machines; technical diagnostics; control system; snow loading; ballast tamping.*

Манаков Алексей Леонидович – доктор технических наук, доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» СГУПС. E-mail: manakov005@mail.ru

Абрамов Андрей Дмитриевич – доктор технических наук, доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» СГУПС. E-mail: abramov@stu.ru

Бехер Сергей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехника, диагностика и сертификация» СГУПС. E-mail: beher@stu.ru

Коларж Сергей Александрович – преподаватель кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» СГУПС. E-mail: kolarzhsa@mail.ru