

Электронное управление дизельными двигателями

Bosch

Легион-Автодата

Электроника становится все более важным фактором в области управления и регулирования дизелей, и в этой связи часто возникает вопрос: "Действительно ли так необходимо вводить в автомобиль такое большое количество электроники"?

Дело в том, что без электроники было бы невозможно определить большое число важных параметров, таких как частота вращения коленчатого вала двигателя, чтобы достаточно быстро их использовать для управления двигателем. Электронное управление является основой современных дизелей, которые становятся все более мощными, более эффективными, бесшумными, экологичными и экономичными. Эти факты являются справедливыми независимо от эксплуатационных условий и режимов работы двигателя.

Электронное управление дизелей (EDC) позволяет осуществлять такую дополнительную функцию, как регулирование плавности работы двигателя (SRC). EDC применяется во всех современных топливных системах дизелей:

- рядные многоплунжерные ТНВД (PE);
- ТНВД распределительного типа (VE, VR);
- топливные системы с насос-форсунками (UIS);
- топливные системы с индивидуальными ТНВД (UPS);
- топливные системы Common Rail (CRS).

Хотя все эти топливные системы отличаются по многим аспектам и устанавливаются на множество различных автомобилей, все они оснащаются электронными системами управления подобного типа.

В данном учебном пособии дается описание систем электронного управления дизелей (EDC) и всех их компонентов. Различия между конкретными топливными системами приведены в табличной форме (страницы 12 - 19). Таким образом, учебное пособие позволяет читателю познакомиться с широкой гаммой различных дизельных топливных систем как с разомкнутыми (без обратной связи), так и замкнутыми (с обратной связью) системами управления.

▶ Оглавление

4	Обзор топливных систем дизелей	44	Электронное управление в разомкнутых и замкнутых контурах
4	Технические требования	44	Электронное управление в разомкнутых и замкнутых контурах
6	Конструкции ТНВД	44	Обработка данных
12	Системы электронного управления дизелей (EDC)	46	Обмен данными с другими системами
12	Технические требования	48	Управление подачей топлива
12	Обзор систем	57	Замкнутая система управления с кислородным датчиком для легковых автомобилей с дизелями
13	Системные блоки	63	Дополнительная специальная адаптация
14	Рядные ТНВД	63	Топливные системы с регулированием подачи отсечной кромкой со сливным отверстием
15	ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером и отсечным отверстием	66	Топливные системы с электромагнитным клапаном управления подачей (по управляющим сигналам)
16	ТНВД распределительного типа с электромагнитным клапаном управления подачей (роторные и с аксиальным плунжером)	73	Управление различными исполнительными механизмами
17	Аккумуляторная топливная система Common Rail (CRS)	74	Замещающие функции
18	Топливная система с насос-форсунками для легковых автомобилей (UIS)	75	Системы электронного управления крутящим моментом двигателя
19	Топливная система с насос-форсунками (UIS) и индивидуальными ТНВД (UPS) для коммерческих автомобилей	78	Электронная диагностика
20	Датчики	78	Самодиагностика
21	Датчики температуры	81	Бортовая диагностика (OBD)
22	Микромеханические датчики давления	82	Обмен информацией между электронными системами автомобиля
25	Датчик давления топлива в аккумуляторе высокого давления	82	Обзор систем
26	Индуктивные датчики частоты вращения	82	Последовательная передача данных (CAN)
27	Датчики частоты вращения и дифференциальные датчики углового положения вала	87	Перспективы
28	Датчики на эффекте Холла	88	Исполнительные устройства
30	Полудифференциальный датчик перемещения с замыкающим кольцом	88	Электропневматические исполнительные устройства
31	Датчик подъема иглы форсунки	89	Тормозные системы непрерывного действия
32	Датчики положения педали акселератора	89	Управление вентилятором системы охлаждения двигателя
34	Массовый расходомер воздуха с пленочным термоанемометром	90	Системы облегчения пуска
36	Широкополосный кислородный датчик - LSU4	92	Алфавитный указатель
38	Электронный блок управления	94	Сокращения
38	Эксплуатационные условия		
38	Устройство и конструкция		
38	Обработка данных		

▶ Краткая история создания дизельной топливной аппаратуры фирмой Bosch

Проектирование и разработка топливных систем для дизельных двигателей фирмой Bosch начались в конце 1922 года. Все технические факторы были для этого благоприятны - Bosch имела опыт работы с ДВС, технология производства была хорошо отработана и, кроме того, можно было применить все "ноу-хау", которые фирма Bosch накопила во время производства масляных насосов. Тем не менее, несмотря на эти факторы, вовлечение в эту работу было для фирмы значительным риском, поскольку нужно было преодолеть многочисленные проблемы.

Серийное производство первых ТНВД началось в 1927 году. Прецизионная точность их изготовления была по тому времени уникальной. ТНВД были небольшого размера имели малый вес, и стояли на пороге дизелей, в настоящее время способных работать при высоких частотах вращения. Эти рядные ТНВД с 1932 года устанавливались на дизели коммерческих автомобилей, а с 1936 года - на дизели легковых автомобилей. Начиная с этой отправной точки не было в дальнейшем ослабления в развитии дизелей и агрегатов топливной аппаратуры.

В 1976 году дизели получили новый импульс развития, когда фирма Bosch внедрила ТНВД распределительного типа с автоматом опережения впрыска топлива. А через десять лет, после многих лет интенсивных исследовательских работ, Bosch выпустила на рынок в стадии многосерийного производства системы электронного управления дизелей (EDC).

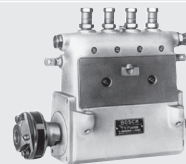
Разработка новых конструкций постоянно сталкивается с необходимостью обеспечения очень точных цикловых подач дизельного топлива, в точно определенный момент времени (угол опережения впрыска топлива) и при все более и более высоком давлении впрыска. Это привело к большому числу передовых разработок топливных систем дизелей (см. соседний рисунок).

Дизели в настоящее время находятся в первых рядах по топливной экономичности и эффективному использованию топлива. Кроме того, мощность ДВС постоянно увеличивается, в то время как уровень шума и эмиссия вредных веществ постоянно снижаются.

Основные этапы в создании дизельных топливных систем

1927

Первый серийный многоплунжерный рядный ТНВД



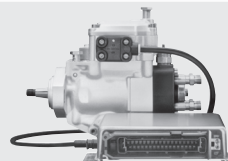
1962

Первый ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером (EP-VM)



1986

Первый ТНВД распределительного типа с аксиальным плунжером и электронным управлением



1994

Первая топливная система с насос-форсунками для дизелей коммерческих автомобилей (UIS)



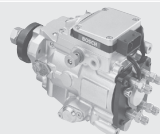
1995

Первая топливная система с индивидуальными ТНВД (UPS)



1996

Первый роторный ТНВД распределительного типа



1997

Первая аккумуляторная топливная система Common Rail (CRS)



1998

Первая топливная система с насос-форсунками для дизелей легковых автомобилей (UIS)



Датчики

Датчики регистрируют рабочие состояния (например, частоту вращения двигателя) и установочные/ожидаемые значения параметров управления (например, положение педали акселератора). Они преобразуют физические (например, давление) или химические (например, концентрация какого-либо вещества в ОГ) величины в электрические сигналы.

Применение в автомобилях

Датчики и исполнительные устройства представляют собой интерфейс между электронными блоками управления как блоками, обрабатывающими информацию, и автомобилем со всеми его сложными системами управления, тормозами, шасси и бортовыми функциями (например, система управления двигателем, электронная система курсовой устойчивости (ESP), система кондиционирования воздуха). Как правило, согласующая схема в датчике преобразует сигналы таким образом, что они могут быть обработаны в ЭБУ.

Область мехатроники, в которой механические и электронные компоненты, а также средства обработки сигналов тесно связаны между собой и зачастую объединены друг с другом, быстро получает развитие в области производства датчиков. Они интегрированы в единые модули (например, композитный сальник коленчатого вала с датчиком частоты вращения (CSWS)).

Выходные сигналы датчиков непосредственно влияют не только на мощность двигателя, крутящий момент и эмиссию вредных веществ с ОГ, но также и на управляемость и безопасность автомобилей. Датчики, хотя они становятся все меньше и меньше в размерах, должны отвечать требованиям высокого быстродействия и большой точности. Эти условия могут быть выполнены благодаря мехатронике.

В зависимости от уровня интеграции, формирование сигнала, аналого-цифровое преобразование и функции самокалибровки могут быть объединены в одном датчике (рис. 1), и в будущем к ним может быть добавлен маленький микрокомпьютер для дальнейшей обработки сигналов. Ниже перечислены преимущества такого объединения функций:

- ЭБУ в этом случае требуется достаточно низкий уровень вычислительных возможностей;
- для всех датчиков становится возможным использовать унифицированный, гибкий и совместимый по шине интерфейс;
- прямое и многократное использование данного датчика через шину передачи данных;
- регистрация даже небольших измеряемых величин;
- простая калибровка датчиков.

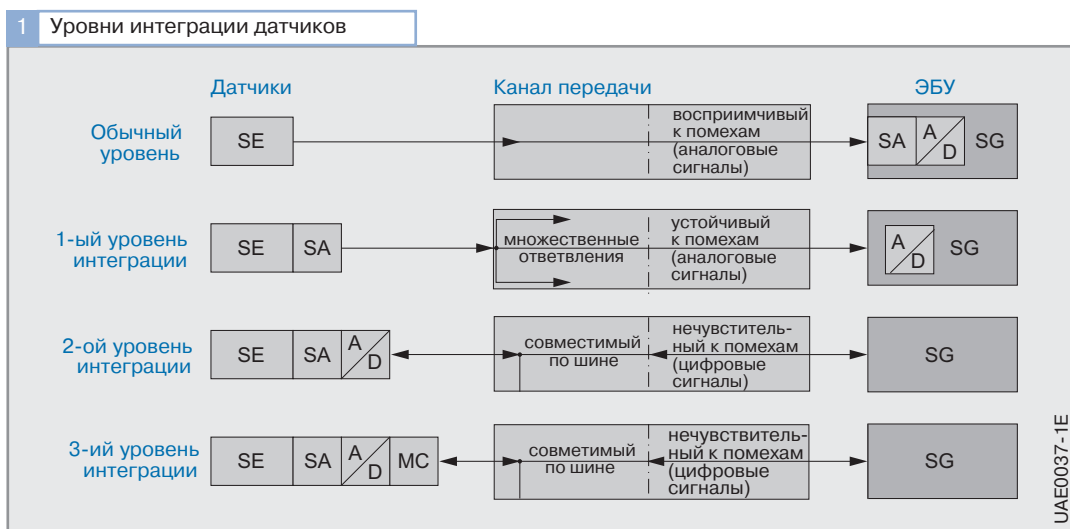


Рис. 1

SE датчики
SA обработка аналого-говых сигналов
A/D аналого-цифровой преобразователь
SG цифровой ЭБУ
MC микрокомпьютер (вычислительная электронная)

Это напряжение подается в ЭБУ через аналого-цифровой преобразователь и является мерой температуры, измеряемой датчиком. В ЭБУ двигателя хранится характеристика, с помощью которой определяется конкретная температура для каждого значения выходного напряжения или сопротивления (рис.2 на стр. 21).

Микромеханические датчики давления

Применение

Датчик давления во впускном коллекторе или датчик давления наддува

Этот датчик измеряет абсолютное давление во впускном коллекторе (обычно 250 кПа или 2,5 бар), в трубопроводе между турбокомпрессором и двигателем. Действительное измерение относится к разрежению, а не к давлению окружающей среды. Это позволяет осуществлять точное измерение массового расхода воздуха, так что регулирование турбокомпрессора может быть проведено в соответствии с потребностями двигателя.

Датчик атмосферного давления

Датчик атмосферного давления может быть установлен в ЭБУ или в другом месте в моторном отсеке. Сигнал этого датчика используется для высотной коррекции установочных значений параметров двигателя для контуров управления с обратной связью (например, в системе рециркуляции ОГ и для регулирования давления наддува). Это позволяет учитывать различия в атмосферном давлении, имеющие место на разных высотах. Датчик атмосферного давления измеряет абсолютное давление в диапазоне от 60 до 115 кПа (0,6 - 1,15 бар).

Датчики давления масла и топлива

Датчики давления масла устанавливаются в масляном фильтре и измеряют абсолютное давление. Эта информация используется для определения нагрузки двигателя, что требуется для изображения на дисплее. Диапазон измеряемого давления от 50 до 1000 кПа (0,5 - 10,0 бар). Высокое сопротивление чувствительного элемента датчика по отношению к измеряемой среде означает, что он может быть использован также для измерения давления топлива в ступени низкого давления топливной системы. Датчик устанавливается или в топливном фильтре, или на нем. Его сигнал используется для отслеживания степени загрязнения топлива. Диапазон измеряемого давления от 20 до 400 кПа (0,2 - 4,0 бар).

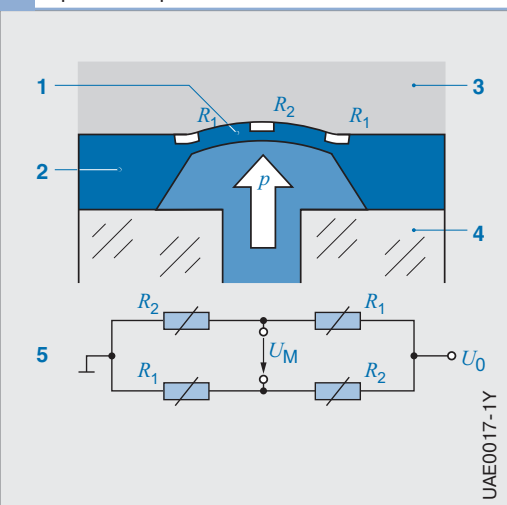
Рис. 1

- 1 диафрагма
- 2 кремниевый чип
- 3 опорное разрежение
- 4 стеклянное основание
- 5 мост Уитстона
- р измеряемое давление
- U_0 напряжение питания
- U_M измеряемое напряжение
- R_1 измеряющие резисторы (работают на сжатие)
- R_2 измеряющие резисторы (работают на растяжение)

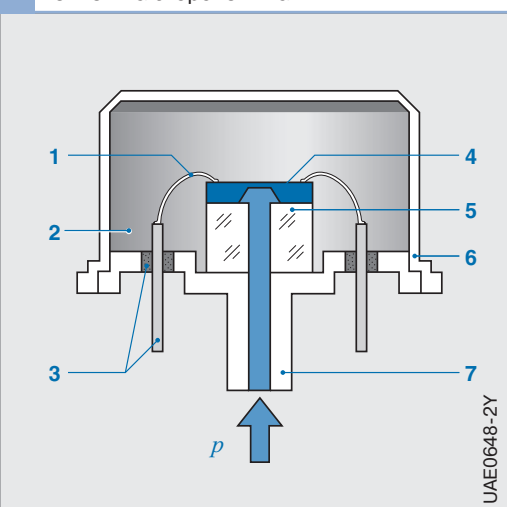
Рис. 2

- 1 провод
- 2 опорное разрежение
- 3 электрические выводы в стеклянной заделке
- 4 чувствительный элемент (чип) с электронной схемой
- 5 стеклянное основание
- 6 крышка
- 7 соединение для измеряемого давления (р)

1 Схема чувствительного элемента датчика абсолютного давления с действием опорного разрежения на стороне измеряющих резисторов электронной схемы



2 Устройство чувствительного элемента датчика давления с крышкой и опорным разрежением на стороне чипа



3 Чувствительный элемент датчика давления с крышкой и опорным разрежением на стороне элементов электронной схемы



3 Дифференциальные датчики на эффекте Холла

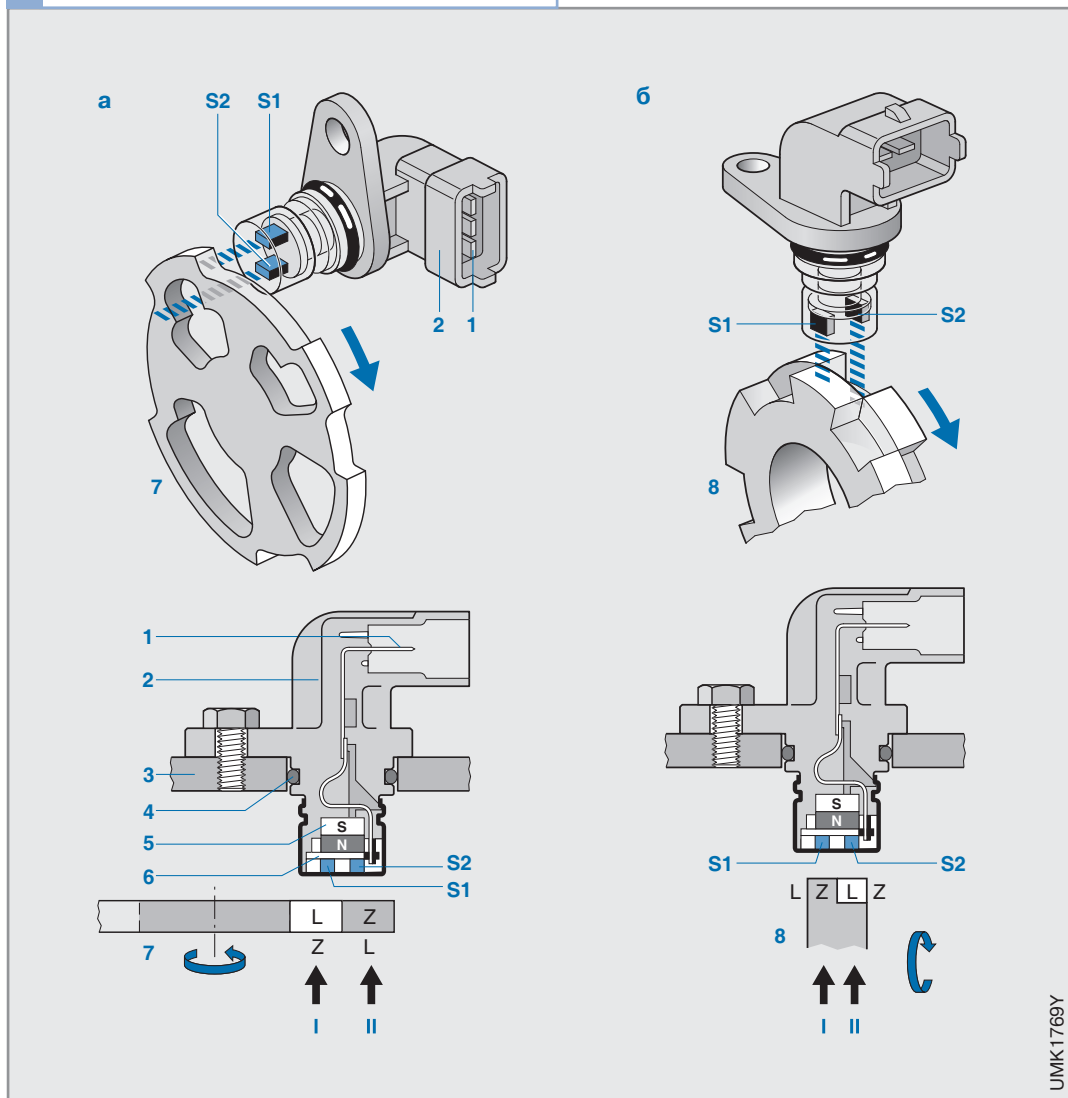


Рис. 3
 а осевой отвод (перфорированная пластина)
 б радиальный отвод (зубчатый диск с двумя дорожками)
 1 электрические выводы
 2 корпус датчика
 3 блок цилиндров двигателя
 4 уплотнительное кольцо
 5 постоянный магнит
 6 дифференциальный входной интегральный контур с элементами Холла (S1 и S2)
 7 перффрированная пластина
 8 зубчатый диск с двумя дорожками
 I дорожка 1
 II дорожка 2

UMK1769Y

4 Характеристика выходного сигнала U_A дифференциального датчика на эффекте Холла

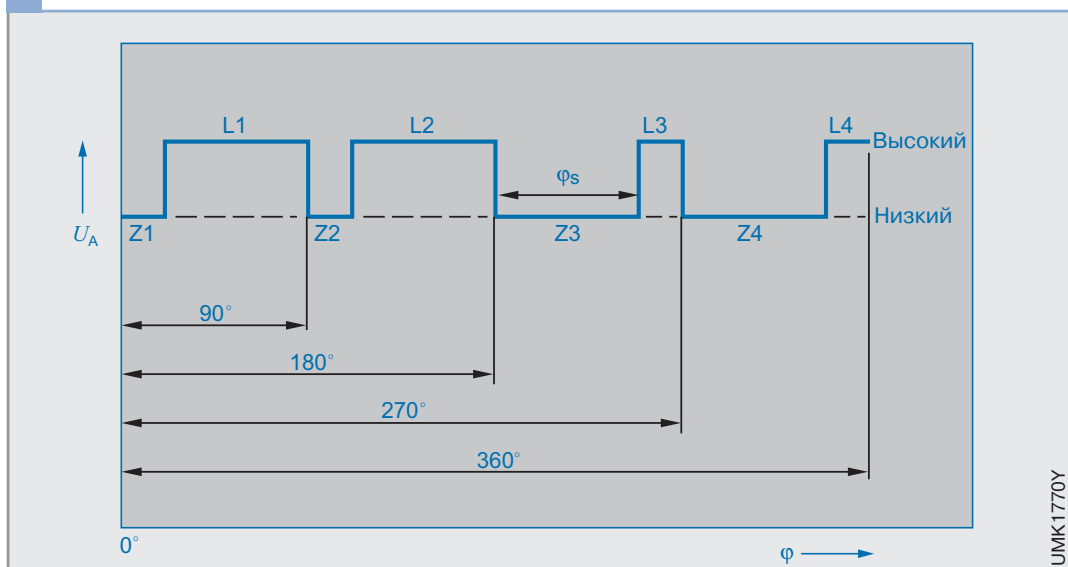


Рис. 4
 Выходной сигнал "Низкий": зубчатый сегмент (Z) напротив (S1) пропуск (L) напротив (S2)
 Выходной сигнал "Высокий": пропуск (L) напротив (S1) зубчатый сегмент (Z) напротив (S2)
 φ_s длительность импульса

UMK1770Y