

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

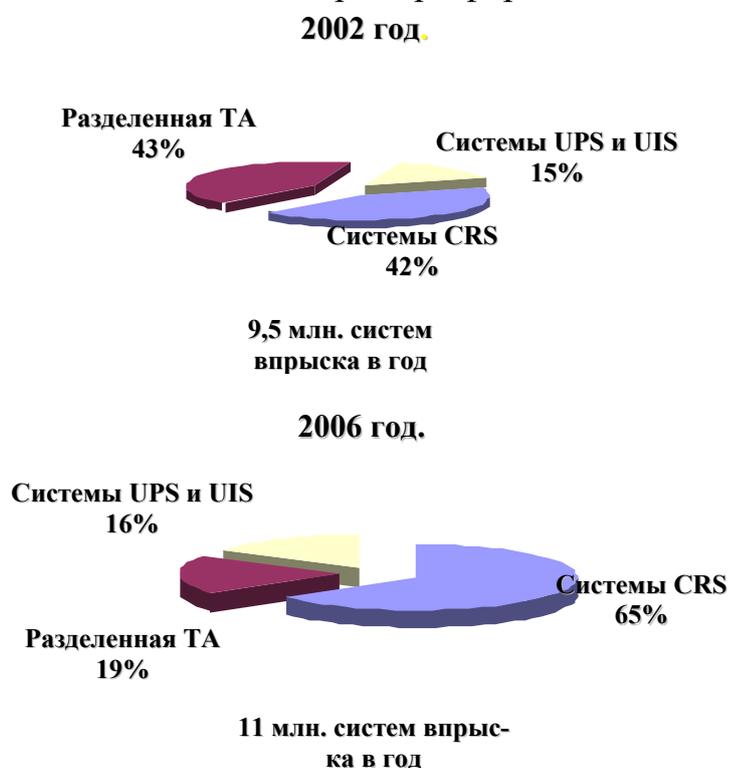
Олисеви́ч О.В.

ФГУП «НАМИ», г. Москва

Дальнейшее развитие традиционных систем топливоподачи уже ограничивается самим принципом дозирования цикловой подачи и формирования характеристики впрыскивания – выходом из этого положения является внедрение новых типов топливной аппаратуры с высокой энергией впрыска и гибким управлением характеристикой.

В число таких новых систем входят системы с индивидуальными насосными секциями, насос-форсунки и аккумуляторные системы, причем наибольшее распространение получили аккумуляторные системы высокого давления типа Common Rail. Основным преимуществом таких систем является разделение во времени процессов создания энергии впрыскивания топлива и управления формой характеристики впрыскивания в зависимости от совокупности всех внешних и внутренних факторов, воздействующих на работу дизеля.

Все ведущие фирмы – производители топливовпрыскивающей аппаратуры занимаются разработкой и выпуском систем типа Common Rail. Причем происходит поэтапное сокращение выпуска традиционной топливной аппаратуры и наращивание объемов выпуска систем Common Rail. Эта тенденция на примере фирмы R. BOSCH приведена на рис.1.



В настоящее время принципиальная схема системы Common Rail и конструкции составляющих ее элементов в основном определились. Аккумуляторная система включает топливный насос высокого давления (ТНВД) с регулируемой производительностью и давлением, топливный аккумулятор, комплект форсунок с быстродействующими электроприводными клапанами и микропроцессорную систему управления.

Рис.1. Структура выпуска топливной аппаратурой фирмой R.BOSCH (Германия)

Компоновка ее основных элементов (насоса, аккумулятора, топливопроводов) на двигателе значительно упрощена по сравнению с традиционными системами топливоподачи. Основные элементы аккумуляторной системы (блок управления, датчики, насос высокого давления, электромагнитные клапаны, регулятор давления, алгоритм управления), предназначенной для двигателей разного класса и назначения, обладают высокой степенью унификации.

При практически одинаковом характере управления процессом топливоподачи и, как следствие, близкими параметрами топливоподачи топливные системы Common Rail производства разных фирм различаются по конструктивному исполнению основных элементов и принципам их работы. Прежде всего, это относится к топливным насосам высокого давления и форсункам с электроприводными управляющими клапанами.

Электрогидравлическая форсунка - основной исполнительный орган системы Common Rail (рис. 2). Электрогидравлические форсунки фирм BOSCH и SIEMENS VDO конструктивно выполнены по практически одинаковой принципиальной схеме с однозатворным управляющим клапаном и отличаются приводом управляющего клапана - фирма SIEMENS VDO является пионером в применении пьезокерамики для дизельной топливной аппаратуры. Форсунка фирмы DELPHI отличается от форсунок фирм BOSCH и SIEMENS по принципиальной схеме и конструктивному исполнению управляющего клапана и приводу иглы распылителя.

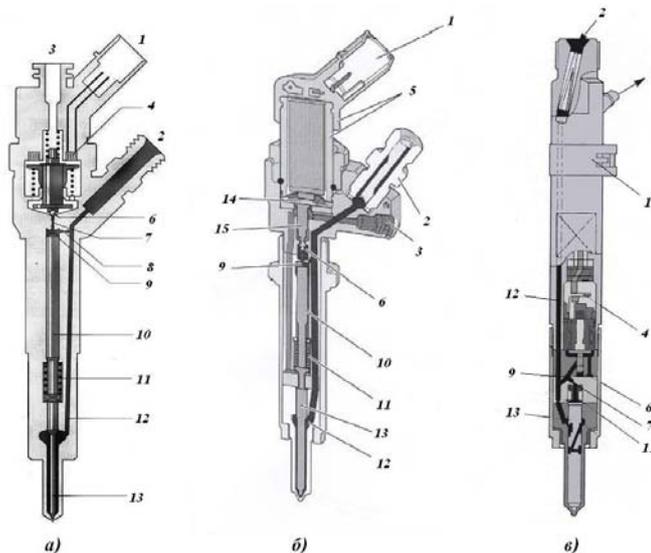


Рис.2. Электрогидравлические форсунки аккумуляторных систем второго поколения фирм R.Bosch (а), Siemens VDO (б) и Delphi (в): 1 - электроштекер; 2 - подводящий штуцер; 3 - слив топлива; 4 - электромагнит; 5 - пьезоактюатор; 6 - управляющий клапан; 7 - перепускной дроссель; 8 - наполнительный дроссель; 9 - управляющая камера; 10 - поршень; 11 - пружина иглы; 12 - канал высокого давления; 13 - игла распылителя; 14 - рычаг увеличения хода клапана; 15 - шток клапана

По схеме с двухзатворным управляющим клапаном выполнены электрогидравлические форсунки фирмы DENSO.

Пьезоэлектрический привод управляющих клапанов форсунок обеспечивает более высокое быстродействие, улучшая управление характеристикой впрыскивания и снижая расход топлива на управление. Поэтому они применяются уже в системах последнего третьего поколения.

В настоящее время в связи с развитием технологии производства и применения пьезокерамики, в системах третьего поколения используют пьезопровод уже все основные производители системы Common Rail (BOSCH, SIEMENS VDO, DELPHI).

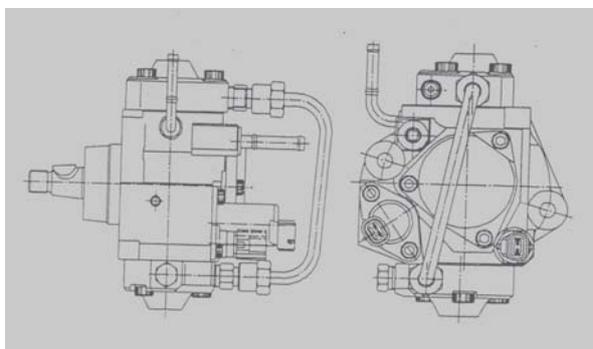
Развитие ТНВД идет от рядных многоплунжерных в системах первого поколения (система HP0 фирмы DENSO) до звездообразных ТНВД в последних модернизациях системы. Фирмой DELPHI и DENSO для систем второго поколения применяется роторный ТНВД. Для систем третьего поколения с увеличенными до 180 МПа давлениями впрыскиваниями фирмы DELPHI и DENSO разработали многоплунжерные топливные насосы звездообразной компоновки. Фирмы BOSCH и SIEMENS VDO используют ТНВД этого типа уже при выпуске систем первого поколения (рис.3).



а)



б)



в)

Рис. 3. Топливные насосы высокого давления для систем типа Common Rail.

а) – фирмы R. BOSCH; б) – фирмы SIEMENS VDO;

в) – фирмы DENSO (для системы HP3)

Сравнительный анализ ТНВД для системы CR показывает, что все варианты насосов обеспечивают практически одинаковые давления в аккумуляторе и производительность при относительно низкой и стабильной величине момента на приводном валу. Для дозирования топлива во всех насосах применен принцип дросселирования на впуске, позволяющий снизить затраты мощности на привод и уменьшить нагрев топлива.

Объем аккумулятора топлива зависит, прежде всего, от условия стабильного обеспечения цикловой подачи топлива и расхода топлива на управление на всех режимах работы дизеля. Компоновка топливных аккумуляторов зависит от конструкции двигателя и приоритетов фирмы, например: для дизелей V-образной компоновки фирма BOSCH применяет схему с двумя и тремя топливными аккумуляторами, в то же время фирма DENSO применяет один аккумулятор на оба полублока.

Таким образом, все ведущие фирмы – производители топливной аппаратуры ведут активные разработки в области модернизации существующих аккумуляторных систем и разработку новых поколений систем. В частности, фирмой R. BOSCH ведется разработка системы Common Rail 4-го поколения – Variojet. Данная система будет иметь изменяемое эффективное проходное сечение распылителя  $\mu\text{f}$  с непосредственным пьезоуправлением иглой форсунки. Кроме того, проводятся работы по усовершенствованию микропроцессорного управления системой топливоподачи. Современные системы обладают возможностью производить многофазное впрыскивание топлива – например, системы третьего поколения с пьезоуправляемым клапаном могут обеспечивать до шести тактов впрыскивания за рабочий цикл двигателя. Для будущих систем ведутся работы по увеличению дискретности впрыскивания топлива.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мазинг М.В., Пинский Ф.И., Олисевиц О.В. Дизельные аккумуляторные топливные системы нового поколения типа «Common Rail» // Мобильная техника. – 2004. - № 1. - с.31-36.
2. Diesel drives onward // 2004. - № 6. – p.22.
3. Generation Pkw – Common – Rail von Bosch mit Piezo – Inline – Injectoren // MTZ 3/2004 Jahrgang 65, pp 180-189.
4. Common Rail oder Pumpeduse? Dieseleinspritzung auf neuen Wegen // MTZ 4/2005 Jahrgang 66, pp 254-257.
5. DENSO EUROPE B.V. - Материалы презентации фирмы «DENSO Corp.» - 2002.
6. The 3rd generation of Common Rail from Bosch: reduced emissions with piezo-inline injectors// Press Release Robert Bosch GmbH, March 2004 PI 4341 DS Ba/Au.
7. Delphi Multec Medium Duty Diesel Common Rail // Delphi Energy & Chassis - 2004 Delphi Corporation. EC-P&M-0048-0-Dec04.

8. High pressure for top form Siemens VDO Automotive presents 3<sup>rd</sup> generation piezo diesel // Press Realise Siemens VDO Automotive, Vienna, 16 May 2003

## **ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО КЛАПАНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЯ**

**Марков В.А., Мальчук В.И.<sup>1</sup>, Сиротин Е.А.<sup>2</sup>**

*МГТУ им. Н.Э.Баумана, <sup>1</sup>ГТУ «МАДИ», <sup>2</sup>ФГУП «НАМИ», г. Москва*

Совершенствование рабочих процессов транспортных дизелей с целью достижения требуемых экономических и экологических показателей проводится в настоящее время в направлении повышения эффективности смесеобразования путем интенсификации процесса топливоподачи, т.е. повышения давления впрыскивания [1,2]. Однако при повышении давления впрыскивания может иметь место нестабильность некоторых параметров и характеристик топливоподачи. Ряд проведенных экспериментальных исследований показывают, что эффективным способом решения проблемы стабилизации процесса топливоподачи является использование специальных стабилизирующих нагнетательных клапанов [3,4,5]. Применение таких клапанов позволяет стабилизировать топливоподачу практически без усложнения конструкции топливной аппаратуры.

В мировой практике наибольшее распространение получили клапаны грибового типа, в которых перьевидная направляющая часть и коническая запирающая поверхность обеспечивают высокую стабильность динамики клапана и остаточного давления в линии нагнетания, что и предопределяет стабильность топливоподачи во времени (т.е. от цикла к циклу). Достоинство систем с клапанами грибового типа - относительно невысокая чувствительность аппаратуры к изменениям эквивалентного проходного сечения распылителя ( $\mu_{р/р}$ ) [6]. Однако, клапан грибового типа имеет существенный недостаток. При значительном увеличении давления впрыскивания в системе повышается остаточное давление и наблюдаются дополнительные впрыскивания, устранение которых предусматривает, в частности, увеличение объема разгрузки  $V_p$  клапана. Но существенное увеличение  $V_p$  приводит к переразгрузке системы на режимах с малыми частотами вращения и цикловыми подачами и появлению в линии нагнетания разрывов сплошности (двухфазной среды). В результате наблюдается увеличение неравномерности и нестабильности топливоподачи, а на режимах холостого хода и малых нагрузок - даже пропуски подач [7]. Клапаны грибового типа позволяют осуществлять корректирование внешней скоростной характеристики транспортного дизеля (рис.1,а). Но при значительном увеличении  $V_p$  возникают проблемы с формированием внешней скоростной ха-