

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА ВПРЫСКА БЕНЗИНА В ДВС

Пеньков Н.А., Сидоркин О.А., Али И., Бараненко А.В.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж

Ключевые слова: система впрыска топлива, форсунки, расход масла двигателя, закоксовывание системы подачи топлива, масляные отложения.

Аннотация. Проводится сравнительный анализ двух систем подачи топлива в камеру сгорания ДВС: система непосредственного впрыска и распределенная система. Проводится историческая ретроспектива использования обоих типов системы впрыска. Исследуются положительные и отрицательные стороны каждой из систем с рассмотрением конкретных примеров использования у современных авто производителей. Даются рекомендации по использованию того или иного типа впрыска в зависимости от условий эксплуатации и предполагаемого ресурса используемой автомобильной техники с ДВС.

TO THE QUESTION OF CHOOSING THE PREFERRED OPTION OF GASOLINE INJECTION INTO AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Penkov N.A., Sidorkin O.A., Ali I., Baranenko A.V.

Federal State Official Military Educational Institution of Higher Education «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh

Keywords: fuel injection system, injectors, engine oil consumption, coking of the fuel supply system.

Abstract. A comparative analysis of two systems for supplying fuel to the combustion chamber of an internal combustion engine is carried out: a direct injection system and a distributed system. A historical retrospective of the use of both types of injection systems is conducted. The positive and negative aspects of each system are examined with specific examples of use by modern automakers. Recommendations are given on the use of one or another type of injection depending on the operating conditions and the expected service life of the used automotive equipment with internal combustion engines.

Для рационального выбора автомобильной техники для конкретных условий эксплуатации и с гарантированным ресурсом до капитального ремонта необходимо обоснованно подбирать такую ресурсоемкую деталь – как двигатель внутреннего сгорания [1]. Большую роль в обеспечении надежности такого узла играет система впрыска топлива в камеру сгорания. В настоящее время автомобильной промышленностью выпускаются двигатели с распределенной и непосредственными системами впрыска топлива (рис. 1).

Строго говоря, оба рассматриваемых варианта впрыска – распределенные, поскольку, для улучшения равномерности, подача топлива распределена по цилиндрам, причем каждый из них имеет свою форсунку. Однако, длительное время наибольшей популярностью пользовалась конструкция, в которой факел топлива подавался на впускной клапан, и её по умолчанию стали называть распределенным впрыском топлива MPI (multi point injection).

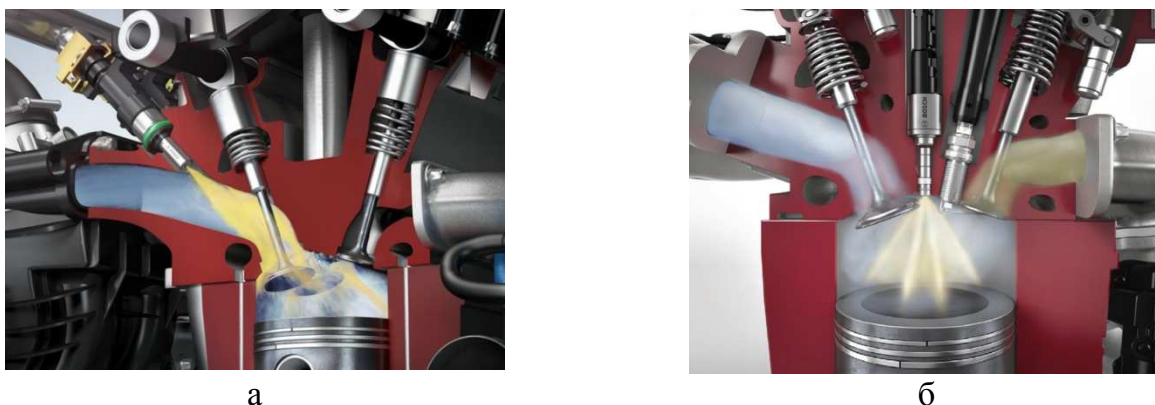


Рис. 1. Варианты систем впрыска: а) распределенный впрыск; б) непосредственный впрыск

В современных условиях все больше появляется двигателей, где использовался впрыск прямо в цилиндр. В настоящее время официальное название непосредственного впрыска, введенное обществом автомобильных инженеров – DFI (direct fuel injection). Используется также термин – "прямой впрыск". Различные производители, реализующие указанную технологию, часто используют собственные аббревиатуры: Mazda – DISI, Peugeot – HPi, Mercedes-Benz – CGI, Audi – FSI, TFSI, Renault – IDE.

Многолетняя эксплуатации автомобилей с обоими типами системы впрыска показывает, что распределенный впрыск топлива проще и надежнее непосредственного [2]. Электронно-управляемые форсунки работают с небольшим давлением – не более 3-4 атм., которое обеспечивает топливный насос, стоящий в баке. Столь невысокое значение давления позволяет устанавливать форсунки в пластмассовый впускной трубопровод, что значительно удешевляет конструкцию. Рампу, подающую к ним топливо, также часто изготавливают из пластмассы. Топливо подается на впускной клапан на такте впуска. Это позволяет охлаждать их и смывать сажу, копоть и маслянистые отложения. Форсунки в такой системе имеют большой ресурс и низкую цену, при этом обычно их можно легко демонтировать для промывки или замены.

Вместе с тем организация процесса смесеобразования в двигателях с распределенным впрыском недостаточно совершенна. Гомогенная смесь воздуха с топливом не позволяет добиться послойного смесеобразования, а потому не может обеспечить соблюдения самых современных требований по экологичности и экономичности.

Форсунка, направляющая факел топлива прямо в цилиндр, что предусмотрено системой непосредственного впрыска, позволяет обеспечить послойное смесеобразование, при котором в зоне свечи смесь более богатая, а в остальном объеме цилиндра – сильно обедненная. Так, небольшая порция может подаваться примерно на середине хода такта сжатия, а остальная часть – в конце такта.

При этом степень сжатия у моторов с прямым впрыском можно несколько увеличить, не опасаясь детонации [3]. Распространенным решением в современных условиях является организация системы впрыска, совмещенной с турбонаддувом. Такое решение позволяет добиться низкого расхода топлива при

минимальных выбросах вредных веществ. Это в значительной мере коррелирует с существующими нормами по экологической безопасности используемого топлива.

Однако, у такого решения существует и ряд недостатков. Топливо к сложным и дорогим форсункам под давлением, достигающим значения в сотни атмосфер, подает отдельный насос высокого давления. Его наличие повышает шумность работы мотора, увеличивает его стоимость и снижает надежность.

Распылители форсунок, работающих в условиях высоких температур и давлений, склонны к закоксовыванию, что особенно ярко проявляется на топливе низкого качества. Впускные клапаны не омываются топливом, а потому со временем зарастают огромным количеством отложений, особенно если двигатель обладает высоким ресурсом по наработке моточасов и у него присутствует такое негативное явление, как масложор. Это ухудшает наполнение цилиндров, причем не исключена возможность попадания отложений на фаску клапана, что может вызвать его прогар.

Двигатель с прямым впрыском медленнее прогревается в морозы: он крайне экономичный, а потому на прогрев уходит меньшее количество топлива, чем в двигателях с распределенным впрыском.

Для того, чтобы исключить недостатки обеих схем и воспользоваться их преимуществами возможно совмещение установки форсунок в камере сгорания и впускном тракте. Такое решение позволяет добиться обеднения смеси для повышения экономичности и не дать впускным клапанам загрязняться отложениями. Примером реализации такого подхода служит технология D4-S компании Toyota.

Таким образом, в настоящий момент существуют системы комбинированного действия, выпускающиеся в массовом автомобилестроении, однако, ввиду их нераспространенности, ресурс таких систем ниже ресурса систем с распределенным впрыском.

Список литературы

1. Кравченко Б.А., Митряев К.Ф. Обработка и выносливость высокопрочных материалов. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1968. – 131 с.
2. Филатов Э.Я., Павловский В.Э. Универсальный комплекс машин для испытания материалов и конструкций на усталость. – Киев: Наукова думка, 1985. – 92 с.
3. Зарубин В.С., Станкевич И.В. Расчет теплонапряженных конструкций. – М.: Машиностроение, 2005. – 352 с.

Сведения об авторах:

Пеньков Никита Алексеевич – д.т.н., доцент, доцент кафедры;

Сидоркин Олег Анатольевич – к.т.н., доцент, заместитель начальника кафедры;

Али Исмаил – соискатель;

Бараненко Андрей Васильевич – соискатель.