

СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ФОРСУНОК В СИСТЕМАХ ТОПЛИВОПОДАЧИ COMMON RAIL

Быков Михаил Александрович, магистр г Ам-61
boss.bsk@mail.ru

Форсунка — это элемент системы впрыска, предназначенный для дозированной подачи топлива, его распыления в камере сгорания (впускном коллекторе) и образования топливно-воздушной смеси.

В зависимости от способа осуществления впрыска различают:

- электромагнитные форсунки
- электрогидравлические форсунки
- пьезоэлектрические

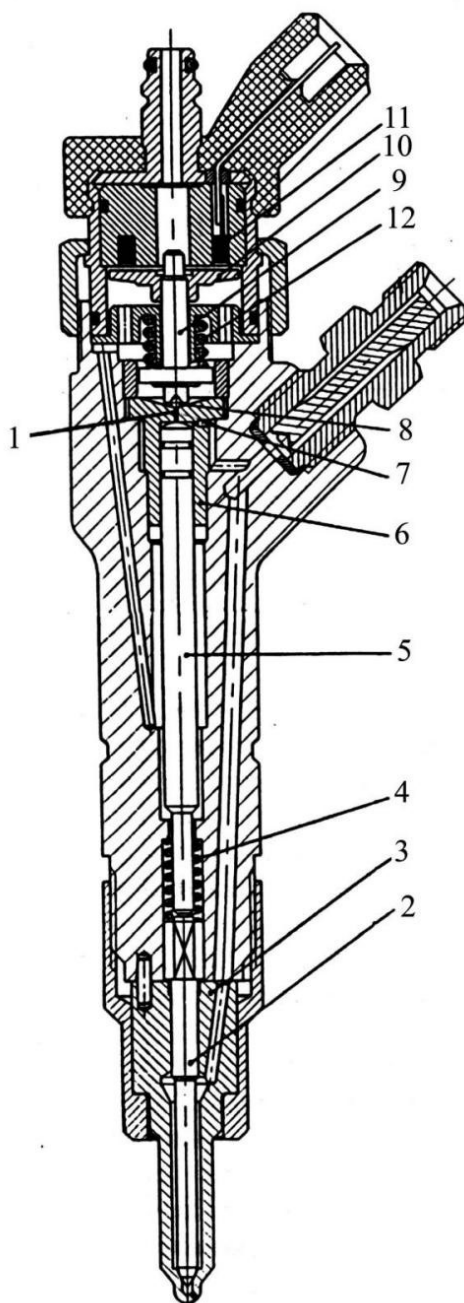
Сравним форсунки применяемые в топливных системах дизельных автомобилей Common Rail, а именно электрогидравлические и пьезоэлектрические. Рассмотрим их строение, а также принцип действия.

Шарик клапана прижимается к седлу с усилием пружины и электромагнита. Игла распылителя форсунки в нерабочем состоянии прижимается к седлу пружинной распылителя – это предотвращает попадание воздуха в форсунку при пуске двигателя [1].

Общий вид электрогидравлической форсунки показан на рисунке 1.

При создании давления в аккумуляторе, оно действует как на конусную поверхность иглы, так и на поршень управляющего клапана 5. Поскольку площадь рабочей поверхности поршня на 50% больше площади конусной поверхности иглы, игла распылителя продолжает прижиматься к седлу.

При подаче напряжения от блока управления на электромагнит 11, шток 9 якоря штока поднимается и открывается шариковый управляющий клапан 8. Давление в камере управления 7 падает в результате открытия дроссельного отверстия и топливо пропускается из зоны над поршнем управляющего клапана в зону слива. Давление на поршень управляющего клапана падает, так как подводящее дроссельное отверстие управляющего клапана имеет меньшее сечение чем отводящее. Запорная игла 2 при этом под действием высокого давления в кармане распылителя 3 открывается. Количество подаваемого топлива зависит от времени подачи напряжения в электромагнит 11, а значит от времени открытия шарикового управляющего клапана 8. При прекращении подачи напряжения на электромагнит 11, якорь под действием пружины опускается вниз, при этом шариковый управляющий клапан закрывается, давление в камере управления восстанавливается через специальный жиклер. Под действием давления топлива на поршень управляющего клапана 5, имеющего диаметр больше диаметра иглы, последняя закрывается [1].

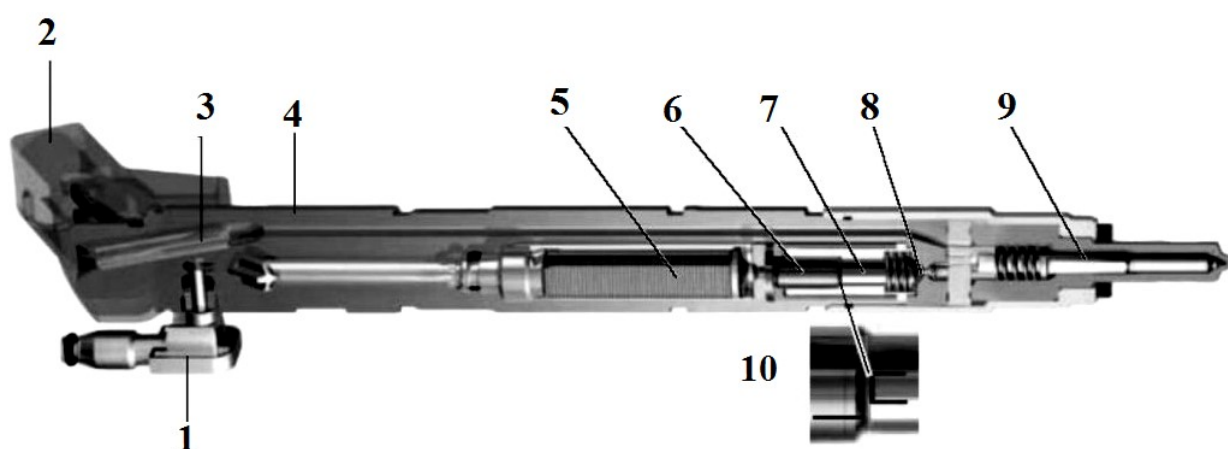


1 – отводящий дроссель; 2 – игла; 3 – распылитель; 4 – пружина запираания иглы; 5 – поршень управляющего клапана; 6 – втулка поршня; 7 – подводящий дроссель; 8 – шариковый управляющий клапан; 9 – шток; 10 – якорь; 11 – электромагнит; 12 – пружина клапана.

Рис.1. Разрез электрогидравлической форсунки фирмы Bosch

Электрогидравлическая форсунка с пьезоэлементом показана на рис. 2. Основными составляющими форсунки являются модуль исполнительного элемента, состоящего из пьезоэлектрического элемента и его составляющих, модуль плунжера, состоящего из поршней, амортизатора давления и пружины, клапан переключения, игла. Для окончательной очистки топлива применяется специальный стержневой фильтр. Увеличение длины модуля

исполнительного элемента преобразуется модулем соединителя в гидравлическое давление и перемещение, воздействующие на клапан переключения. Модуль плунжера действует как гидравлический цилиндр. На него постоянно воздействует давление подачи топлива 10 кгс/см^2 через редуцирующий клапан в обратной магистрали. Топливо выполняет роль амортизатора давления между плунжером соединителя выпускного дросселя 8 и плунжером клапана 5 в модуле плунжера. Из пустого закрытого инжектора (присутствует воздух) воздух удаляется при стартерном пуске двигателя (с частотой вращения вала стартера). Помимо этого, инжектор наполняется топливом, подаваемым погруженным в топливном баке насосом, проходящим через управляемый обратный клапан против направления потока топлива [1].



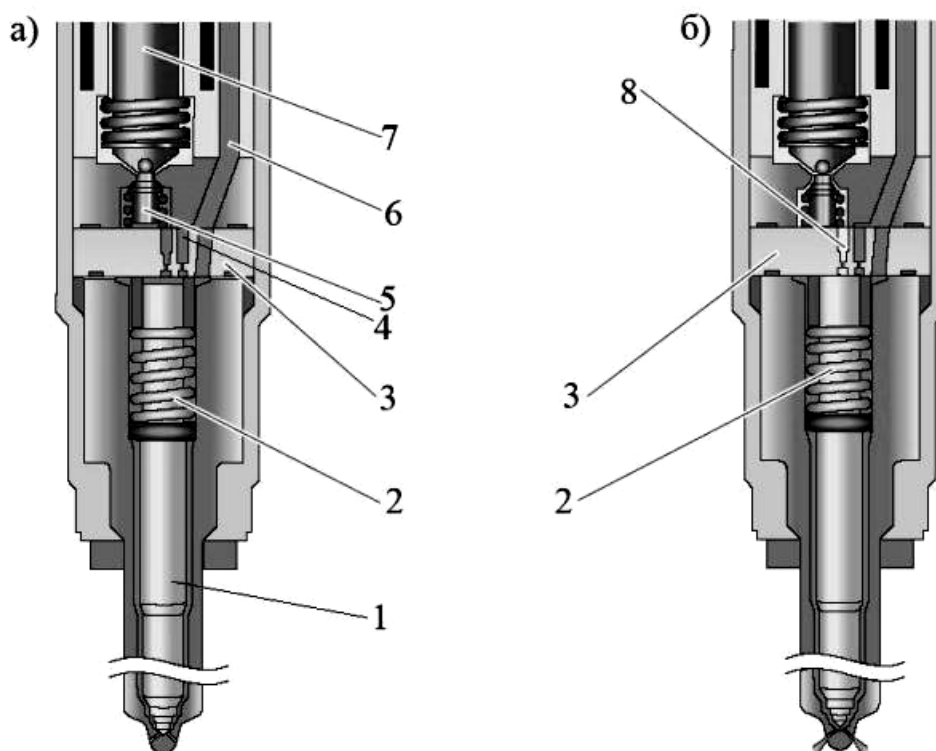
1 – патрубок рециркуляции; 2 – электрический разъем; 3 – стержневой фильтр; 4 – корпус форсунки; 5 – пьезоэлектрический элемент; 6 – сопряженный поршень; 7 – поршень клапана; 8 – клапан переключения; 9 – игла форсунки; 10 – амортизатор давления.

Рис. 2. Строение пьезоэлектродвигательной форсунки

Клапан переключения состоит из пластины клапана, плунжера клапана 5, пружины клапана и пластины дросселя 3. Топливо под давлением протекает через впускной дроссель 4 в пластине дросселя к игле форсунки и в камеру над иглой форсунки. Благодаря этому происходит выравнивание давления над и под иглой форсунки. Игла форсунки удерживается в закрытом положении силой пружины форсунки. При нажиме плунжера клапана 5 открывается канал выпускного дросселя, и топливо под давлением вытекает через выпускной дроссель 8 большего размера, расположенный над иглой форсунки. Топливо под давлением поднимает иглу форсунки, в результате чего происходит впрыск.[1]

Пьезоэлемент, являющийся исполнительным элементом форсунки, представляет собой параллелепипед длиной 30...40 мм, состоящий из спеченных между собой 300 керамических пластинок (кристаллов),

расширяющийся на 80 мкм всего за 0,1 мс, чего достаточно чтобы воздействовать на иглу форсунки с усилием 6300 Н. При этом для управления пьезоэлементом используют напряжение бортовой сети автомобиля.



а – форсунка закрыта; б — форсунка открыта.

1 – игла форсунки; 2 – пружина форсунки; 3 – пластина дросселя;
4 – впускной дроссель; 5 – плунжер клапана; 6 – линия высокого давления;
7 – соединительный элемент; 8 – выпускной дроссель.

Рис.3. Принцип работы пьезофорсунки

В диагностике данной топливной системы широкое распространение приобрели осциллографы [2]. Основные отличия автомобильного осциллографа от осциллографа общелабораторного применения заключаются:

- наличия предусмотренных программным обеспечением специальных настроек, позволяющих максимально удобно работать с автомобильными электронными системами;
- наличия специальных датчиков для внешнего подключения в системы автомобиля

Осциллографы применяют для снятия и отображение осциллограмм. Эта функция используется, в частности, для проверки сигналов от датчиков электронных систем управления и проверки управляющих сигналов от электронных блоков управления к исполнительным устройствам.

Также осциллограф позволяет снимать и отображать осциллограммы первичных и вторичных цепей систем зажигания. Функциональность этого

режима у конкретного прибора полностью зависит от того, какие системы зажигания он поддерживает. Поддержка той или иной системы заключается в поддержке со стороны программного обеспечения прибора и наличии датчиков, необходимых для снятия осциллограмм первичной и вторичной систем зажигания.

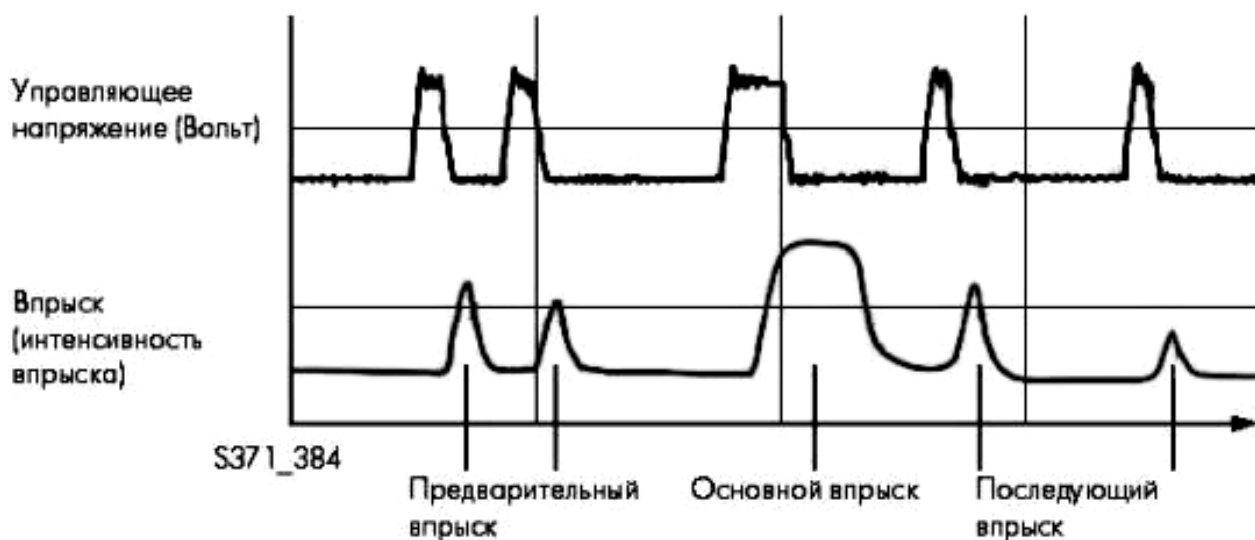


Рис. 4. Пример осциллограммы зафиксированной при помощи автомобильного осциллографа

В настоящее время производители дизельной топливной аппаратуры, например фирма Bosch, разработала системы Common Rail с давлением впрыска до 2500 кгс/см². Усовершенствование систем впрыска ставит задачи поиска новых более эффективных способов диагностирования предложенных нововведений. Перспективным направлением является использование осциллографов в процессах диагностики. Также следует учитывать тот факт, что согласно теореме Котельникова необходимо использовать осциллографы с максимальной частотой дискретизации на канал в режиме цифрового анализатора более 128 КГц [2].

Литература

1. Системы управления дизельными двигателями Bosch. Узлы и агрегаты/ [Перевод с немецкого Ю.Г.Грудский, А.Г.Иванов]. – М.: ЗАО «КЖИ За рулём», 2004. – 478 с. – (Первое русское издание).
2. Пойда А.Н. Анализ технического состояния топливной аппаратуры на основе колебаний давления топлива в гидроаккумуляторе / А.Н.Пойда, Е.Ю. Зенкин. Двигатели внутреннего сгорания: Всеукр. научно-технический журнал. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2009. – Вып.1. – С. 114-118.

Научный консультант: Зенкин Е.Ю. к.т.н. доц. каф ТЭСА