



International scientific and technical journal
INNOVATION TECHNICAL AND TECHNOLOGY
Vol.2, №.1. 2021.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Валиев М.Ш., Қосимов Х.Р.

*Ташкентский государственный транспортный университет, 100167,
Адылходжаева 1, Ташкент, Узбекистан*

Аннотация. Учет реального технического состояния оборудования локомотива при планировании объемов его ремонта является одним из важнейших резервов сокращения эксплуатационных расходов железных дорог и снижения себестоимости перевозок. Непрерывный контроль технического состояния локомотива в эксплуатации осуществляется с использованием стационарных и бортовых средств технической диагностики. В статье предлагается методика интегральной оценки технического состояния качества рабочего процесса в цилиндре дизеля с использованием бортовых средств диагностики.

Ключевые слова: система технического обслуживания, микропроцессорная система, диагностика дизеля по интегральной оценке

Введение

Современный локомотив является технически сложной, восстанавливаемой системой, поэтому успешное его функционирование связано с осуществлением определенной совокупности профилактических и восстановительных мероприятий в процессе эксплуатации, направленных на поддержание и восстановление работоспособного состояния и предусмотренных принятой системой технического обслуживания и ремонта.

В настоящее время поддержание локомотивного парка в работоспособном состоянии на большинстве железных дорог стран СНГ обеспечивается планово-предупредительной системой

технического обслуживания и ремонта локомотивов, при которой локомотив периодически, в плановом порядке отстраняется от эксплуатации для выполнения обслуживания, разборки, ремонта, замены и регулировки элементов его оборудования, независимо от их действительного технического состояния. Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт локомотивов составляют более 20% общих затрат локомотивного хозяйства.

Одним из основных направлений повышения качества и снижения себестоимости ремонта подвижного состава является совершенствование системы технического обслуживания и ремонта.

1. Системы технического обслуживания и ремонта (ТОР) тягового подвижного состава

В настоящее время различают два основных вида ремонта тягового подвижного состава:

- по пробегу (планово-предупредительная система);
- по техническому состоянию.

При ремонте по пробегу, локомотив изымается из эксплуатации при достижении определенной наработки, заданной заранее и не зависящей от технического состояния его оборудования. К этому типу относится действующая в настоящее время система планово-предупредительного ремонта.

При ремонте по состоянию локомотив ставят в ремонт только в случае отказа или достижения предотказного состояния какого-либо из его узлов.

Каждый из этих вариантов имеет как преимущества, так и недостатки, и различаются они той ролью, которую играет техническое диагностирование в системе ТОР.

Достоинством системы планово-предупредительной системы технического обслуживания является возможность объединения ремонтных операций различного оборудования и снижения за счет этого простоя локомотива в ремонте. Недостатком такой системы является необходимость демонтажа оборудования вне зависимости от его действительного технического состояния. Вмешательство в работу исправно работающего оборудования может не только не улучшить, но и ухудшить его техническое состояние вследствие неизбежного возникновения приработочных отказов.

Достоинства системы технического обслуживания и ремонта по состоянию является уменьшение числа отказов, вносимых в процессе ТОР. Экономятся запасные части, так как уменьшается

количество необоснованных замен узлов и деталей, повышается степень использования локомотивов. Недостатком системы является необходимость постановки локомотива в депо с изъятием его из эксплуатации при ремонте каждого узла. Это приводит к значительному увеличению времени нахождения локомотива в ремонтах и связанных с этим потерь.

До середины 30-х годов ремонт паровозов осуществлялся «по потребности», в зависимости от состояния колесных пар и котла, с обязательным участием прикрепленных локомотивных бригад. В 1936-38г.г. при ремонте паровозов стали применять планово-предупредительную систему, что сразу же сказалось на ухудшении их технического состояния. Позднее были испробованы методы нормирования ремонтов по расходу топлива для тепловозов, электроэнергии для электровозов. Положительных результатов этот метод не дал, т.к. топливо и электроэнергия не всегда расходуются на работу локомотива – это прогревы локомотивов зимой, расход электроэнергии в пусковых сопротивлениях и т.д. В результате вернулись к планово-предупредительному ремонту, хотя недостатки его были ясны еще в тридцатые годы.

С целью максимального использования достоинств как первой, и так второй систем была разработана комбинированная система ТОР, в которой ремонт локомотива производит с учетом их фактического состояния, но вместе с ремонтом или заменой отказавшего узла производится ремонт или замена узлов, находящихся в предотказном состоянии. Т.е. при постановке машины в ремонт из-за отказа какого-либо устройства или исчерпания его ресурса восстанавливается не только это устройство, но и другие узлы и

агрегаты, ресурс которых еще не достиг предельного уровня, но приближается к нему.

Выполнение технического обслуживания и ремонта подвижного состава по комбинированной системе должно быть основано на исчерпывающей и достоверной информации об оборудовании каждого локомотива. Наиболее эффективным способом ее получения является техническое диагностирование с использованием информационных измерительных систем, микропроцессорной технике, персональных ЭВМ и автоматизированных рабочих мест.

Сведения, получаемые в результате диагностирования, должны систематизироваться и накапливаться на носителях ЭВМ в упорядоченном виде – в виде специальных форм, позволяющих вести автоматизированный анализ накопленной информации. С точки зрения характера информации о техническом состоянии объекта различают два способа диагностирования.

Первый – это определение состояния. Второй заключается в диагностировании контролируемого параметра.

В первом случае по его результатам получают сведения о том, работоспособен проверяемый объект или нет. Иными словами, удовлетворяет он всем предъявляемым требованиям или же некоторые из них (пусть даже только одно) нарушены. Таким образом, диагностирование производится по схеме «да -нет», «исправен - неисправен».

Событие, заключающееся в потере работоспособности, означает отказ объекта. Информация обо всех отказах, когда в результате диагностирования установлен факт потери работоспособности объекта,

накапливается в специальных формах, содержащих необходимые сведения и позволяющих производить их автоматизированную обработку на ЭВМ.

Во втором способе диагностирования информация о техническом состоянии объекта получается в виде численных значений контролируемых параметров, характеризующих это состояние. Сведения помещаются в специальных формах учета контролируемых параметров.

Накопленная информация от отказов, систематизированная по видам оборудования и причинам нарушения работоспособности, позволяет рассчитать основной показатель безотказности ремонтируемых изделий – параметр потока отказов:

$$\omega = \Delta n_i / \Delta t$$

где Δn_i – число отказов рассматриваемых объектов в i -ом интервале наработки;

Δt – величина интервала наработки.

Результаты расчета параметра потока отказов для различных интервалов $\omega_1, \omega_2, \omega_i$ определяют зависимость этого показателя от наработки, т.е. имея которую, можно определить оптимальный пробег до планового ремонта рассматриваемого объекта.

Независимо от того, в какой форме накапливается информации о результатах диагностирования оборудования локомотивов, обработка полученной информации дает ряд функциональных зависимостей суммарных удельных затрат на проведение плановых и неплановых ремонтов:

$$q_1(L_1), q_2(L_2), q_n(L_n)$$

и соответствующий им ряд оптимальных межремонтных пробегов:

$$L_{10}, L_{20}, L_{N0}$$

где N – число диагностируемых объектов разного типа

Осуществив группировку межремонтных пробегов различных узлов и деталей в соответствии с принципом кратности, получают оптимальную систему технического обслуживания и ремонта локомотивов. В ней сведены к минимуму суммарные удельные затраты на плановые и неплановые ремонты всех элементов оборудования, контролируемых системой технической диагностики [1, 7, 8].

Выполнив расчеты, получают оптимальную структуру ремонтного цикла. В нем однозначно определены количество и порядок чередования ремонтов различного объема, перечень работ, выполняемых при этом по восстановлению работоспособности отдельных узлов и деталей (объем ремонта), а также межремонтные пробеги. Важно отметить, что все эти параметры находятся по результатам диагностирования локомотивов, отражают конкретные условия их эксплуатации и фактическое техническое состояние.

Определив оптимальную структуру ремонтного цикла подвижного состава, можно решать оперативные вопросы, возникающие при проведении диагностирования. Одним из таких вопросов является выбор варианта восстановления узла, признанного по результатам проверки потерявшим работоспособность (отказавшим) или находящимся в предотказном состоянии [2, 8, 9].

2. Микропроцессорная система управления МСУ-ТП

В настоящее время при создании новых и проведении капитальных ремонтов старых локомотивов на большинстве из них устанавливаются бортовые (встроенные) системы управления и диагностики, которые, помимо решения задач управления

локомотивом, способны контролировать и анализировать целый ряд информативных параметров.

В рамках работ по созданию нового тепловоза Всероссийским научно-исследовательским и конструкторско-технологическим институтом подвижного состава разработаны микропроцессорная система управления, регулирования и диагностики тепловозов МСУ-ТП [3]. Система МСУ-ТП является микропроцессорной системой нового поколения из ряда микропроцессорных систем управления и регулирования электрической передачей тепловозов (МСКУ-1, АСУБ «Локомотив», УСТА). Установка системы МСУ-ТП на тепловоз позволила исключить из схемы управления тепловозом все промежуточные реле включения исполнительных аппаратов тепловоза (контакторов, вентилях и пр.)

Тепловозы ТЭП70БС оборудованы микропроцессорной системой управления и диагностики МСУ-ТП. МСУ-ТП включает в себя:

- устройство обработки информации;
- модуль дисплейный;
- измеритель температурный;
- стабилизатор постоянного тока;
- задатчик;
- выпрямитель питания обмоток возбуждения тягового генератора;
- энергонезависимое запоминающее устройство (ЭЗУ);
- комплект датчиков и измерительных преобразователей;
- комплект монтажных частей;
- комплект программного обеспечения.

На тепловозе МСУ-ТП осуществляет:

- бесконтактное управление электрической схемой тепловоза во всех режимах работы.
- управление пуском и остановкой дизеля по команде машиниста с

соблюдением всех временных интервалов при пусковых операциях в соответствии с Техническими условиями на дизель.

- прием дискретных (двухпозиционных – «0» и «1») сигналов по 160 каналам для ввода контролируемых параметров электрооборудования тепловоза.

- прием аналоговых токовых сигналов по 52 каналам для ввода контролируемых параметров систем тепловоза.

- приём частотных сигналов по восьми каналам для ввода контролируемых параметров систем локомотива

- выдачу дискретных (двухпозиционных – «Вкл.» и «Откл.») выходных сигналов по 48 каналам для управления исполнительными устройствами тепловоза (реле, контакторы и др.).

- дуплексный обмен информацией блока БК УОИ с внешними устройствами, входящими в состав МСУ, по последовательному интерфейсу типа «Токовая петля» по ГОСТ 28854-90 или RS422 по шести каналам.

- запись информации во внешний накопитель, подключенный через USB порт ДМ

3. Автоматизированные рабочие места диагностики

За счет непрерывного контроля большого количество различных параметров силовой установки локомотива обеспечивается возможность объективной оценки событий, возникающих в процессе поездки [4, 5].

Однако, эффективность использования новых локомотивов не достаточна, велика ввиду отсутствия в локомотивных депо автоматизированных средств анализа измерительной информации.

Разработка и внедрение таких средств является актуальной проблемой. Эти средства должны быть объединены в комплексную систему, способную оперативно, без вывода тепловоза из эксплуатации, определять техническое состояние контролируемого оборудования, визуально представлять полученные результаты с возможностью последующего их использования в планировании сроков и объемов ремонта. Все неисправности, обнаруженные во время движения локомотива и оценочные параметры локомотивного оборудования должны накапливаться в памяти бортовой системы диагностики и передаваться стационарный АРМ-Д (автоматизированную рабочую места-диагностики), в процессе движения по беспроводным каналам связи (с использованием мобильного GPRS-Интернет соединения). С целью выявления причин отказов в тепловозных системах, при их обнаружении в памяти системы должны сохраняться контролируемые параметры за промежуток времени, предшествующий отказу и после его выявления в течение не менее 5 секунд. Информация о неисправностях в пути следования может быть передана в ближайшее по пути следования ремонтное депо с целью подготовки оборудования и персонала к быстрому устранению неисправности [6,7].

Кроме передачи информации с борта локомотива, необходима разработка алгоритмов по детальной обработке полученной информации. Все данные должны быть отсортированы и обработаны по соответствующим алгоритмам. При накоплении такой базой данных достаточной статистики может быть осуществлены определения предельных (критических) уровней этих параметров, может быть решена задача прогнозирования остаточного

ресурса контролируемого оборудования. Ухудшение технического оборудования до предельного уровня, зафиксированное бортовой системой диагностики должно служить сигналом о проведении технического осмотра или более детального анализа при помощи специализированных средств диагностирования.

Заключение

Для реализации этих задач, разрабатывается: база данных (куда заносится вся информация по локомотивам, по их узлам и системам, контролируемым параметрам, неисправностям и отметкам об их устранении) и алгоритмы математической обработки результатов. Результат выполнения этих алгоритмов являются интерполяционные кривые, реально отражающие динамику процессов в контролируемых системах.

Литература

1. Оптимизация системы ремонта локомотива / А.В. Горский, А.А. Воробьев- Москва.: Транспорт,1994.- 208с.-ISBN-5-277-01671.
2. Управление техническим состоянием локомотивов / А.Т. Осяев, А.Б. Подшивалов// Вестник ВНИИЖТ, 2003 №1-с.18-21.
3. Многофункциональная микропроцессорная система управления тепловоза 2ТЭ116КМ /О.М. Котов, Д.Н. Сергеев, П.Л. Чудаков // Труды ВНИКТИ, -2004 - № 83 - с.106-110.
4. Валиев М.Ш. Применение датчика содержания кислорода для контроля величины коэффициента избытка воздуха тепловозного дизеля/ М.Ш.Валиев. - Известия Транссиба. 2017. №2 (30).с.9-17.
5. Валиев М.Ш. Применение датчика для контроля качества рабочего процесса тепловозного дизеля/ М.Ш.Валиев. – Локомотивы. Газомоторное топливо (Проблемы. Решения. Перспективы) Материалы I Международной научно-практической конференции. 2016. С.69-73.
6. Валиев М.Ш. Диагностика рабочего процесса тепловозного дизеля в условиях эксплуатации. / М.Ш.Валиев.- Вестник Транспорта Поволжья. 2011.№1(25). с.35-39.
7. Грачев, В.В. Оценка технического состояния тепловозного дизеля по данным бортовой микропроцессорной системы управления / В.В. Грачев, М.Ш. Валиев // Известия ПГУПСа / Петербургский государственный университет путей сообщения. – Санкт-Петербург. – 2010. – №1(22). – С. 22 – 32.
8. Грачев, В.В. Оценка технического состояния цилиндров дизеля с использованием датчика содержания кислорода в отработавших газах / В.В. Грачев, М.Ш. Валиев // Известия ПГУПСа / Петербургский государственный университет путей сообщения. – Санкт-Петербург. – 2011. – №2(27). – С. 25 – 32.
9. Грачев, В.В. Устройство для контроля величины коэффициента избытка воздуха тепловозного дизеля / В.В. Грачев, Ф.Ю. Базилевский, М.Ш. Валиев // Известия ПГУПСа / Петербургский государственный университет путей сообщения. – Санкт-Петербург. – 2011. – №3(28). – С. 153 – 161.