

УДК 631.3.072

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФОРСУНОК
ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ COMMON RAIL НА ПРИМЕРЕ
ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» С ДВИГАТЕЛЕМ Д-243.5S3В**

*Магистрант – Мухля О.О., змаг 21 тс, 1 курс, ФТС
Научный*

*руководитель – Жданко Д.А., декан факультета «Технический
сервис в АПК» БГАТУ, к.т.н, доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье приведена методика оценки технического состояния форсунок топливной системы COMMON RAIL на примере трактора «БЕЛАРУС» с двигателем Д-243.5S3В по скорости падения системного давления.

Ключевые слова: мобильное энергетическое средство, топливная система, форсунка, двигатель внутреннего сгорания, давление, датчик давления, осциллограф.

Введение

При возникновении неисправности во время эксплуатации энергетического средства (загорании, мигании диагностической лампы системы COMMON RAIL), необходимо произвести диагностику системы COMMON RAIL, с помощью диагностической лампы и диагностической клавиши и устранить выявленные неисправности. Также для расширенной диагностики, в соответствии со стандартом OBD-II, необходимо использовать системные сканеры «BOSCH KTS», ДК-5, СКАНМАТИК и др. поддерживающие протоколы диагностики [1].

Не все возникающие неисправности могут быть записаны в память блока управления. Поэтому во время работы дизеля необходимо следить за показаниями приборов, цветом выхлопных газов, прислушиваться к работе дизеля. При появлении ненормальных шумов остановить дизель, выявить причину неисправности и устранить ее. Если неисправность устранить не удалось, следует провести диагностику топливной системы.

Существует способ диагностирования форсунок без демонтажа их с двигателя внутреннего сгорания сравнительным анализом объема

поступающего топлива в обратную линию. Для реализации этого метода диагностики достаточно применения простейшего оборудования и не много времени [1-5].

Недостатком данного метода является то, что он не позволяет с высокой точностью определять техническое состояние форсунки. Можно только проверить состояние электромагнитного клапана, при этом следует отметить, что речь идет о сравнительном испытании, то есть если отклонения в работе присутствуют у всего комплекта форсунок, то определить неисправность будет невозможно.

Известен способ диагностирования форсунок с демонтажем их с двигателя внутреннего сгорания с использованием специализированных стендов. Основой метода диагностики является анализ соответствия длительности управляющих импульсов и количества впрыснутого топлива [2].

Недостатком известного способа является трудоемкость процесса, высокая стоимость оборудования (стендов).

Данная работа рассматривает вопросы изменения системного давления топлива в зависимости от состояния форсунки COMMON RAIL (далее CR) без демонтажа с тестируемой машины.

Основная часть

Суть способа состоит в том, что оценка технического состояния топливной форсунки CR осуществляется путем построения линии тренда по формуле линии тренда для оценки скорости падения уровня системного давления топлива на испытуемом участке осциллограммы. Для этого используется специальный переходник для снятия сигналов со штатного датчика давления топлива, устанавливаемый в разрыв между штатным датчиком давления топлива и штатной электропроводкой энергетического средства, и осциллограф для записи аналогового сигнала датчика, который будет обработан посредством компьютерных программ (например Microsoft Excel).

Оценка технического состояния форсунок производится следующим образом. Подключаем осциллограф 4 (рисунок 2) с помощью специального переходника 2, к штатному датчику давления топлива 1 «в разрыв» электрической схемы. Настраиваем осциллограф 4 в соответствии с тестируемым сигналом от 0 до 5 В. Запускаем двигатель внутреннего сгорания испытуемого транспортного средства (трактора), прогреваем до рабочей температуры от 80 до 90 °С, снимаем осциллограмму давления топлива за определенный период, например 1 с. После этого делаем выборку около $t=0,003$ сек на участке, после того как

форсунка впрыснула порцию топлива в цилиндр двигателя внутреннего сгорания. Сохраняем выборку в файл *.XLS .

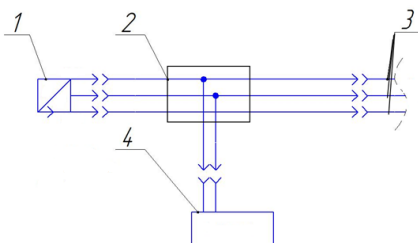


Рисунок 2 – Электрическая схема подключения к штатной электропроводке энергетического средства

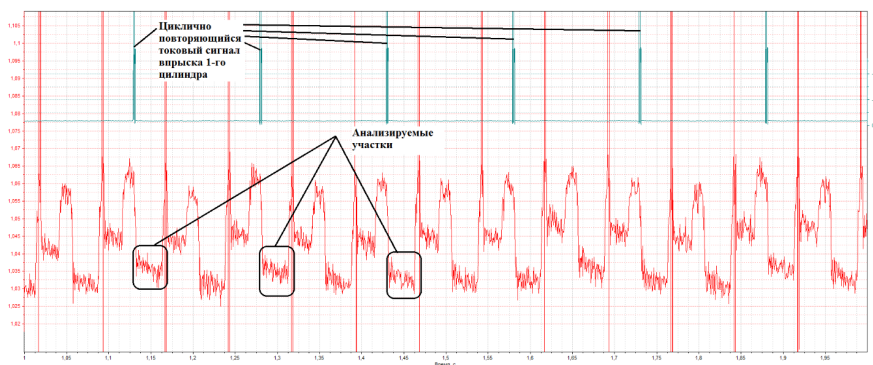


Рисунок 3 – Осциллограмма работы датчика давления топлива с синхронизацией по впрыскам 1-го цилиндра

Открываем сохранённый файл в Microsoft Excel, строим по точкам график и на график накладываем линию тренда, с обязательным отображением формулы линии тренда. После этого подставляем в уравнение первое и последнее значения. Далее от максимального значения давления топлива P_{\max} отнимаем минимальное значение давления P_{\min} и делим на длительность выборки, в нашем случае это $t=0,003$ с.

Определяем скорость падения давления топлива в единицу времени:

$$V = ((P_{\max}) - (P_{\min})) / t ; \text{ МПа}$$

где P_{\max} – максимальное давление топлива, МПа;

P_{\min} – минимальное давление топлива, МПа;

t – длительность выборки, с.

Полученную линию тренда сравниваем с эталонной.

По разработанной методике были проведены экспериментальные исследования на примере трактора «БЕЛАРУС» с двигателем Д-243.5S3В.

В начале исследования проводились с исправной форсункой.

Полученные данные:

– длительность выборки анализируемого участка $t = 0,003$, сек;

– среднее давление топлива $P_{cp} = 23,63$, МПа;

– минимальное давление топлива $P_{мин} = 22,42$, МПа.

Строим линию тренда по нашей выборке.

Уравнение линии тренда имеет вид $y = -3E-06x + 23.61$

Подставляем в уравнение первое и последнее значение величины давления топлива исследуемого участка: $x_1 = 1$, $x_2 = 30073$

Получаем значения $y_1 = 23,669997$, $y_2 = 23,579781$

Вычисляем значение перепада величины давления топлива на исследуемом участке.

$$\Delta P = P_{\max} - P_{\min} = 0,09 \text{ МПа}$$

Аналогично исследовали 2-ой и 3-ий участки.

Вычисляем значение перепада величины давления топлива на исследуемом участке.

$$\Delta P = P_{\max} - P_{\min} = 0,18 \text{ МПа}$$

Вычисляем значение перепада величины давления топлива на исследуемом участке.

$$\Delta P = P_{\max} - P_{\min} = 0,15 \text{ МПа}$$

Среднее арифметическое значение перепада давлений трёх участков:

$$P_{\text{ср.арифм}} = (0,09 + 0,18 + 0,15) / 3 = 0,14 \text{ МПа}$$

После этого заменили исправную форсунку первого цилиндра на заведомо неисправную.

Повторили снятие осциллограммы с датчика давления топлива

Анализируем выбранные участки с помощью программы MICROSOFT EXCEL:

Среднее арифметическое значение перепада давлений трёх участков:

$$P_{\text{ср.арифм}} = (0,57 + 0,58 + 0,60) / 3 = 0,583 \text{ МПа}$$

Сравнивая среднее давление диагностируемой форсунки со средним давлением эталонной, делаем заключение о ее техническом состоянии.

Заключение

1. Были исследованы 3 участка изменения давления топлива с исправной форсункой и 3 участка с неисправной. После установки неисправной форсунки, на исследуемых участках осциллограмм, явно видны изменения в линиях тренда. Таким образом, с помощью анализа скорости падения давления топлива за определённый период времени, возможна оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса форсунки топливной системы Common Rail.

2. Данное исследование поможет в будущем правильно интерпретировать результаты диагностируемых дизельных двигателей и, возможно, поспособствует разработке системных комплексов, которые, благодаря данному исследованию, смогут в автоматическом режиме диагностировать неисправности топливных систем.

Список использованных источников

1. Управление надежностью сельскохозяйственной техники методами диагностики и триботехники: монография / В.П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2019. – 392 с.

2. Тышкевич, Л.Н. Анализ методов и средств для диагностирования форсунок системы питания «COMMON RAIL» // Л.Н. Тышкевич, Б.В. Журавский. – NovaInfo.Ru – №65, 2017 г. – С. 22–26.

3. Электронное управление дизельными двигателями : учебное пособие. Перевод с английского / ЗАО «Легион-Автодата». – М., 2010. – 96 с., с.

4. Габнтов, И.И. Анализ неисправностей электрогидравлических форсунок типа Common Rail /И.И. Габнтов, Валиев А.Р., Вахитов Р.А.// Тракторы и сельхозмашины – 2011. – Вып. №11. – С. 41–43.

5. Сенин, П.В. Методы диагностики дизельной топливной аппаратуры / П.В. Сенин, П.А. Ионов, Е.А. Нуянзин, Д.А. Галин // Сельский механизатор. – М., 2015. – №10. – С. 32–36.

УДК: 629.113

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТЕНДА ДД-10-04

Студенты – Мухля О.О., магистрант, ФТС

Горностаи С.В., 19 рпт, 3 курс, ФТС

Научный

руководитель – Тарасенко В.Е., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Раскрыта сущность модернизации дизельного стенда ДД 10-04 до уровня тестирования на нем насос-форсунок (UIS) и насосных секций (UPS), в том числе дооснащение программно-электронным и программно-аппаратным устройствами (блоками, датчиками); коммуникационными кабелями (питающими, информационными); устройством установки и крепления насос-форсунки на стенде; адаптерами под установку Ч-образных насос-форсунок и PLD-секцией; приводом (механическим и гидравлическим) клапана форсунки; фильтрами для тонкой очистки жидкости перед форсункой, что значительно расширяет функциональные возможности при работе с элементами топливных систем.