

Топливные насосы
высокого давления
распределительного типа

Robert Bosch GmbH

Использование дизелей в качестве автомобильных двигателей становится всё более распространённым. В последние несколько лет дизели стали более мощными, а уровни шума и выброса вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) существенно снизились. Очевидно, что решающую роль в этом сыграло совершенствование топливной аппаратуры.

Основной вклад в широкое применение дизелей в каждом автомобильном секторе, включая высокооборотные дизели легковых автомобилей, внесён топливными системами фирмы Bosch. В течение ряда лет роторные ТНВД распределительного типа были главной движущей силой в продвижении дизелей на автомобильный рынок. Этим топливным насосам присуща очень высокая точность дозирования топливоподачи, даже при малых цикловых подачах. Постоянная эволюция элементов и систем электронного управления привела к высокой плавности работы автомобильных дизелей и исключительно высокой реакции на действия водителя.

Выпуск в 1996 году радиального ТНВД распределительного типа VP44, оснащённого электромагнитным клапаном высокого давления, открыл новые возможности, например, для снижения уровня шума путём использования предварительного впрыска топлива или регулирования величины цикловой подачи по отдельным цилиндрам с целью управления крутящим моментом двигателя. В 1998 году распределительные ТНВД с аксиальным плунжером также стали выпускаться с электромагнитным клапаном управления подачей топлива. Включение электронного блока управления в корпус ТНВД позволило создать систему управления, которая соединила технологические инновации с низкой её стоимостью.

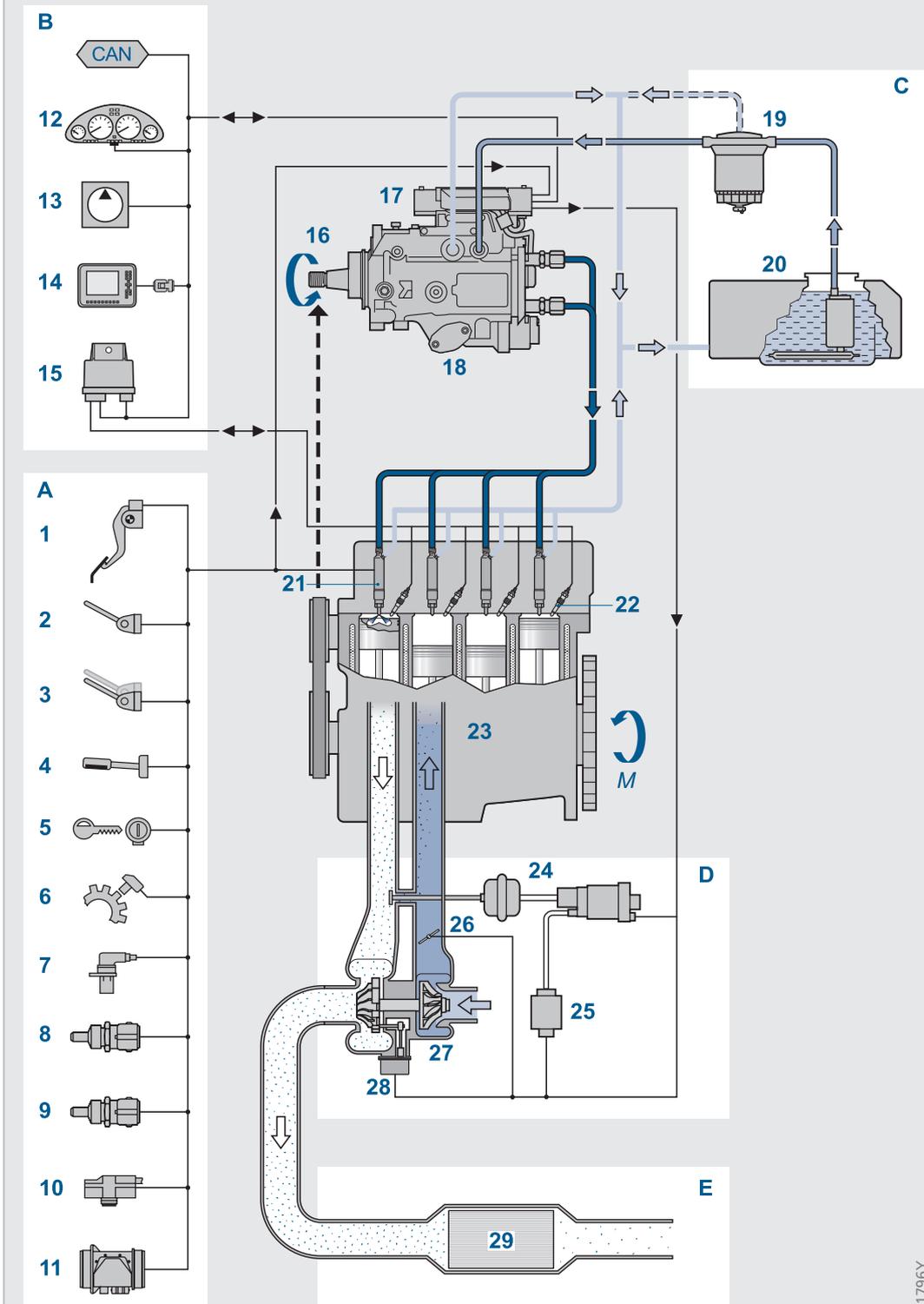
В данном учебном пособии Bosch (Yellow Jacket «Expert Know-How on Automotive Technology») рассматриваются устройство и конструкция ТНВД распределительного типа, регулирование цикловой подачи топлива в котором обеспечивается дозирующей муфтой и отсечным отверстием или электромагнитным клапаном управления подачей, а также взаимодействие компонентов системы управления.

В разделе технологии технического обслуживания рассматриваются вопросы испытаний и настройки этих топливных систем.

Основы управления дизельным двигателем («Diesel-Engine Management») и электронное управление дизельным двигателем («Electronic Diesel Control EDC») детально описаны в отдельных выпусках серии.

4	Обзор топливных систем дизелей	74	Ступень высокого давления
4	Технические требования		ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером
6	Обзор топливных систем с ТНВД распределительного типа	78	Ступень высокого давления роторных ТНВД распределительного типа
6	Области применения	82	Нагнетательные клапаны
6	Конструкции	83	Электромагнитный клапан управления подачей
8	Системы регулирования топливоподачи со спиральными кромками и отсечными отверстиями	84	Регулирование угла опережения впрыска топлива
10	Системы с электромагнитным управляющим клапаном	90	Электронный блок управления
		91	Выводы
14	Система подачи топлива (ступень низкого давления)	92	Распылители форсунок
14	Топливный бак	94	Штифтовые распылители форсунок
14	Топливные линии	96	Распылители соплового типа
15	Фильтры дизельного топлива	100	Дальнейшее развитие конструкций распылителей
16	ТНВД распределительного типа с регулированием топливоподачи дозирующей муфтой и отсечными отверстиями	102	Форсунки
17	Применения и установка	104	Стандартные форсунки
19	Конструкция	105	Форсунки со ступенчатым упором
22	Ступень низкого давления	106	Двухпружинные форсунки
25	Ступень высокого давления с распределительной головкой	107	Форсунки с датчиком подъёма иглы распылителя
34	Дополнительные управляющие устройства в ТНВД распределительного типа	108	Линии высокого давления
34	Обзор	108	Арматура соединений линий высокого давления
36	Регуляторы частоты вращения	109	Трубопроводы линий высокого давления
43	Автомат опережения впрыска топлива	112	Электронное управление дизелей
46	Механические устройства корректирования крутящего момента (корректоры топливоподачи)	112	Технические требования
59	Выключатель по нагрузке	112	Обзор систем управления
59	Потенциометр	113	Системные блоки
60	Датчик подачи топлива	114	ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером и отсечным отверстием
61	Устройства выключения подачи топлива (останов двигателя)	115	ТНВД распределительного типа с электромагнитным клапаном управления подачей (роторные и с аксиальным плунжером)
62	Электронное управление дизелей	116	Технология технического обслуживания
65	Иммобилайзеры дизелей	116	Обзор
66	ТНВД распределительного типа с электромагнитным клапаном управления подачей	118	Испытание систем EDC
66	Области применения	122	Стенды для испытаний ТНВД
66	Конструкции	124	Испытания ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером
68	Установка и привод ТНВД	128	Испытание форсунок
70	Конструкция и принцип действия	130	Аббревиатуры
72	Ступень низкого давления		

3 Схема топливной системы дизеля с радиальным ТНВД распределительного типа VP44 с управляющим электромагнитным клапаном и интегрированным электронным блоком управления PSG16 для двигателя и ТНВД



4 ТНВД распределительного типа серии VE...F с аксиальным плунжером и механическим регулятором частоты вращения

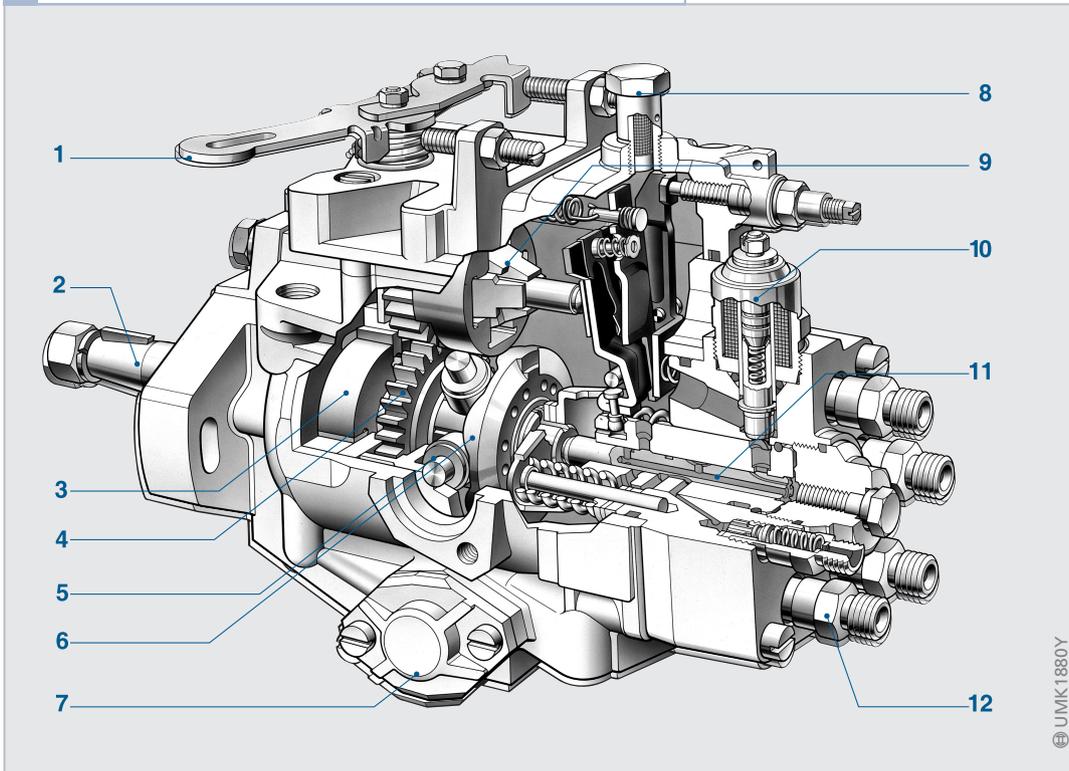


Рис.4

- 1 Рычаг управления (соединён с педалью акселератора)
- 2 Вал привода
- 3 Топливоподкачивающий насос
- 4 Шестерённая передача привода вала регулятора
- 5 Ролик на роликовом кольце
- 6 Кулачковая шайба
- 7 Автомат опережения впрыска топлива
- 8 Штуцер с дросселем перепуска топлива
- 9 Узел центробежных грузов механического регулятора частоты вращения
- 10 Электромагнитный клапан отключения подачи топлива (ELAB)
- 11 Плунжер
- 12 Корпус нагнетательного клапана

5 Компоненты ТНВД и их расположение

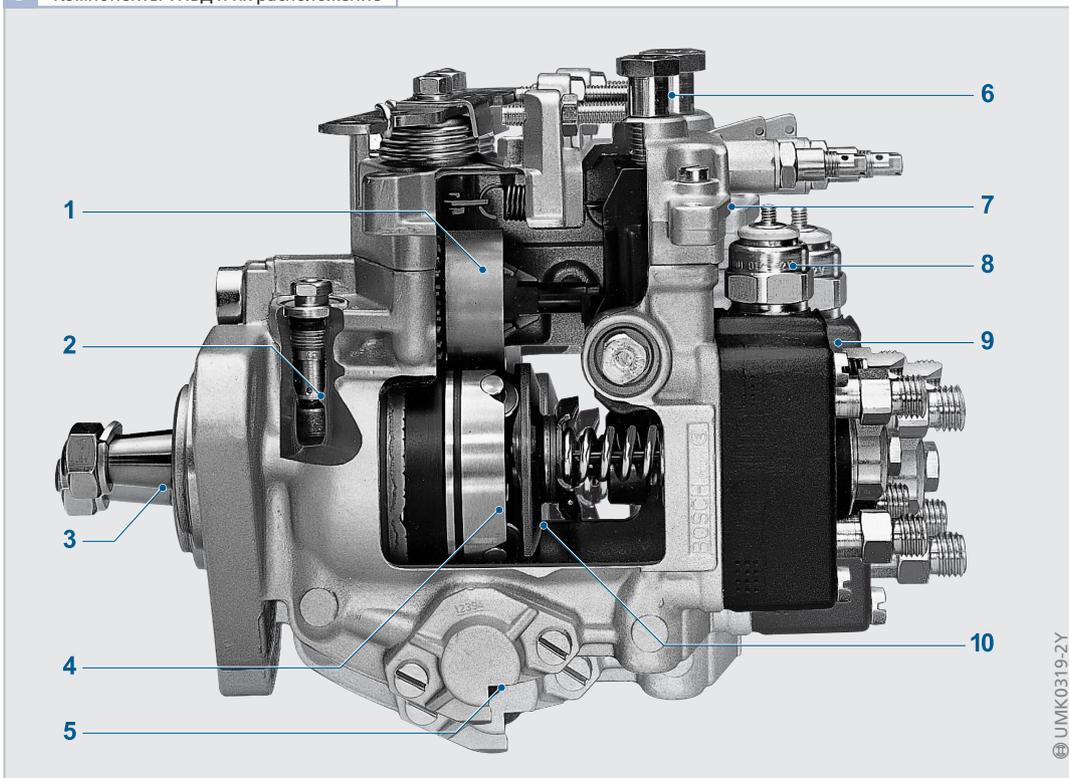


Рис.5

- 1 Узел регулятора частоты вращения
- 2 Редукционный клапан
- 3 Вал привода
- 4 Роликовое кольцо
- 5 Автомат опережения впрыска топлива
- 6 Штуцер с дросселем перепуска топлива
- 7 Крышка регулятора
- 8 Электромагнитный клапан отключения подачи топлива (ELAB)
- 9 Распределительная головка ступени высокого давления
- 10 Кулачковая шайба

История создания ТНВД распределительного типа фирмы Bosch с механическими регуляторами частоты вращения

1995 Противоугонное устройство дизеля (DDS, 10)

1993 Контрольный датчик подачи топлива (FSS, 9)

1988 Потенциометр системы рециркуляции ОГ (EGR)

1987 Пневматическое устройство повышения минимальной частоты вращения холостого хода (PLA, 8) и микровыключатель 7

1986 Пневматический выключатель

1984 Упор максимальной нагрузки по атмосферному давлению

1983 Компенсатор давления во впускном коллекторе (LDA, 6) и гидравлический корректор крутящего момента (HBA, 5)

1982 Электромагнитный клапан автомата опережения впрыска топлива (4)
Температурная компенсация минимальной частоты вращения холостого хода (TLA, 3)

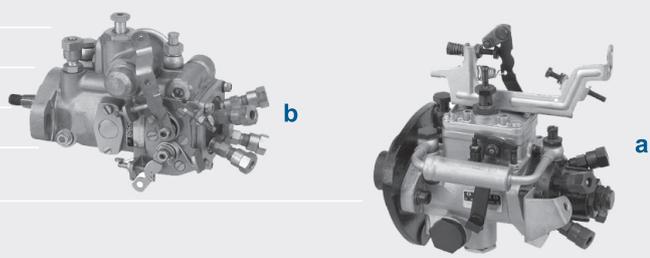
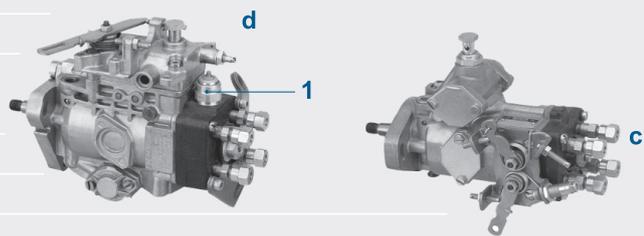
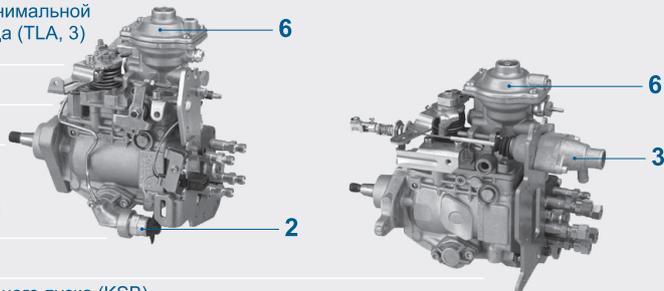
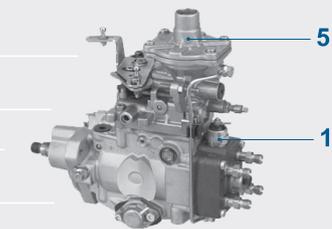
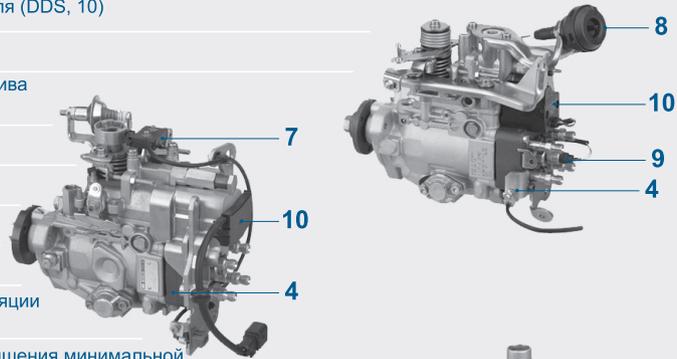
1978 Регулирование угла опережения впрыска топлива по нагрузке с функцией отключения (ALFB, 2)

1975 ТНВД VE (d) с ускорителем холодного пуска (KSB) и электромагнитным клапаном выключения подачи топлива (ELAB, 1)

1968 ТНВД EP/VA...C (c)

1963 ТНВД EP/VA...B (b)

1962 ТНВД EP/VM (a)



Ступень высокого давления роторных ТНВД распределительного типа

Насосная секция с радиальными плунжерами в ТНВД этого типа (рис.1) создаёт более высокое давление впрыска топлива, чем ТНВД с аксиальным плунжером. Соответственно, они требуют большей мощности привода по сравнению с ТНВД, имеющими аксиальный плунжер (3,5 – 4,5 кВт против 3,0 кВт).

Конструкция

Насосная секция высокого давления с радиальными плунжерами (рис.2) приводится непосредственно валом привода ТНВД. Основными деталями насосной секции являются:

- Кулачковое кольцо 1;
- Опоры 4 роликов и ролики 2;
- Плунжеры 5;
- Пластина привода; (Муфта привода)
- Ротор-распределитель 6.

Вал ТНВД приводит пластину насосной секции посредством радиально расположенных направляющих прорезей, которые одновременно действуют как фиксирующие пазы для опор роликов. Ролики перемещаются по внутренней поверхности кулачкового кольца, то есть по профилю внутренних кулачков вокруг вала привода ТНВД. Число кулачков равно числу цилиндров двигателя.

Ротор-распределитель приводится пластиной привода. Плунжеры насосной секции, расположенные радиально по отношению к оси вала ТНВД (отсюда и название «Роторные ТНВД распределительного типа»), удерживаются в головке ротора-распределителя.

Плунжеры насосной секции упираются в опоры роликов и совершают возвратно-поступательное движение при перемещении роликов по профилям кулачков. Величина подъёма плунжеров равна 3,5 – 4,15 мм.

1 Радиальный ТНВД распределительного типа с электромагнитным клапаном управления подачей

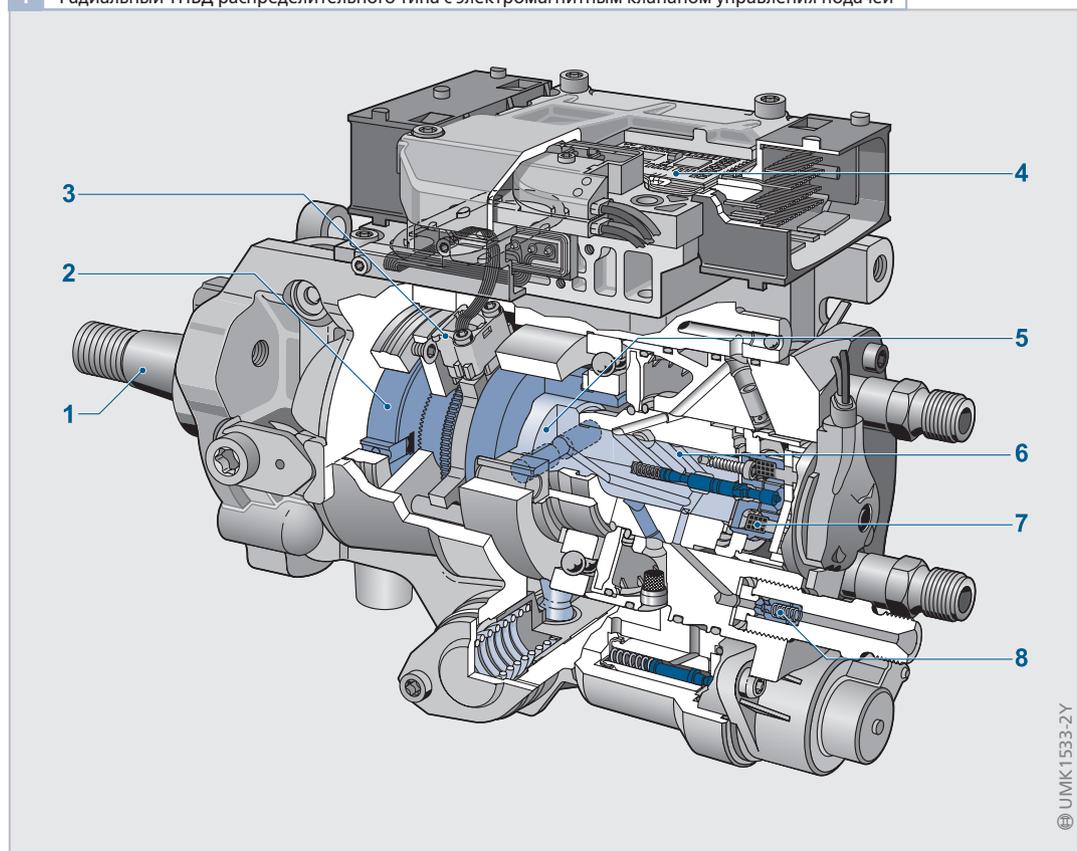


Рис.1

- 1 Вал привода ТНВД
- 2 Топливоподкачивающий насос лопастного типа
- 3 Датчик угла поворота/частоты вращения вала
- 4 Электронный блок управления ТНВД
- 5 Насосная секция высокого давления с радиальными плунжерами
- 6 Вал-распределитель
- 7 Электромагнитный клапан управления подачей
- 8 Нагнетательный клапан

Регулирование угла опережения впрыска топлива

Назначение

Момент, в котором начинается процесс сгорания по отношению к положению поршня/коленчатого вала, оказывает существенное влияние на протекание характеристик двигателя, эмиссию вредных веществ и уровень шума. Если начало подачи топлива остаётся постоянным, то есть угол опережения впрыска при увеличении частоты вращения не регулируется, то число оборотов коленчатого вала в период между началом подачи и началом сгорания могло бы увеличиться до такой степени, что процесс сгорания не мог бы иметь место в нужный момент времени.

В ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером и отсечными отверстиями автомат опережения впрыска поворачивает роликовое кольцо относительно кулачковой шайбы, так что начало подачи топлива происходит раньше или позже по отношению к положению коленчатого вала. Взаимодействие между электромагнитным клапаном управления подачей и автоматом опережения впрыска регулирует величину угла опережения и характеристику впрыска таким образом, чтобы они соответствовали оптимальным характеристикам двигателя.

Объяснение терминов

Для понимания процесса регулирования угла опережения впрыска топлива необходимо дать объяснения основных терминов.

Период задержки впрыска топлива

Геометрическое начало подачи (SD на рис.1) происходит после момента закрытия электромагнитного клапана управления подачей. Внутри топливной линии создаётся высокое давление и в тот момент, когда оно станет равным давлению начала подъёма иглы распылителя форсунки, начинается впрыск топлива (SI). Период времени между геометрическим началом подачи и началом впрыска называется периодом задержки впрыска (IL).

Период задержки впрыска практически не зависит от частоты вращения вала ТНВД/коленчатого вала двигателя. Этот период главным образом определяется распространением волны давления по трубопроводу линии высокого давления, а время распространения волны давления определяется длиной трубопровода и скоростью звука. Величина скорости звука в дизельном топливе приблизительно равна 1500 м/с.

Если частота вращения двигателя увеличивается, то увеличивается и угол поворота коленчатого вала во время периода задержки впрыска. Как следствие, распылитель форсунки открывается позже (по отношению к положению поршня в цилиндре двигателя), что крайне нежелательно. Поэтому начало подачи топлива по мере увеличения частоты вращения должно происходить с опережением.

Период задержки воспламенения

После впрыска дизельного топлива требуется определённое время для формирования топливовоздушной смеси и её воспламенения. Период времени от момента начала впрыска до начала воспламенения и горения (SC) называется периодом задержки воспламенения (IGL). Этот период также не зависит от частоты вращения и определяется следующими переменными:

- Воспламеняемостью дизельного топлива (определяется цетановым числом);
- Степенью сжатия двигателя;
- Температурой в камере сгорания;
- Спектром распыливания топлива;
- Степенью рециркуляции отработавших газов.

Период задержки воспламенения находится в пределах 2 – 9 градусов поворота коленчатого вала.

Рис.1

- 1 Давление сгорания
 2 Давление сжатия

- SD Начало подачи
 TDC ВМТ поршня
 SI Начало впрыска топлива
 EI Конец впрыска
 IL Период задержки впрыска
 BDC НМТ поршня
 SC Начало процесса сгорания
 EC Конец сгорания
 IGL Период задержки воспламенения

