

дорогостоящие ремонты. Ориентируясь на развитие цифровизации в области транспорта, можно предположить, что дистанционная диагностика в скором времени достигнет высоких результатов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. Н. Карташевич Диагностика автомобилей. Практикум. - М: Инфра - М, 2021. - 208 с.
2. Григорьев М.В. Применение эффективной стратегии технического обслуживания и ремонта автомобилей как способ повышения их эксплуатационной надежности / Григорьев М.В., Демидов В.В. // Инженерные решения. – 2020. – №6 (16). – С. 9-14.
3. Котесова А.А. Дистанционная диагностика автомобиля из центра технического обслуживания, оснащенного диагностическим комплексом / Котесова А.А., Аракелян Р.М., Бредихин Е.И. // Инженерный вестник дона. – 2018. – №2 (49). – с. 19.
4. Горяйнов, О. АВТОНЕТ: Системы удалённой диагностики / О. Горяйнов // Вестник ГЛОНАСС. – 2019. – № 1 (45). – С. 46-55.

УДК 631.3.072

#### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФОРСУНОК ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

Д.А. Жданко, канд. техн. наук, доцент

О.О. Мухля, магистрант

*Белорусский государственный аграрный технический университет*

**Аннотация.** В статье приведена методика оценки технического состояния форсунок топливной системы COMMON RAIL по скорости падения системного давления.

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

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.

Известен 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 занимает много времени [2, 3].

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 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.

Суть способа состоит в том, что оценка технического состояния инжектора впрыска 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 (рис. 1), который будет обработан посредством компьютерных программ (например **Microsoft Excel**).

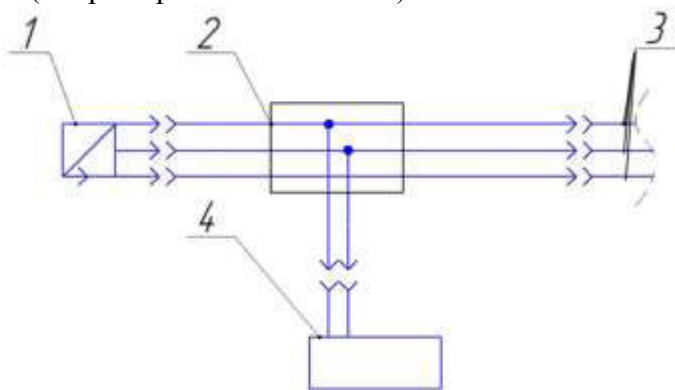


Рисунок 1 – Электрическая схема подключения к штатной электропроводке энергетического средства

1 – штатный датчик давления топлива; 2 – специальный переходник для снятия сигналов со штатного датчика давления топлива; 3 – штатная электропроводка энергетического средства; 4 – осциллограф

Диагностика осуществляется следующим образом. Подключаем осциллограф 4 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 инжектор впрыснул порцию топлива в цилиндр двигателя внутреннего сгорания. Сохраняем выборку в файл \*.XLS .

Открываем сохранённый файл в Microsoft Excel, строим по точкам график и на график накладываем линию тренда, с обязательным отображением формулы линии тренда (рис. 2). 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.

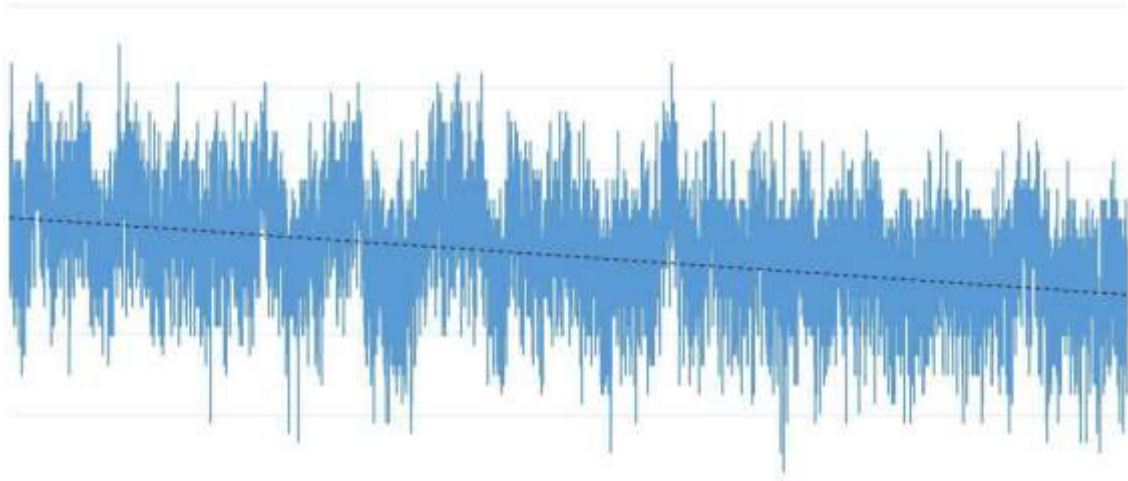


Рисунок 2 – Осциллограмма участка изменения давления топлива с неисправными форсунками (присутствуют утечки топлива).  
Полученную линию тренда сравниваем с эталонной (рис. 3).

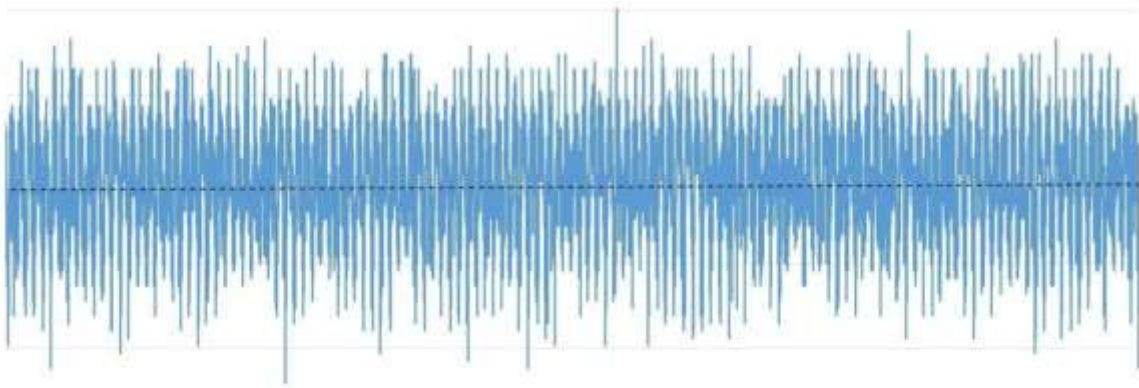


Рисунок 3 – Осциллограмма участка изменения давления топлива с исправными форсунками (отсутствуют утечки топлива).

Таким образом, с помощью анализа скорости падения давления топлива за определённый период времени, производится оценка технического состояния форсунок топливной системы Common Rail.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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.