

МЕТОД КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ТЕПЛОВОЗОМ НА ОСНОВЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ТРАССА»

Миртов В. К., Мацкевич П. Д., Кузьмич А. И.

Институт железного транспорта Рижского технического университета, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Рига, Республика Латвия, Минск, Республика Беларусь

E-mail: v.mirtov@gmail.com, kai@list.ru

В докладе обсуждаются механизмы оперативного контроля расхода топлива тепловозами, обеспечивающие снижение несанкционированного расхода горючего.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность деятельности железнодорожных компаний во многом зависит от эффективности жизненного цикла тепловозов, работающих на дизельном топливе [1]. Особенность эксплуатации тепловозов заключается в большом расходе горючего, стоимость которого постоянно растет и составляет 16–29% от общих эксплуатационных расходов [2, 3]. В докладе обсуждается оригинальный подход, обеспечивающий более точное измерение объема топлива и существенно снижающий расходы на эксплуатацию тепловозов.

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть имеется локомотив, работающий на дизельном топливе и участвующий в реализации проекта по перевозке некоторого груза. В сцене перевозки участвуют одушевленные и искусственные акторы: центр, иницирующий проект, машинист и локомотив [4]. Требуется разработать средства и метод проведения дискретного мониторинга реального объема топлива в баке. Центр должен получать полученные значения в реальном режиме времени. Для решения поставленной задачи в первую очередь необходимо разработать датчик, обеспечивающий достаточную точность измерения объема горючего, затем разработать методику обработки полученных от датчика данных, которые будут анализироваться на уровне центра.

II. ДАТЧИК ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВА

Очевидно, что для повышения уровня точности измерения объема горючего необходимо разработать специализированный датчик. Предлагается дополнительный оригинальный датчик характеристик топлива (ДХТ), позволяющий проводить измерение диэлектрической постоянной и плотности топлива в режиме реального времени. В результате появляется возможность выполнять непрерывный контроль расхода горючего на основе его массы, а также избавиться от чувствительности системы при смене марки топлива.

Конструктивно ДХТ состоит из первичного преобразователя (измерительного элемента) погружаемого в бак с топливом и механически соединенного с ним электронного блока размещаемого снаружи бака. Измерительный элемент датчика размещается на некотором удалении от дна бака и между двумя измерителями уровня. Такое расположение датчика позволяет производить усредненное значение контролируемых параметров по всему объему бака. Датчик позволяет измерять следующие характеристики топлива: плотность, диэлектрическая постоянная, вязкость и температуру. Диапазоны измерения датчика полностью перекрывают диапазон изменения величин плотности и вязкости для дизельного топлива указанные в EN 590:2004. Диапазон измерения датчика по диэлектрической постоянной составляет от 1 до 6, что позволяет вносить поправку для всех видов применяемого топлива. Анализ в динамике вышеуказанных характеристик позволяет косвенно судить о типе применяемого топлива и о возможности его применения для данного типа тепловозов.

Система наряду со съемом информации с датчиков уровня топлива снимает показания с ДХТ. Программное обеспечение системы вносит корректировку в показания уровня топлива с учетом диэлектрической постоянной. Затем по тарировке бака вычисляется объем топлива. Используя измеренное значение плотности топлива, система производит расчет массы.

III. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОБЪЕМА РАСХОДА ТОПЛИВА

Методика оценки расхода топлива включает четыре основных шага.

Шаг 1. Снятие характеристик с датчика. Полученные при измерении данные в литрах имеют дисперсию до 10000 и среднеквадратическое отклонение до 100 литров (рис.1) [5].

Использовать результаты измерения для сравнения с расчётными данными без предварительной статистической обработки нецелесообразно по причине высокого уровня помех при измерении в условиях движения тепловоза (вибрации, наклоны и продольные ускорения).

Шаг 2. Для сглаживания кривой расхода предлагается сделать обработку исходных данных по алгоритму скользящего среднего [5] на интервале 30 минут:



Рис. 1 – Расход топлива (в литрах)

$$R_{sr30} = \frac{1}{180} \sum_{i=0}^{i-1} r_i;$$

где: $r_i = u_i - u_{i-1}$ – мгновенный расход; u_i – мгновенное количество топлива в баке.



Рис. 2 – Усредненный расход

Даже после усреднения принимать решение о сливе непосредственно по разностному сигналу не следует, т.к. это приводит к большому количеству ложных срабатываний.

Шаг 3. Предлагается регистрировать слив только тогда, когда он длится более 5 минут. В этом случае систему можно настраивать на регистрацию слива с интенсивностью 0,5 литра в минуту (рис 3).

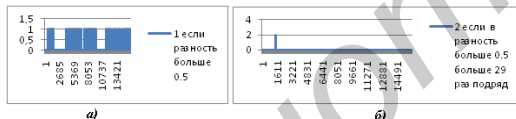


Рис. 3 – Различные ситуации слива топлива

На рис. 3а значение = 1, если разность больше 0,5. На рис. 3б – значение = 2, если разность больше 2. Шаг 4. Для практического использования расчетов в процессе принятия решения центром, их необходимо визуализировать (рис. 4).

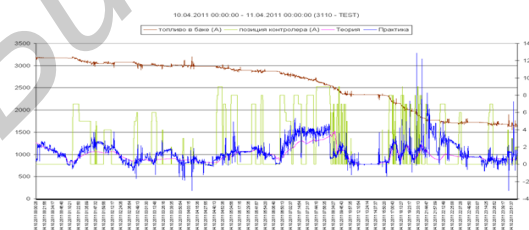


Рис. 4 – Визуализация результата

Разработанный датчик и описанная методика были использованы в новой версии аппаратно-программного комплекса “Трасса”. Архитектура системы включает сервер и клиента. Клиент снимает с датчиков сигналы, формирует вектор

диагностических показателей, который посылается на сервер и обрабатывается. Соответствующий программный инструментальный состоит из четырех модулей: модуль снятия характеристик и формирования вектора значений характеристик, модуль пересылки вектора, модуль статистического анализа вектора, модуль визуализации расхода (реального и теоретического) топлива.

Значимым практическим результатом, полученным при испытании комплекса “Трасса 2”, является более достоверное определение массы топлива в баке, о чем свидетельствует сравнительный анализ экспериментальных данных полученных от различных систем (рис.5).

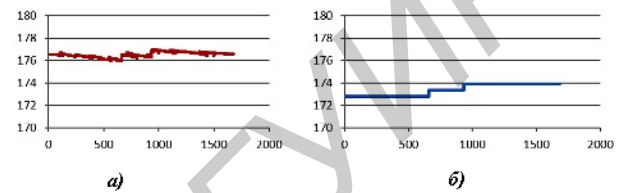


Рис. 5 – График зависимости массы от топлива

На рис. 5а приведена зависимость во времени массы топлива в баке при учете фактических значений плотности и диэлектрической постоянной топлива. На рис. 5б – зависимость без учета указанных характеристик.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный датчик и методика его использования, реализованные в комплексе “Трасса”, обеспечивают более точное определение расхода топлива по сравнению с расчётным значением и оперативное принятие соответствующих решений на уровне центра. В результате удалось существенно сократить расходы на эксплуатацию тепловозов за счет исключения несанкционированного расхода (слива) топлива, что, в свою очередь привело к более рациональному расходу топлива и снижению отрицательного воздействия на природную среду.

V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перепелюк, А. В., Бондаренко, В. О., Мироненко, Л. А. Экономика промышленного транспорта / А. В. Перепелюк, В. О.Бондаренко, Л. А.Мироненко. – М.: Высш. шк., 1987. – 336 с.
2. Грачёв, В. В.и др. Оценка точности измерения количества топлива в баке тепловоза гидростатическим измерителем / В. В. Грачёв // Вестник ВНИИЖТ. – 2008. – №5. – С. 29-32.
3. Грищенко А. В., Грачёв В. В., Лавский В. Г. Система непрерывного удалённого контроля параметров локомотива / А. В. Грищенко, В. В. Грачёв, В. Г. Лавский // Локомотив-информ. – 2007. – №5. – С. 10–11.
4. Kuzmich, A. I. Remote monitoring system for mobile objects /A. I. Kuzmich, G. Shakah, A. N. Valvachev // Proceedings of 11-th International Conference (PRIP'2011), Minsk: BSUIR, 2011. – P. 427–430.
5. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. / А. И. Кобзарь. –М.: Физмалит, 2006. – 816 с.