

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

**В.В. КОСТРИЦКИЙ, А.В. ПАВЧЕНКО**

*Полоцкий государственный университет, Беларусь*

*В статье рассмотрены методики диагностирования электронных систем управления двигателем при помощи сканера и мотортестера. Выявлены причины неустойчивой работы двигателя на малых оборотах, повышенного расхода топлива и ухудшения динамических характеристик, диагностируемого этими приборами, автомобиля, и определен наиболее эффективный метод диагностирования электронных системы управления двигателем.*

**Введение.** Диагностика любого датчика электронной системы управления двигателем (ЭСУД) сводится к проверке адекватности преобразования физического параметра в электрический параметр [1].

В исследовательской работе с целью выявления причины неустойчивой работы двигателя на малых оборотах, повышенного расхода топлива и ухудшения динамических характеристик автомобиля Volkswagen Bora 1998 г с двигателем АКЛ было проведено диагностирование датчиков ЭСУД. При этом для проверки исправности датчиков применяются два диагностических прибора: сканер и мотортестер.

**Диагностирование при помощи сканера.** При выполнении исследовательской работы диагностирование датчиков ЭСУД выполнялось при помощи сканера Launch 431 Pro. Диагностирование сканером не заняло много времени. Методика диагностирование заключалась в следующем:

1. Подключить сканер к OBD2-разъёму автомобиля, предварительно определив, где он находится.
2. Выбрать из предложенного списка сканером марок автомобилей соответствующую диагностируемому автомобилю.
3. После чего сканер произведет автоматическое выявление неисправностей. При этом если есть неисправности, то на экране высвечиваются их цифровые коды, хранящиеся в памяти блока управления автомобилем

После автоматической проверки системы сканер не выявил неисправностей.

**Диагностирование при помощи мотортестера.** При выполнении исследовательской работы диагностирование датчиков выполнялось при помощи мотортестера USB Autoscope 4.

Для того чтобы оценить выходной сигнал датчика при помощи мотортестера, необходимо подключить его щупы к цепи датчика: один к минусовому проводу, другой к сигнальному проводу. Поэтому для диагностирования ЭСУД при помощи мотортестера в первую очередь необходимо знать состав датчиковой аппаратуры, расположение их штекерных соединений и разводку проводки в блоке управления. Для этого необходимо иметь электрическую схему и схема расположения элементов в подкапотном пространстве.

Диагностирование датчиковой аппаратуры при помощи мотортестера заключается в просмотре осциллограмм с целью выявления отклонений сигнальных напряжений от эталонных.

При проверке шести датчиков не было выявлено отклонений в их работе. Осциллограммы выходных сигналов этих датчиков на всех режимах диагностирования соответствовали осциллограммам исправных датчиков. Седьмой же датчик, а именно датчик концентрации кислорода не прошел проверку т.к. его осциллограммы не соответствуют правильной работе.

**Проверка работоспособности датчика концентрации кислорода.** Датчик кислорода (лямбда-зонд) – устанавливается в выхлопном коллекторе таким образом, чтобы выхлопные газы обтекали рабочую поверхность датчика. В зависимости от концентрации кислорода в выхлопных газах, на выходе датчика появляется сигнал. Уровень этого сигнала может быть низким (0,1...0,2 В) или высоким (0,8...0,9 В). Таким образом, датчик кислорода – это своеобразный переключатель, сообщающий контроллеру впрыска о качественной концентрации кислорода в отработавших газах. Таким образом, по сигналу от лямбда-зонда блок управления двигателем корректирует длительность впрыска топлива так, что состав топливовоздушной смеси оказывается максимально близким к стехиометрическому (идеальное соотношение воздух/топливо) [3].

Для просмотра осциллограммы напряжения выходного сигнала датчика концентрации кислорода пробник щупа должен быть подсоединён параллельно сигнальному выводу датчика (рисунок 1).

После подсоединения осциллографического щупа и выбора режима отображения осциллограммы напряжения необходимо запустить двигатель. После пуска двигателя, чтобы датчик вступил в работу необходимо дать ему прогреться. Однако у данного датчика зона прогрева отсутствует

(рисунок 2, а). При этом напряжение выходного сигнала при работе двигателя на холостом ходу почти стабильное, его значение близко к опорному напряжению и лежит в диапазоне от 525 до 625 мВ (рисунок 2, б).

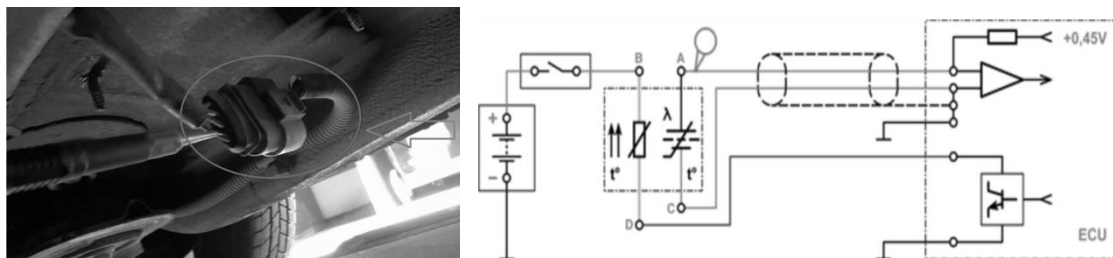
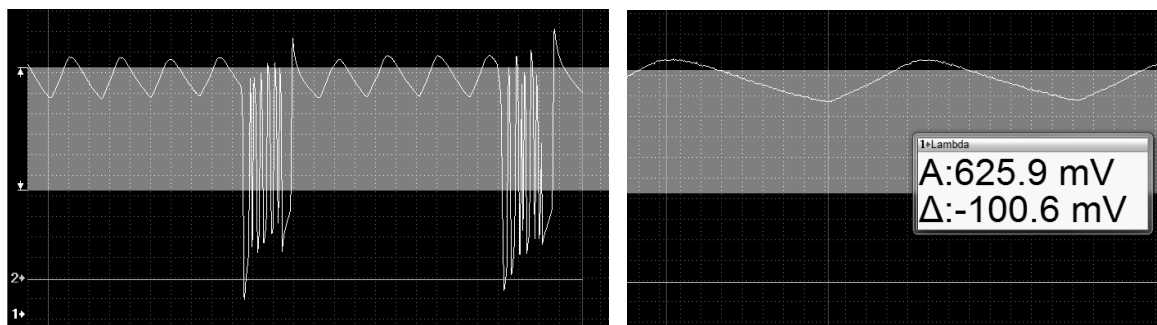


Рисунок 1. – Подключение к датчику концентрации кислорода при помощи щупов мотортестера



а) Отсутствие зоны прогрева

б) Сигнал на холостом ходу

Рисунок 2. – Отсутствие зоны прогрева

Для исправного датчика концентрации кислорода напряжение выходного сигнала при работе двигателя на холостом ходу должно изменяться от 0,2 до 0,9 В.

Когда двигатель работает на обогащённой топливо-воздушной смеси, уровень содержания кислорода в отработавших газах понижен, при этом датчик генерирует сигнал высокого уровня напряжением 0,9 В. При поступлении сигнала высокого уровня от лямбда-зонда, блок управления двигателем начинает уменьшать длительность впрыска топлива, тем самым обедняя топливо-воздушную смесь. Когда двигатель работает на обеднённой топливо-воздушной смеси, уровень содержания кислорода в отработавших газах повышен, при этом датчик генерирует сигнал низкого уровня напряжением 0,2 В. При этом время переключения сигнала не должно превышать 120 мс, а частота переключения не должна быть ниже 2 Гц.

В случаи диагностируемого датчика концентрации кислорода время переключения сигнала составила 4,4 секунды, а частота переключения сигнала составила 84,46 мГц (рисунок 3).

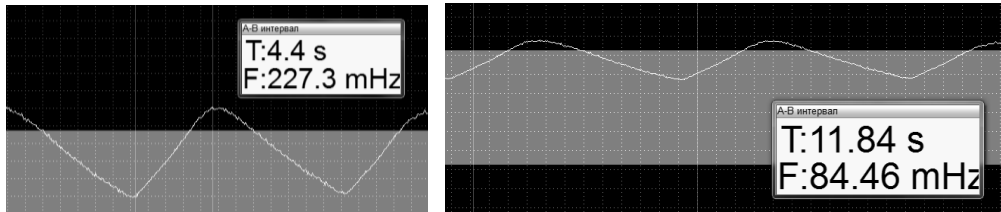


Рисунок 3. – Время и частота переключения сигнала

По полученным значениям напряжения выходного сигнала при работе двигателя на холостом ходу, времени и частоте переключения можно сделать вывод, что датчик концентрации кислорода неисправен и подлежит замене.

Неисправность датчика концентрации кислорода является причиной неустойчивой работы двигателя на малых оборотах, повышением расхода топлива, а также ухудшением динамических характеристик автомобиля.

По итогам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Работа сканером более проста и удобна, однако обмен информацией между ЭБУ и сканером происходит достаточно медленно, и какие-то интересные и важные моменты сигнала можно попросту не обнаружить.

2. Мотортестер позволяет оценить сигнал датчика очень качественно и подробно, не пропустив ни малейшей детали, хотя трудоемкость его применения выше, чем у сканера.

3. Только при помощи мотортестера была выявлена неисправность ЭСУД в частности неисправность датчика концентрации кислорода, которая и являлась причиной неустойчивой работы двигателя на малых оборотах, повышением расхода топлива, а также ухудшением динамических характеристик автомобиля.

4. Современный автомобиль невозможно представить без электронной системы управления, поэтому многие СТО стремятся предоставлять услуги для диагностирования этой системы, при этом зачастую обходятся только сканером, а как показывает практика для оценки состояния ЭСУД такого диагностического оборудования недостаточно. Использование мотортестера и осциллографа требует специальных знаний, умений и навыков, которые лежат на границе дисциплин связанных с устройством автомобиля и дисциплин электротехники и электроники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко, О. Л. Электронные системы автомобилей: учебное пособие / О.Л. Коваленко; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – 80 с.

2. Режим доступа: <http://chiptuner.ru/content/sensor/>. – Дата доступа: 01.05.2016 г.

3. Режим доступа: [http://injectorservice.com.ua/docs/temperature\\_sensor\\_diagnostics.pdf](http://injectorservice.com.ua/docs/temperature_sensor_diagnostics.pdf). – Дата доступа: 01.05.2016 г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОАО «НПО «ЦЕНТР  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК  
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

## **Инновационные технологии в машиностроении**

Электронный сборник материалов международной  
научно-технической конференции,  
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей  
и 15-летию научно-технологического парка  
Полоцкого государственного университета  
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



**ИннТехМаш**

Под редакцией  
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;  
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2020

УДК 621(082)

*Редакционная коллегия:*

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),  
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

***Инновационные технологии в машиностроении*** [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

**№ госрегистрации 3141815008****ISBN 978-985-531-691-7**

© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуровой*  
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

---

Подписано к использованию 23.04.2020.  
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>