

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23943

(13) С1

(46) 2023.02.28

(51) МПК

F 02M 65/00 (2006.01)

## (54) СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИНЖЕКТОРА ВПРЫСКА ТОПЛИВА ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

(21) Номер заявки: а 20210095

(22) 2021.03.31

(43) 2022.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Жданко Дмитрий Анатольевич; Мухля Олег Олегович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет" (ВУ)

(56) US 2009/0056677 A1.

RU 2672992 C1, 2018.

SU 1065715 A, 1984.

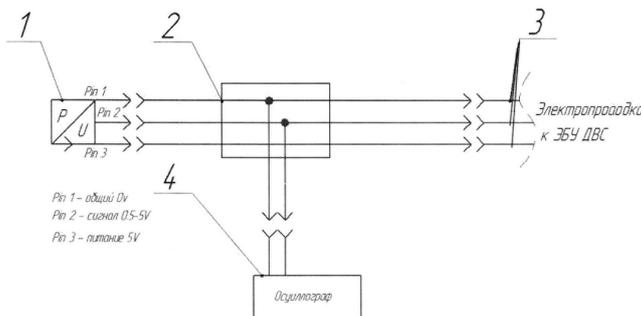
DE 19703891 A1, 1998.

(57)

Способ диагностирования инжектора впрыска топлива топливной системы Common Rail, при котором получают за установленный период времени осциллограмму выходного сигнала штатного датчика давления топлива упомянутой системы при работающем двигателе внутреннего сгорания, затем на участке упомянутой осциллограммы, характеризующем изменение давления топлива с момента его впрыска инжектором в цилиндр упомянутого двигателя, делают выборку заданной длительности по времени  $t$ , с, и запоминают, после чего по значениям давлений упомянутой выборки строят точечный график падения давления топлива в упомянутой системе, на который накладывают линию тренда, построенную по уравнению линии тренда, по которому определяют максимальное давление топлива  $P_{\max}$ , МПа, и минимальное давление топлива  $P_{\min}$ , МПа, после чего определяют скорость  $V$  падения уровня давления на упомянутом участке осциллограммы из выражения:

$$V = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{t},$$

и судят о техническом состоянии исследуемого инжектора и его остаточном ресурсе, сравнивая полученное значение упомянутой скорости  $V$  с ее эталонным значением, полученным при исправном инжекторе.



Фиг. 3

ВУ 23943 С1 2023.02.28

Изобретение относится к области диагностирования системы питания дизельных двигателей и может быть использовано для оценки технического состояния форсунок топливной системы Common Rail (CR).

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 это не занимает много времени [1, 2].

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 [1].

Недостатками известного способа являются трудоемкость процесса, высокая стоимость оборудования (стендов).

Задачами изобретения являются испытание, оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса инжектора впрыска топливной системы CR.

Поставленные задачи достигаются способом диагностирования инжектора впрыска топлива топливной системы Common Rail, при котором получают за установленный период времени осциллограмму выходного сигнала штатного датчика давления топлива упомянутой системы при работающем двигателе внутреннего сгорания, затем на участке упомянутой осциллограммы, характеризующем изменение давления топлива с момента его впрыска инжектором в цилиндр упомянутого двигателя, делают выборку заданной длительности по времени  $t$ , с, и запоминают, после чего по значениям давлений упомянутой выборки строят точечный график падения давления топлива в упомянутой системе, на который накладывают линию тренда, построенную по уравнению линии тренда, по которому определяют максимальное давление топлива  $P_{\max}$ , МПа, и минимальное давление топлива  $P_{\min}$ , Мпа, после чего определяют скорость  $V$  падения уровня давления на упомянутом участке осциллограммы из выражения:

$$V = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{t},$$

и судят о техническом состоянии исследуемого инжектора и его остаточном ресурсе, сравнивая полученное значение упомянутой скорости  $V$  с ее эталонным значением, полученным при исправном инжекторе.

Суть способа состоит в том, что оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса инжектора впрыска CR осуществляются 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) (фиг. 1, 2).

На фиг. 1 изображена электрическая схема подключения к штатной электропроводке энергетического средства.

Схема включает штатный датчик давления топлива 1, специальный переходник 2 для снятия сигналов со штатного датчика давления топлива, штатную электропроводку энергетического средства 3, осциллограф для записи аналогового сигнала датчика 4.

# ВУ 23943 С1 2023.02.28

Работа 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  $t = 0,003$  с на участке после того, как инжектор впрыснул порцию топлива в цилиндр двигателя внутреннего сгорания. Сохраняем выборку в файл \*.XLS.

Открываем сохраненный 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:

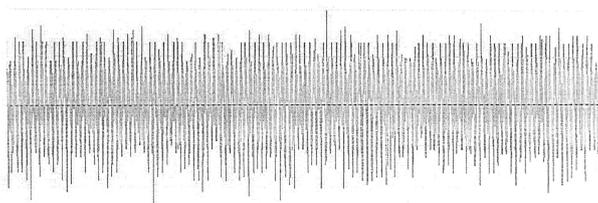
$$V = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{t}.$$

Полученную линию тренда сравниваем с эталонной.

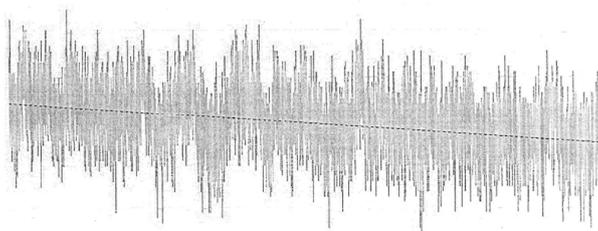
Таким образом, с помощью анализа скорости падения давления топлива за определенный период времени производится оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса инжектора впрыска топлива системы Common Rail.

Источники информации:

1. ТЫШКЕВИЧ Л.Н. и др. Анализ методов и средств для диагностирования форсунок системы питания COMMON RAIL. NovaInfo.Ru - № 65, 2017, с. 22-26.
2. Электронное управление дизельными двигателями: учебное пособие. Перевод с английского. ЗАО "Легион-Автодата". Москва, 2010, 96 с.



Фиг. 1



Фиг. 2