

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

УДК 621.43.052

СПОСОБ ПОДАЧИ ВОДОРОДА ДЛЯ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Ф.И. Абрамчук, профессор, д.т.н., А.Н. Кабанов, доцент, к.т.н.,
А.А. Дзюбенко, ассистент, А.П. Кузьменко, аспирант, ХНАДУ**

Аннотация. На основе анализа различных способов подачи водорода для питания автомобильных двигателей предложены способы распределенной подачи водорода с микропроцессорным управлением в цилиндры ДВС.

Ключевые слова: водород, система впрыска топлива, ДВС, автомобильный двигатель.

СПОСІБ ПОДАЧІ ВОДНЮ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

**Ф.І. Абрамчук, професор, д.т.н., О.М. Кабанов, доцент, к.т.н.,
О.А. Дзюбенко, асистент, А.П. Кузьменко, аспірант, ХНАДУ**

Анотація. На основі різних способів подачі водню для живлення автомобільних двигунів запропоновано способи розподіленої подачі водню з мікропроцесорним керуванням у циліндри ДВЗ.

Ключові слова: водень, система впорскування палива, ДВЗ, автомобільний двигун.

METHOD OF HYDROGEN FEEDING FOR AUTOMOTIVE ENGINE SUPPLY

F. Abramchuk, Professor, Doctor of Technical Science, A. Kabanov, Associate Professor, Doctor of Technical Science, A. Dz'ubenko, assistant, A. Kuzmenko, postgraduate, KhNAHU

Abstract. On basis of analysis of various methods of hydrogen feeding for automotive engine supply methods of multipoint hydrogen distribution with microprocessor-based control are proposed.

Key words: hydrogen, fuel injection system, ICE, car engine.

Введение

При использовании водорода в качестве основного топлива или в качестве добавки в двигателях с искровым зажиганием возможна реализация как внутреннего, так и внешнего смесеобразования. Наибольшее распространение получило внешнее смесеобразование, поскольку оно реализуется с помощью относительно простой системы питания. Однако при внешнем смесеобразовании водородовоздушной смеси (при $\alpha < 2,0$) происхо-

дит нарушение рабочего процесса вследствие возникновения обратных вспышек на впуске [1-10]. Несмотря на то, что температура воспламенения водородовоздушной смеси выше, чем у топливовоздушных смесей с углеводородными топливами, возможно ее самовоспламенение в момент открытия впускного клапана. Энергия воспламенения водородовоздушной смеси незначительна – 0,02 мДж, в то время как для бензовоздушной смеси она равна 0,20 мДж, а для метановоздушной смеси – 0,23 мДж [1].

Причиной воспламенения водородовоздушной смеси могут быть локальные высокотемпературные зоны, которые находятся в камере сгорания ДВС. Однако их энергия недостаточна для воспламенения бензовоздушной или газозвушной смеси. Источниками воспламенения могут быть: свечи зажигания, впускной клапан, остаточные газы или раскаленные твердые частицы продуктов сгорания в них.

Анализ публикаций

Для восьмицилиндрового V-образного двигателя с внешним смесеобразованием корпорация энергетических исследований Р. Биллинга разработала специальный смеситель, который устанавливается на впускном патрубке [11]. Однако при таком способе смесеобразования перед впускным клапаном всегда находится гомогенная смесь, что приводит к обратным вспышкам.

Для предотвращения обратных вспышек необходимо цикловую порцию водорода подавать в область впускного клапана каждого цилиндра либо непосредственно в цилиндр.

В работе [12] предложено подавать водород через несколько трубочек, выведенных на дополнительное седло впускного клапана. При открытии впускного клапана дополнительная фаска освобождает расходные отверстия трубок и водород под действием разрежения всасывается в цилиндр вместе с воздухом. Предложенная конструкция имеет ряд недостатков. Во-первых, очень сложно технологически выполнить качественное уплотнение по двум соосным седлам с двумя различными фасками одной детали. Во-вторых, эта конструкция также не гарантирует предотвращения обратных вспышек, поскольку водород и воздух одновременно подаются в цилиндр, где вследствие высокой скорости диффузии водорода сразу же образуется водородовоздушная смесь.

Существуют конструкции, в которых подача водорода начинается после открытия впускного клапана, а завершается – несколько раньше закрытия этого клапана. В первом случае подача водорода осуществляется золотниковым устройством, которое расположено во впускном патрубке [13]. Золотник контактирует с тарелкой впускного клапана, прижимаясь к нему пружиной и давлением

водорода. Во второй конструкции роль золотникового устройства выполняет стержень клапана и его направляющая [14]. При закрытом положении клапана полость с водородом отсекается от впускного патрубка.

Известны и более сложные способы подачи водорода, требующие значительной модернизации двигателя. В Токийском университете для двигателя «Датсун В-210» разработана система подачи водорода во впускные патрубки каждого цилиндра с помощью специального клапанного механизма, приводимого от дополнительного распределительного вала [15]. Клапаны подачи водорода открываются одновременно со впускными клапанами, а закрываются через 90 градусов поворота коленчатого вала.

Цель исследования

При установке водородной системы на газовый двигатель возникает ряд специфических проблем. Анализ публикаций показал, что при внутреннем смесеобразовании обратные вспышки полностью исключаются. Однако реализовать внутреннее смесеобразование очень сложно, поскольку необходимо решать вопросы момента подачи водорода, рабочего давления водорода и его дозирования. Поэтому целью данного исследования стала разработка способа подачи водорода для питания автомобильного двигателя 4ГЧ 7,5/7,35, работающего на смеси воздуха, сжатого природного газа и водорода.

Разработка способа подачи водорода

Использование газового двигателя с микропроцессорной системой подачи топлива позволяет предложить две схемы подачи водорода при использовании его в качестве добавки к природному газу.

Первая схема приведена на рис.1, предполагает параллельную подачу водорода и природного газа установкой дополнительной рампы с форсунками в водородном тракте. В этом случае впрыскивание природного газа и водорода во впускной коллектор осуществляется раздельно.

Система впрыска природного газа состоит из газового электронного блока управления 1 и газовой рампы с электромагнитными форсунками 2. Управляющий сигнал с газовых

форсунок через блок согласования 3 поступает в блок управления форсунками подачи водорода 4. Блок управления 4 фиксирует момент и длительность открытия газовых форсунок и, в соответствии с заложенным алгоритмом, вырабатывает управляющий сигнал форсунок водородной рампы 5. Наличие датчика давления 6 в водородной рампе позволяет блоку управления производить коррекцию длительности открытия форсунок, что обеспечивает одинаковые порции водорода отдельно по каждому каналу.

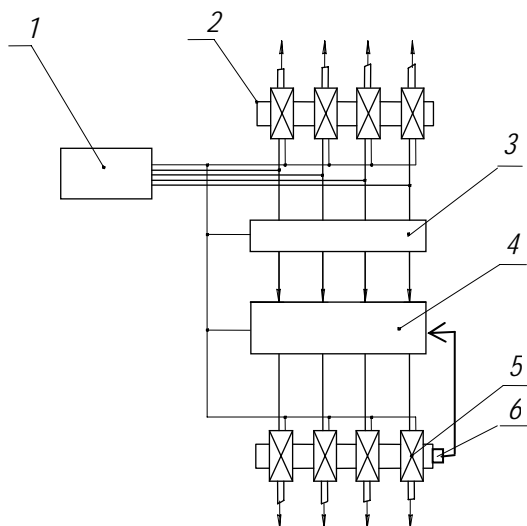


Рис. 1. Схема параллельной подачи водорода и природного газа во впускной коллектор

Преимущества этой схемы являются:

- возможность подачи водорода с задержкой на такте впуска, после зоны перекрытия клапанов, когда горячие детали камеры сгорания уже частично охлаждены;
- индивидуальная настройка подачи водорода в каждый цилиндр;
- возможность установки водородных форсунок в оптимальном месте;
- не возникает проблемы перемешивания двух топлив, независимо от их агрегатного состояния, что позволяет устанавливать данную систему на большинство современных автомобилей.

Среди недостатков такой схемы необходимо отметить большое количество ответственных деталей, которые нуждаются в более жестком контроле по герметичности, и проблема размещения рампы с форсунками, которая занимает часть моторного отсека.

Вторая схема (рис. 2) предполагает смешивание водорода и природного газа в газовой рампе до подачи топлив во впускной коллектор. Управление форсунками 1 осуществляет газовый электронный блок управления 2. Блок управления водородом 4 посредством блока согласования 3 отслеживает момент, когда все форсунки газовой рампы закрыты, и формирует сигнал, который открывает водородный клапан 5. При этом водород, благодаря более высокому давлению в подводимом трубопроводе, поступает к газовой рампе.

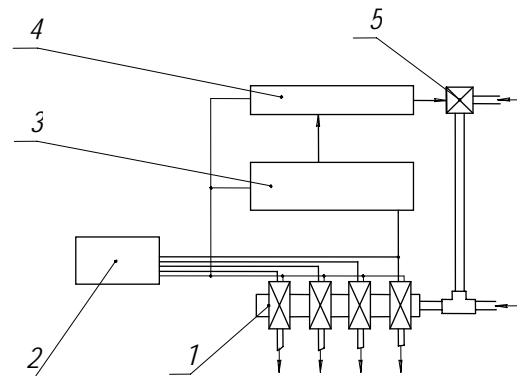


Рис. 2. Схема подачи водорода в рампу природного газа

К преимуществам этой схемы следует отнести:

- простота реализации;
- меньшее количество деталей, которые требуют постоянного контроля герметичности;
- возможность перехода от чисто газовой к смешанной схеме;
- во впускной коллектор подается гомогенная смесь природного газа и водорода.

При доводке второй схемы возникают трудности с выбором давления водорода, поскольку оно должно быть больше давления природного газа и не нарушать работу газовой аппаратуры, в частности редуктора низкого давления. Такая схема не может быть применена в случае добавки водорода к бензину.

Выводы

1. Предложено и рассмотрено две схемы распределенной подачи водорода во впускной коллектор с использованием микропроцессорной системы управления.

2. Для двигателя 4ГЧ 7,5/7,35 предпочтительной является схема параллельной (раздельной) подачи водорода и природного газа во впускной коллектор, так как при этом не возникает проблемы перемешивания природного газа и водорода в газовой системе, а также сохраняется возможность быстрого перевода двигателя для работы на смесь любого топлива и водорода, независимо от агрегатного состояния этого топлива.

Литература

1. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей / А.И. Мищенко. – К. : Наукова думка, 1984. – 143 с.
2. Талда Г.Б. Повышение топливной экономичности и снижение токсичности бензиновых двигателей добавкой водорода к бензину : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.04.02 «Тепловые двигатели» / Г.Б. Талда. – Харьков, 1984. – 20 с.
3. А.с. 918483 СССР. Система питания карбюраторного двигателя внутреннего сгорания жидким и газообразным топливом / А.С. Озерский, В.М. Кузнецов, А.Ю. Роменский и др. (СССР). – № 3025487/15-02; заявл. 22.08.1980; опубл. 7.12.1980, Бюл. № 12.
4. Лавров Б. Е. Некоторые результаты исследования рабочего процесса поршневого двигателя на водороде / Б. Е. Лавров, В. И. Хмыров // Труды. АН Каз. ССР. – 1960. – №2. – С. 326–332.
5. Breshers R. Partial hydrogen Injection into internal combustion engines – effect on emissions and fuel economy / Breshers R., Cottrill H., Rupe J. // EPA – First symposium on low pollution power system development (Ann Arbor, Michigan, 1973), 1973.
6. Furuham S. Combustion Characteristics of Hydrogen Fueled Spark Ignition Engine / Furuham S. // Bul. I SAE. – 1976. – № 6. – P. 1–10.
7. King R. The oxidation, decomposition, ignition and detonation of fuel vapors and gases. The hydrogen engine / King R., Rand M. // Can. Techn. – 1955. – № 33.
8. Swain M. The Hydrogen – Air Fueled Automobile / Swain M., Adl R. // Intersoc. energy conv. eng. conf., 1972. – P. 194–197.
9. Watson H. Efficiency and emissions of a hydrogen of methane fueled spark-ignition Engine / H. Watson, E. Milkins, J. Deslandes // In: FISITA Paris, 1974. – P. 19.
10. Weil K. The hydrogen I. C. engine – its origins and future in the emerging energy-transportation-environment system / K. Weil // In: Intersoc. energy eng. conf., 1972. – P. 72–92.
11. Billings R. A Hydrogen – Powered Masse Transit System / R. Billings. – In : Ist world hydrogen energy conf. proc. : In 3 vol. (Miami Beach, Florida, 1-3 March 1976). – 1976. – Vol. 3. – P. 27–76.
12. Патент США № 3799124 кл F 02 в 21/02, опубл. 26.03.74.
13. Watson H. Hydrogen and methane – automotive fuels of the future? / H. Watson, E. Milkins. – SAE, Australia, 1975, 3/4. – P. 17–19.
14. Патент ФРГ №12559415A1 Vorrichtung zum Finsoritzen eines gesformigen unter Druck Stehenden Mediums in einen Verbrennungsmotor / H. C. Arnaud, опубл. 8.07.76.
15. Furuham S. Development of a liquid hydrogen Car / S. Furuham, M. Hiruma, Y. Enomoto // In: Ist World hydrogen energy conf. Proc. : In 3 vol. (Miami Beach, Florida, 1-3 March 1976). – 1976. – Vol. 3. – P. 27–58.

Рецензент: А.Н. Пойда, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 18 марта 2010 г.