

личных температурах окружающей среды и режимах работы машины, целесообразной является разработка осушителей с принудительным охлаждением нагнетаемого воздуха в полцикле осушки и обогревом адсорбента теплым воздухом, выходящим из компрессора в полцикле регенерации адсорбента. При этом следует по возможности избегать как недостатка, так и избытка адсорбента, т. е. стремиться к равновесию системы «адсорбент – осушаемый воздух – продувочный воздух», что позволит повысить качество подготовки сжатого воздуха для пневмосистем технологических машин.

По результатам выполненной работы можно заключить, что разработанные расчетные схемы, математические модели и алгоритмы расчета систем подготовки сжатого воздуха с воздухоосушителями для пневмосистем технологических машин позволяют определять степень влияния воздухоосушителя на функционирование других аппаратов пневмосистемы,

а также исследовать динамические процессы, происходящие при осушке сжатого воздуха с учетом электронного управления этим процессом.

Разработанная методика динамического расчета системы подготовки сжатого воздуха может быть использована при создании перспективных пневмосистем технологических и мобильных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдан Н. В., Козача И. М., Романчик Е. А. Перспективные устройства подготовки воздуха в пневматических системах. – Мн.: БелНИИНТИ, 1991. – 441 с.
2. Богдан Н. В., Козача И. М., Романчик Е. А. Перспективные направления совершенствования питающей части пневматических приводов и их аппаратов. – Мн.: БелНИИНТИ, 1990. – 44 с.
3. Метлюк Н. Ф., Автушко В. П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. – М.: Машиностроение, 1980. – 231 с.

УДК 629.113.-592

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОТКРЫТОГО СОСТОЯНИЯ ФОРСУНОК

Асп. ГУРСКИЙ А. С.

Белорусский национальный технический университет

Снижение потребления топлива без ухудшения мощностных показателей работы двигателя – одна из актуальных проблем в области производства и эксплуатации автомобилей. Среди бензиновых систем питания наилучшие топливные, экономичные и мощностные характеристики имеет электронная система распределенного впрыска бензинового двигателя. Ухудшение этих характеристик происходит при появлении неисправностей в системе. Определить ее неисправность достаточно сложно из-за огромного количества элементов. Одним из методов выявления неисправности является диагностирование системы по выходным показателям: расходу топлива, содержанию окиси

углерода и углеводородов в отработавших газах и др.

Явный признак отклонений технического состояния системы впрыска – изменение количества топлива, потребляемого двигателем. Сложность при определении его расхода заключается в том, что в системе впрыска бензинового двигателя имеются топливопроводы подвода и отвода топлива. Поэтому один расходомер подключается к подающему топливопроводу, второй – к топливопроводу отвода, и для определения расхода необходимо найти разность в их показаниях. При измерениях возникает удвоенная погрешность полученных результатов. С целью ее снижения необходимо

производить несколько измерений и вычислить средний результат. Измерение расхода топлива таким способом – трудоемкий процесс.

Для упрощения процесса диагностирования электронной системы распределенного впрыска бензинового двигателя по расходу топлива можно воспользоваться измерением топлива, проходящего через электромагнитные форсунки. Расход топлива определяется проходным сечением форсунки, его давлением в системе и временем открытого состояния форсунок. В связи с тем, что электромагнитные форсунки работают в дискретном режиме, т. е. находятся основное время либо в полностью открытом, либо в полностью закрытом состоянии, форсунку следует рассматривать как электромагнитный клапан с определенным проходным сечением [1].

В отличие от механических систем впрыска давление в системе не влияет на управление форсункой. Оно корректируется в небольших пределах в зависимости от режима работы двигателя с помощью регулятора давления топлива от 0,22 до 0,30 МПа [1, 2]. Управление осуществляется электрическими импульсами. Изменяя их длительность, можно определить мгновенный расход топлива. Длительность открытого состояния форсунок измеряется в абсолютном (а) и относительном (б) видах (рис. 1) [3].

Абсолютная длительность представляет собой время открытого состояния форсунок, определяемое с помощью осциллографа. Точность измерения зависит от частоты его развертки. В реальных условиях время открытого состояния форсунок представляет сумму приращений времени открытого состояния форсунок, соответствующего различным режимам работы двигателя внутреннего сгорания [4]. Абсолютную длительность открытого состояния форсунок можно определить по формуле

$$t = t_p + t_{ож} + t_в + t_{дз}, \quad (1)$$

где t – абсолютная длительность открытого состояния форсунок; t_p – то же, зависящая от положения напорного диска расходомера, мс; $t_{ож}$ – то же, зависящая от температуры охлаждающей жидкости двигателя, мс; $t_в$ – то же, зависящая

от температуры всасываемого воздуха двигателем, мс; $t_{дз}$ – то же, зависящая от положения дроссельной заслонки, мс.

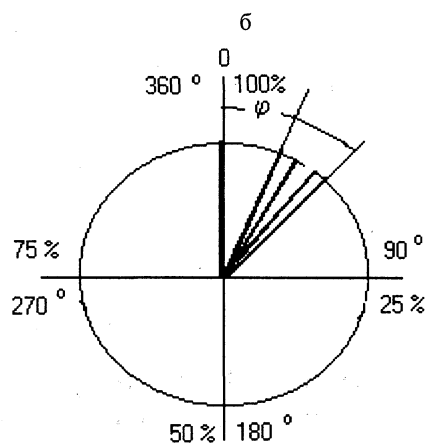
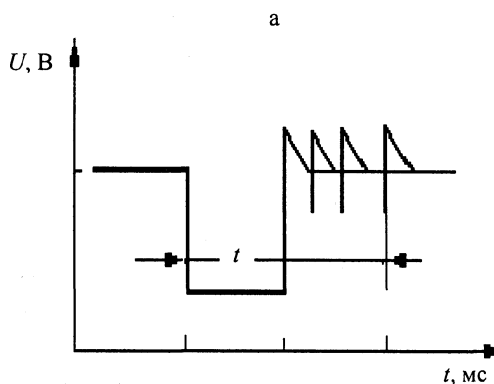


Рис. 1

Принцип измерения длительности открытого состояния форсунок в относительной форме заключается в измерении отношения длительности открытого состояния форсунок на определенном режиме работы двигателя к наибольшей длительности открытого состояния форсунок, соответствующей одному полному обороту коленчатого вала. Согласно электротехническим терминам эта величина представляет скважность импульса. Используя прибор, позволяющий производить измерения скважности импульсов, можно с большой точностью определить длительность открытого состояния форсунок независимо от частоты вращения коленчатого вала

$$T = \frac{\varphi}{\varphi_{\max}} \cdot 100, \quad (2)$$

где T – относительная длительность открытого состояния форсунок, %; φ – угол открытого состояния форсунок, град.; φ_{\max} – максимально возможный угол открытого состояния форсунок, град.

За один оборот коленчатого вала каждая форсунка впрыскивает топливо один раз, независимо от положения впускного клапана. Один оборот составляет 360° . Взаимосвязь абсолютной и относительной длительности открытого состояния форсунок выражается следующей формулой:

$$T = \frac{nt}{k_1} \cdot 100, \quad (4)$$

где n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин; t – время открытого состояния форсунок, мс; k_1 – согласующий переводной коэффициент.

Определив длительность открытого состояния форсунок, можно найти часовой расход топлива по формуле

$$Q_4 = mQ_1tn\rho, \quad (5)$$

где Q_4 – часовой расход топлива двигателем, кг/ч; m – количество цилиндров двигателя; Q_1 – расход топлива одной форсункой, см³/с; ρ – плотность топлива, кг/м³.

Исходя из приведенной формулы можно установить, что часовой расход топлива прямо пропорционален длительности открытого состояния форсунок. Причем коэффициент пропорциональности зависит от характеристик и режима работы двигателя.

Определяя длительность открытого состояния форсунок для различных режимов работы двигателя в относительной и абсолютной форме, можно сделать заключение о достоверности результатов измерений длительности открытого состояния форсунок, произведенных различными способами (рис. 2, 3).

Из приведенных данных видно, что с помощью осциллографа с большой точностью можно зафиксировать увеличение длительности открытого состояния форсунок при разгоне двигателя. Эта функция позволяет оценить работоспособность системы впрыска на режиме ускорения. При медленном увеличении частоты вращения наблюдается некоторое уменьшение длительности открытого состояния форсунок в области средней и максимальной частот вращения коленчатого вала, что приводит к большой погрешности измерений. На данном участке при медленном увеличении частот вращения коленчатого вала приемлемым является измерение длительности открытого состояния форсунок в относительном виде. Прибор, измеряющий скважность импульсов, не требует синхронизации с моментом открытия форсунок и показывает длительность открытого состояния форсунок, учитывая изменение частоты

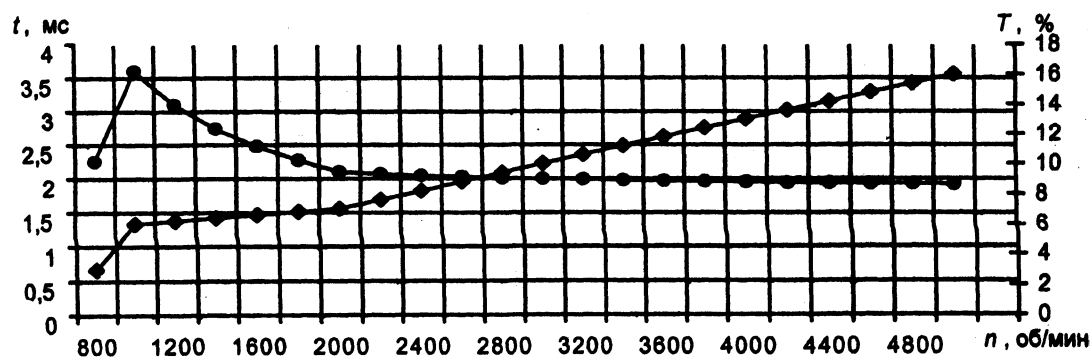


Рис. 2. Зависимость длительности открытого состояния форсунок от частоты вращения коленчатого вала: T – длительность открытого состояния форсунок относительная; t – то же абсолютная; —●— t , мс; —◆— T , %

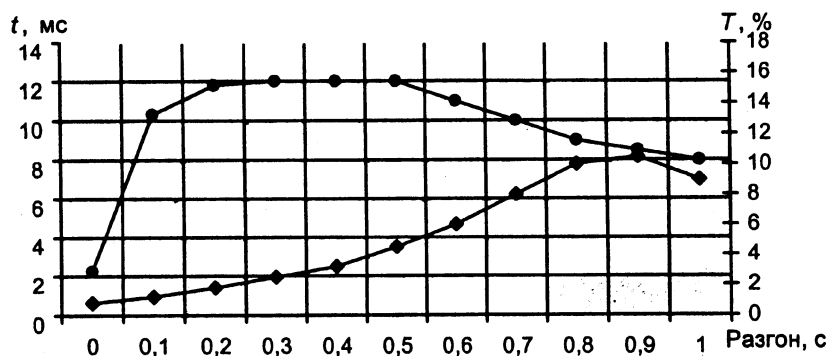


Рис. 3. Зависимость длительности впрыска при разгоне двигателя: T – длительность открытого состояния форсунок относительная, %; t – то же абсолютная, мс; —●— t , мс; —◆— T , %

вращения коленчатого вала, что подтверждает график на рис. 2. Графики зависимостей открытого состояния форсунок при резком открытии дроссельной заслонки свидетельствуют о том, что результат измерений искажается. Это явление объясняется большой инерционностью прибора.

Проанализировав графики, можно сделать заключение что, для более полного диагностирования электронной части системы впрыска необходимо воспользоваться двумя формами длительности открытого состояния форсунок.

Так как скважность импульса прямо пропорциональна относительной длительности открытого состояния форсунок, а длительность открытого состояния форсунок пропорциональна расходу топлива, с учетом изменения скважности импульса возможно принудительно изменять состав смеси, подаваемой в цилиндры двигателя. Изменяя скважность импульса и добиваясь устойчивой работы двигателя с наилучшими выходными показателями, можно быстро и качественно установить исправность системы впрыска в целом.

ВЫВОДЫ

- Часовой расход топлива прямо пропорционален длительности открытого состояния форсунок.
- Длительность открытого состояния представляет собой сумму основной длительности открытого состояния форсунок прогретого двигателя, работающего на режиме холостого хода, и приращения длительности открытого состояния форсунок, зависящего от положения

напорного диска расходомера, температуры охлаждающей жидкости двигателя, температуры всасываемого воздуха двигателем, положения дроссельной заслонки.

- Использование длительности открытого состояния форсунок в абсолютном виде позволяет с большой точностью определять исправность электронной системы впрыска топлива на фиксированной частоте вращения коленчатого вала и при резком открытии дроссельной заслонки.

- Использование длительности открытого состояния форсунок в относительном виде позволяет с большой точностью определять исправность системы на фиксированной частоте вращения коленчатого вала и при медленном открытии дроссельной заслонки.

- Применение абсолютной и относительной длительности открытого состояния форсунок позволяет с большой точностью проверить исправность электронной части системы впрыска топлива бензинового двигателя.

- Искусственное изменение скважности импульса открытого состояния форсунок дает возможность производить общее диагностирование электронной системы впрыска топлива бензинового двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савич Е. Л. Топливная аппаратура легковых автомобилей. Бензин: – Мн.: Рекламное агентство «Автомобиль», 1996. – 160 с.
2. Системы впрыска топлива. – М.: Легион – автодата, 1998. – 420 с.
3. Системы управления двигателем. – М.: Легион, 1998. – 630 с.
4. BMW 3 серии: Устройство, техническое обслуживание и ремонт. – М.: Легион, 1997. – 273 с.