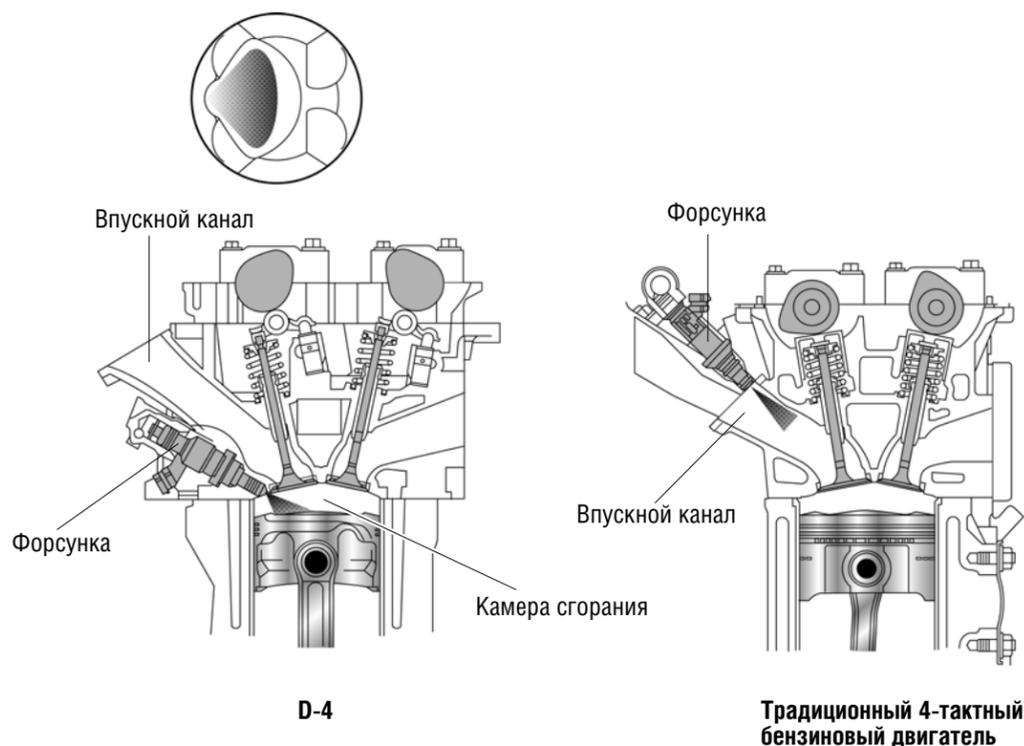


► **Краткая характеристика** ◀

Система D-4 (4-тактный двигатель с непосредственным впрыском)

- На двигателях с системой D-4 форсунка подает сжатое топливным насосом высокого давления топливо непосредственно в камеру сгорания. Такой способ смесеобразования позволяет увеличить степень сжатия. Повысить степень сжатия позволяет параметр, именуемый "удельная теплота парообразования топлива". Процесс поглощения тепла при испарении топлива охлаждает сжатую смесь. Менее нагретый топливо-воздушный заряд имеет меньшую склонность к детонации и к преждевременному воспламенению. Увеличение степени сжатия позволило поднять мощность двигателя.
  - В обычных системах впрыска топлива форсунка ставится в канале впускного коллектора и воздух с топливом поступает в цилиндр во время такта впуска.
  - В системе впрыска D-4 форсунка со щелевым распылителем подает под высоким давлением строго дозированное количество топлива, которое распыляется в виде мелкодисперсного тумана, что позволяет поднять к.п.д. рабочего процесса.
- \* Необходимость подвода тепла для испарения топлива приводит к снижению температуры в камере сгорания. В качестве примера можно привести ощущение холода на коже, если ее смочить спиртом или охлаждение при превращении в газ жидкого хладагента.

**ДВИГАТЕЛЬ**



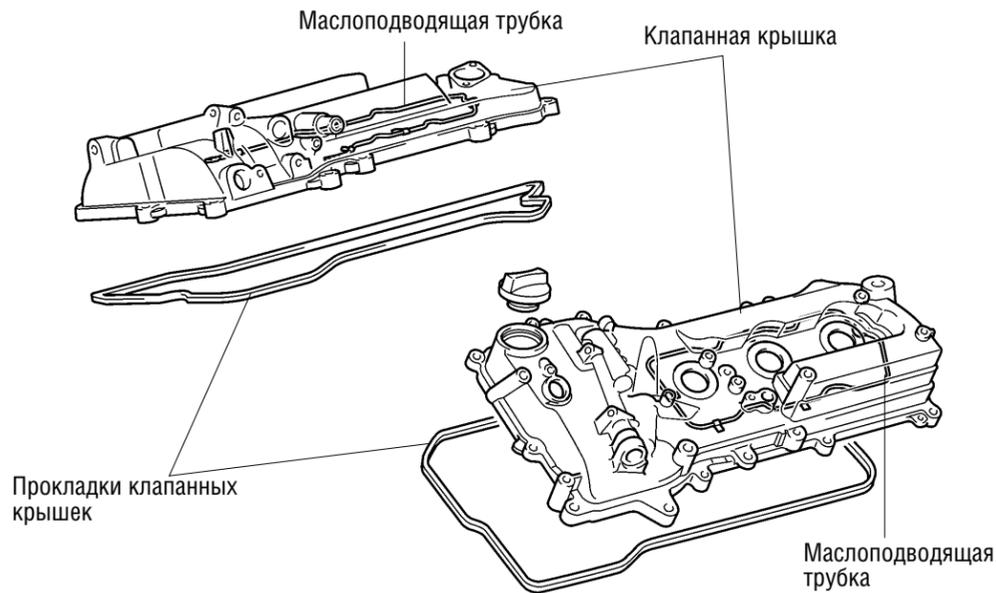
0140EG74C

- Подача топлива в определенных условиях нагрузки и скоростного режима время позволяет получить однородную топливовоздушную смесь.
- На непрогретом двигателе подача топлива производится в конце хода сжатия. Затягивание процесса сгорания за счет обеднения рабочей смеси позволяет поднять температуру отработавших газов и сократить время прогрева двигателя и нейтрализатора. Сокращение времени прогрева нейтрализатора позволяет ему раньше приступить к очистке отработавших газов.

## ■ КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ

### 1. Клапанная крышка

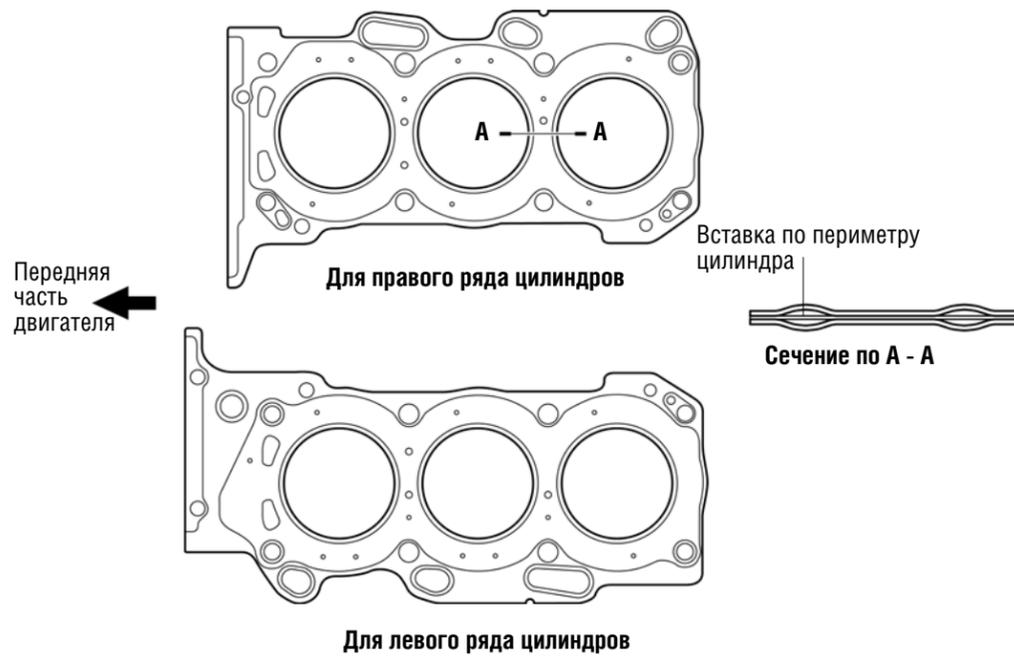
- Применяются легкие и прочные клапанные крышки, выполненные из алюминиевого сплава.
- Внутри клапанной крышки расположена маслоподводящая трубка. Трубка предназначена для подвода масла и улучшения смазки трущихся поверхностей коромысел, что повышает их надежность.



0140EG05Z

### 2. Прокладка головки блока цилиндров

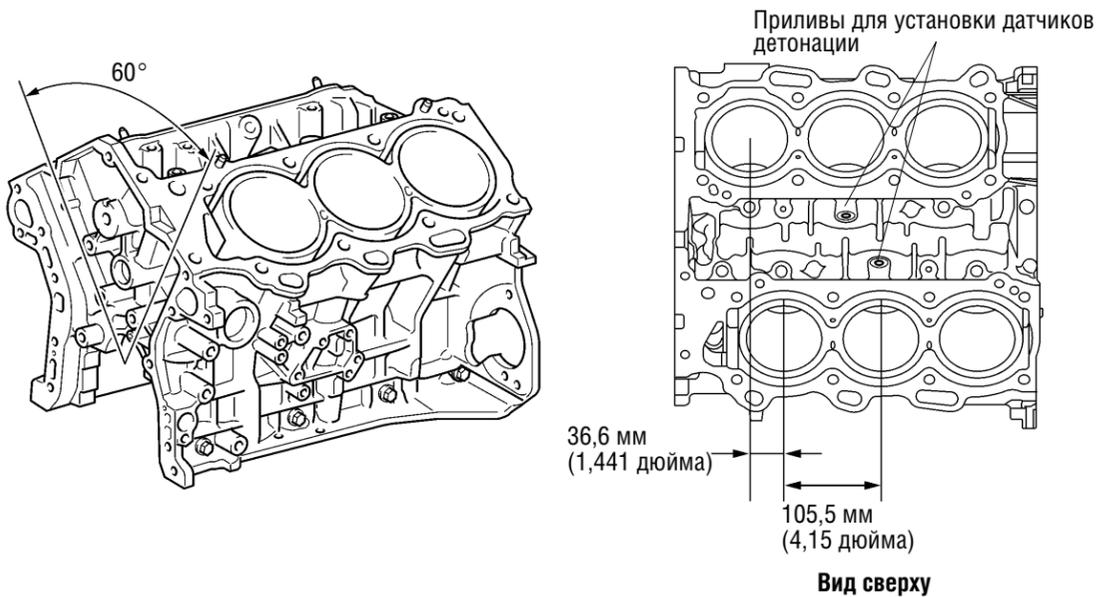
Прокладка головки блока цилиндров стальная, многослойная. Для обеспечения надежности газового стыка по периметру цилиндра в прокладке расположена вставка.



0140EG06C

#### 4. Блок цилиндров

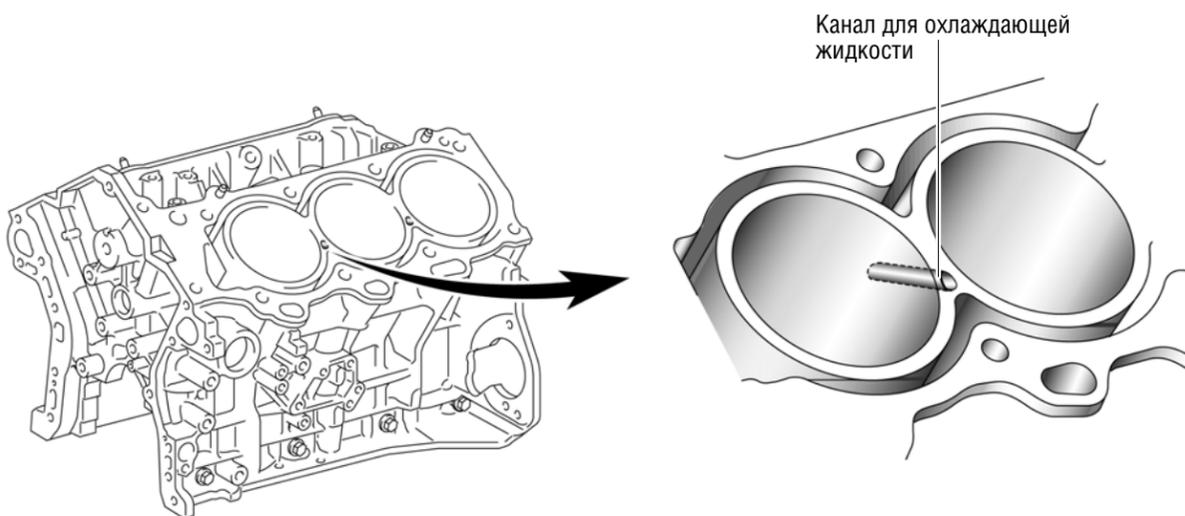
- Блок цилиндров выполнен из алюминиевого сплава и имеет небольшую массу.
- Угол развала блока составляет 60 градусов, ряды цилиндров смещены на 36,6 мм (1,441 дюйм) друг относительно друга. Благодаря тому, что расстояние между осями цилиндров составляет 105,5 мм (4,15 дюймов) блок цилиндров имеет небольшие для своего рабочего объема длину и ширину.
- Приливы для установки двух датчиков детонации размещены на внутренней стороне левого и правого рядов цилиндров.



0140EG09Z

0140EG10Z

- Между цилиндрами расположены каналы рубашки системы охлаждения. Благодаря тому, что охлаждающая жидкость протекает между цилиндрами, обеспечивается равномерное охлаждение стенок цилиндров.



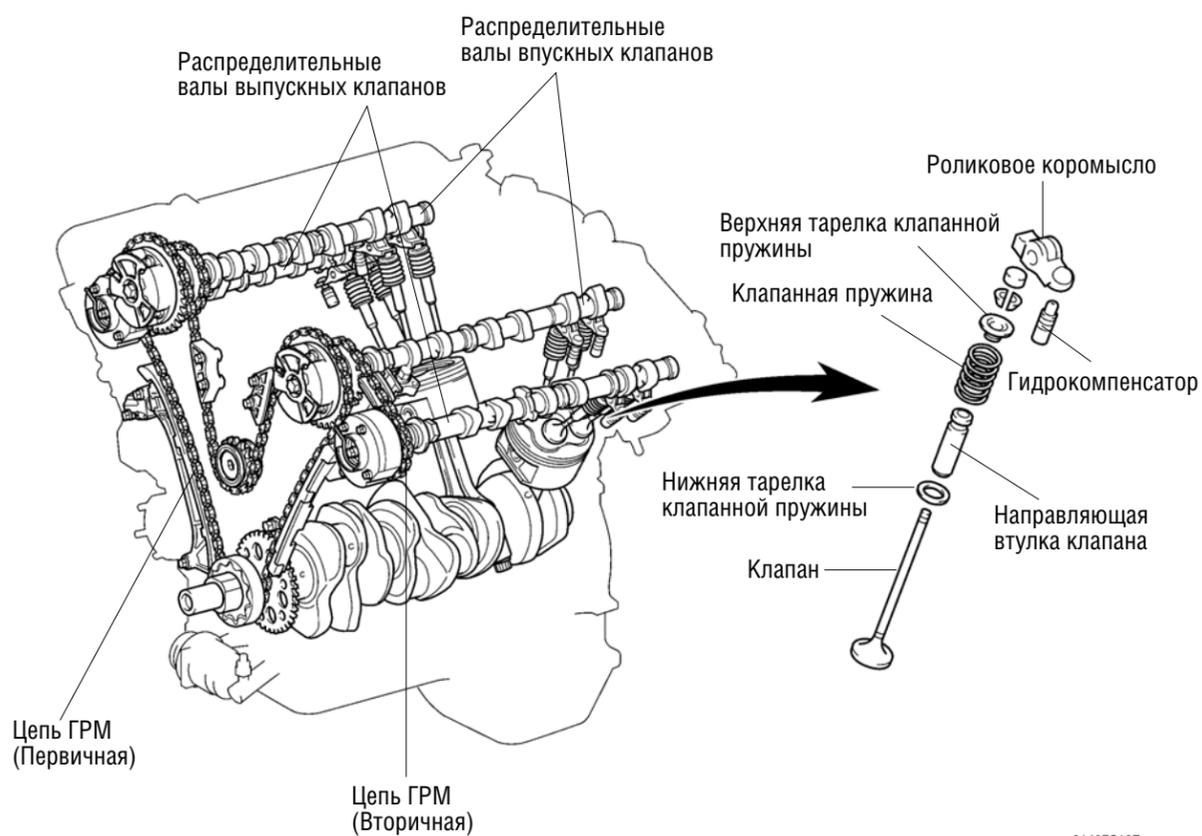
0140EG11Z

## ■ КЛАПАННЫЙ МЕХАНИЗМ

### 1. Общие сведения

- На каждый цилиндр приходится по 2 впускных и по 2 выпускных клапана. За счет большей площади отверстий улучшены наполнение и очистка цилиндров.
- Клапаны приводятся роликовыми коромыслами с игольчатыми подшипниками. Это снижает трение на кулачках распредвала и способствует повышению топливной экономичности.
- В приводе клапанов используются гидравлические компенсаторы, которые, под действием давления масла полностью выбирают зазор в приводе клапана.
- Привод распределительных валов впускных клапанов осуществляется от коленчатого вала через первичную цепь привода клапанного механизма. Привод распределительных валов выпускных клапанов осуществляется от впускного распределительного вала соответствующего ряда цилиндров через вторичную цепь привода клапанного механизма.
- Для оптимального регулирования фаз впуска и выпуска используется сдвоенная система интеллектуального регулирования фаз газораспределения (VVT-i). Использование описанной выше системы способствует повышению экономичности, мощности двигателя и снижению выброса токсичных веществ. Подробное описание сдвоенной системы VVT-i находится на стр. EG-65.

ДВИГАТЕЛЬ

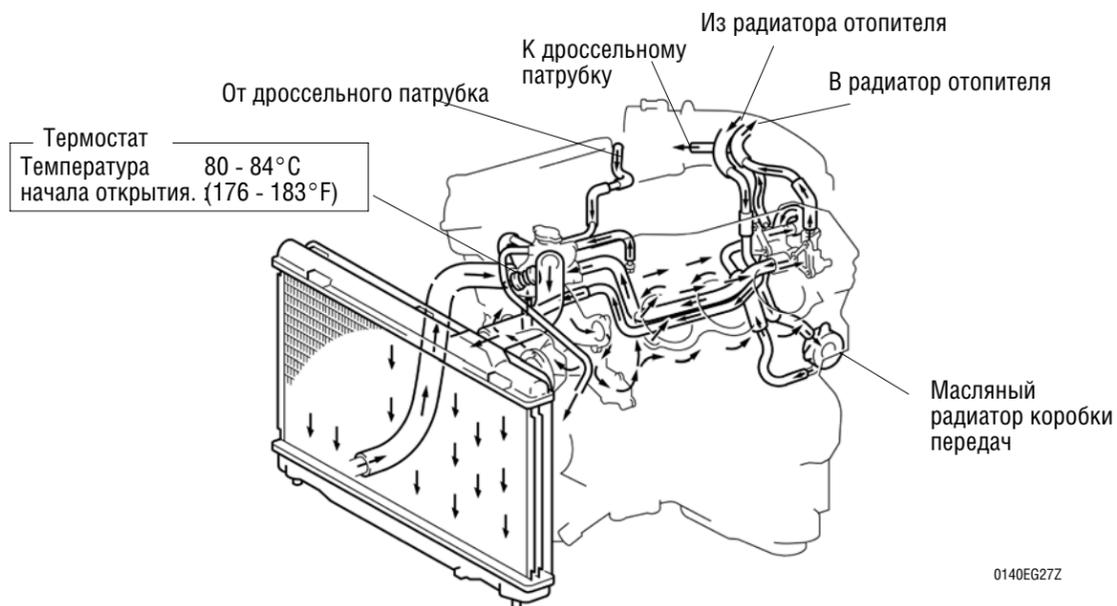


0140EG19Z

■ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

1. Общие сведения

- Система охлаждения закрытого типа, с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости. Расширительный бачок имеет свободное сообщение с атмосферой.
- Для регулирования температуры в системе охлаждения во впускном патрубке охлаждающей жидкости установлен термостат с перепускным клапаном.
- Оптимальный режим работы вентилятора системы охлаждения выбирает и включает блок управления двигателем. Подробности содержатся на стр. EG-76.
- Применяется охлаждающая жидкость TOYOTA Genuine SLLC (сверхдлительного срока службы).



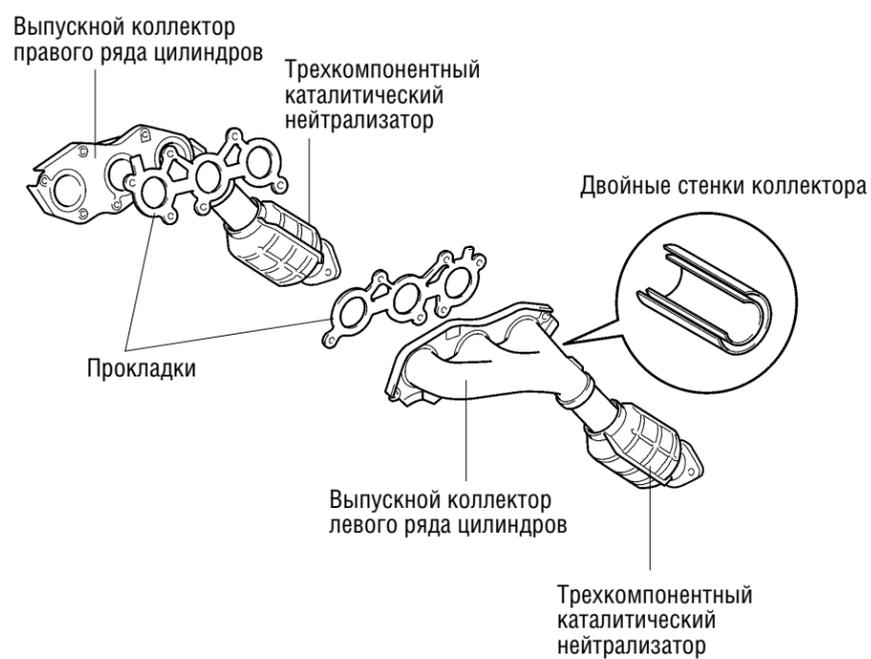
ДВИГАТЕЛЬ

► Схема циркуляции охлаждающей жидкости ◀



## 6. Выпускной коллектор

- Для ускоренного прогрева нейтрализатора и снижения массы выпускной коллектор выполнен из нержавеющей стали.
- Используется керамический трехкомпонентный каталитический нейтрализатор (TWC) со сверхтонкими стенками и с высокой плотностью ячеек. Одинаковые нейтрализаторы используются для правого и левого рядов цилиндров.
- Оптимальная плотность ячеек и толщина их стенок повышает эффективность нейтрализаторов.
- Стенки выпускного коллектора двухслойные. Двойные стенки уменьшают теплоотдачу и способствуют ускорению прогрева нейтрализаторов после запуска двигателя, уменьшая выброс токсичных веществ в этот период.



0140EG34Z

### Назначение компонентов

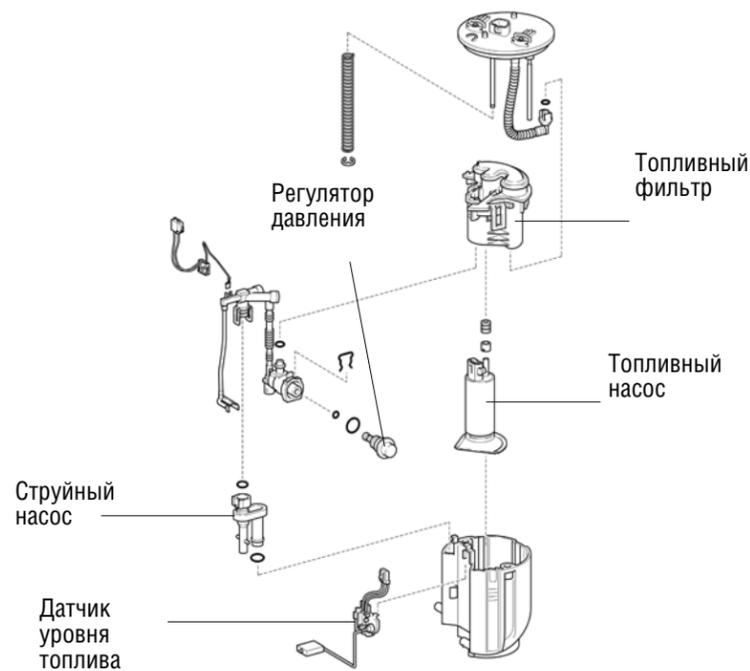
Система непосредственного впрыска состоит из определенных компонентов, выполняющих перечисленные ниже задачи.

Компонент	Назначение
Электробензонасос (низкого давления)	Подает топливо из топливного бака к насосу высокого давления.
Топливный насос (высокого давления)	Поднимает давление топлива от 4 до 13 МПа и подает его в топливную рампу.
Топливные рампы	Питают форсунки топливом, находящимся под высоким давлением.
Датчик давления топлива	Датчик измеряет давление топлива и направляет данные в блок управления двигателем.
Редукционный клапан	Если давление в топливной рампе превышает допустимое, то клапан сбрасывает излишек топлива в топливный бак.
Форсунка	Служит для подачи определенного блоком управления двигателем объема топлива непосредственно в камеру сгорания.
Электронный драйвер форсунок (EDU)	Драйвер (силовой транзистор), с высокой скоростью, управляет форсунками и перепускным клапаном.
Блок управления двигателем	Блок управления двигателем вычисляет оптимальный момент подачи топлива, его количество и ведет управление форсунками и топливным насосом высокого давления, основываясь на статусе автомобиля и сигналах различных датчиков.

### Устройство и работа

#### 1) Электробензонасос (низкого давления)

- Насос низкого давления имеет встроенный фильтр и датчик уровня топлива.
- Насос низкого давления расположен в топливном баке. Топливный насос низкого давления направляет топливо из топливного бака к насосу высокого давления.



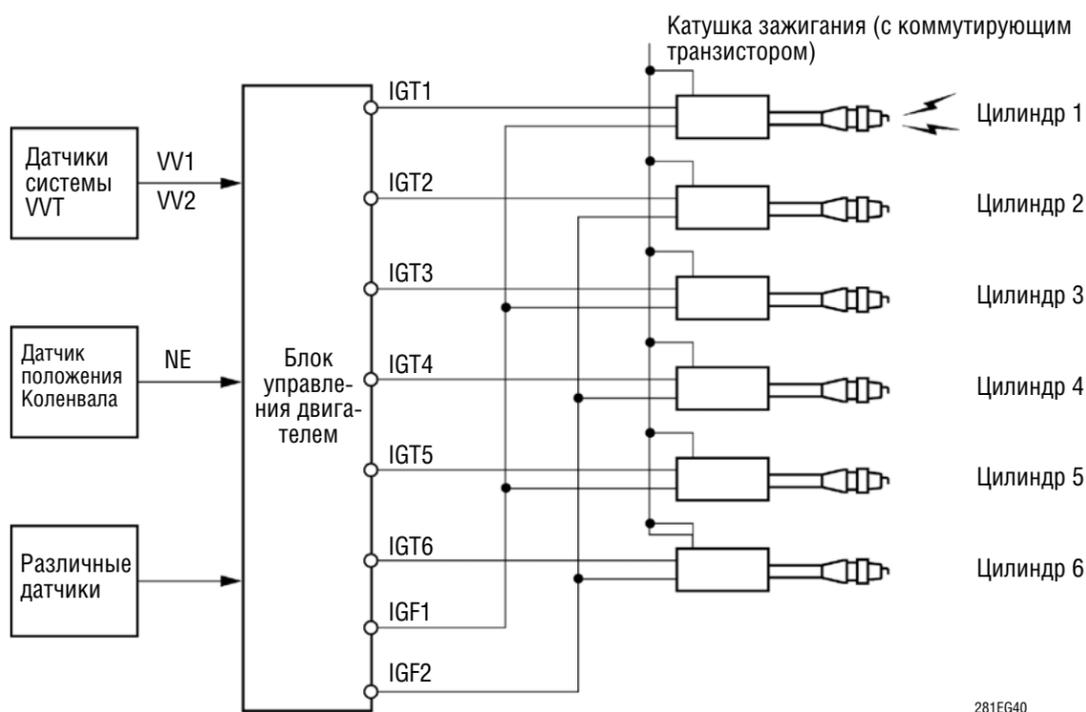
0140EG106C

## ■ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

### 1. Общие сведения

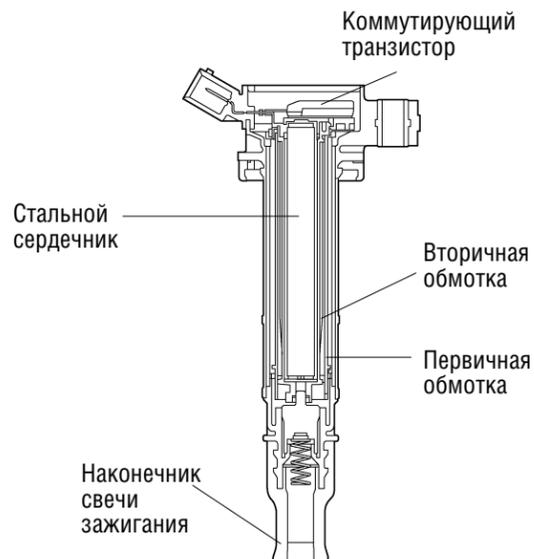
Применяется система зажигания с отдельными катушками (DIS). Система DIS позволяет повысить точность регулирования момента зажигания, уменьшить утечку тока высокого напряжения и, благодаря отсутствию распределителя, повышает надежность системы зажигания в целом.

DIS является системой зажигания с независимым искрообразованием, то есть для каждого из цилиндров предусмотрена своя катушка зажигания.



### 2. Катушка зажигания

В системе DIS предусмотрено 6 катушек зажигания, по одной на каждый цилиндр. Наконечники свечей зажигания, обеспечивающие контакт со свечами зажигания, объединены с катушками зажигания. Кроме того, для упрощения конструкции системы, в катушки зажигания встроены коммутирующие транзисторы.



Катушка зажигания в разрезе

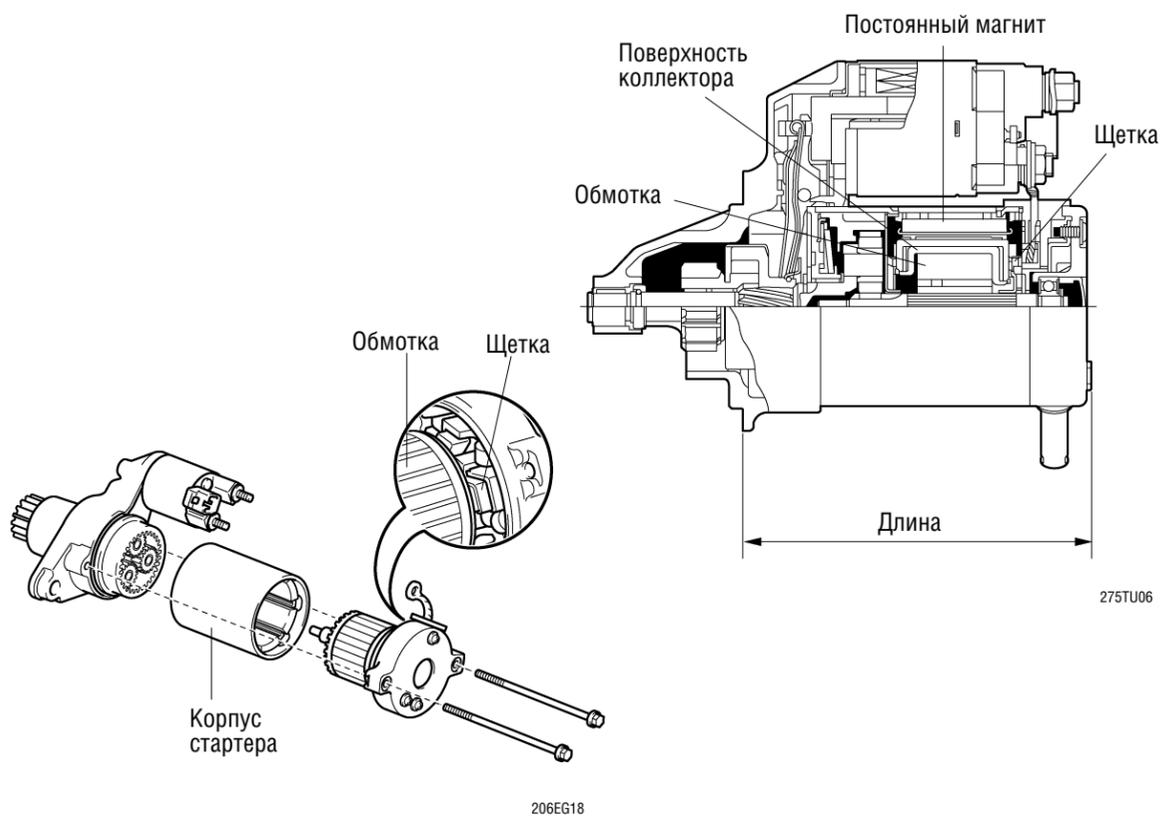
238EG69

■ СИСТЕМА ПУСКА

1. Общие сведения

- На всех моделях применяется компактный и легкий генератор с планетарным редуктором и сегментной обмоткой (PS).
- В обмотке стартера PS используются проводники квадратного сечения. Торцевая часть обмотки стартера служит в качестве коллектора, что способствует повышению крутящего момента и уменьшению габаритной длины.
- Вместо традиционной обмотки возбуждения в стартере PS используется набор постоянных магнитов: основные магниты и межполюсные магниты. Основные и межполюсные магниты расположены так, что магнитный поток вырос, а длина корпуса стартера уменьшилась.

ДВИГАТЕЛЬ

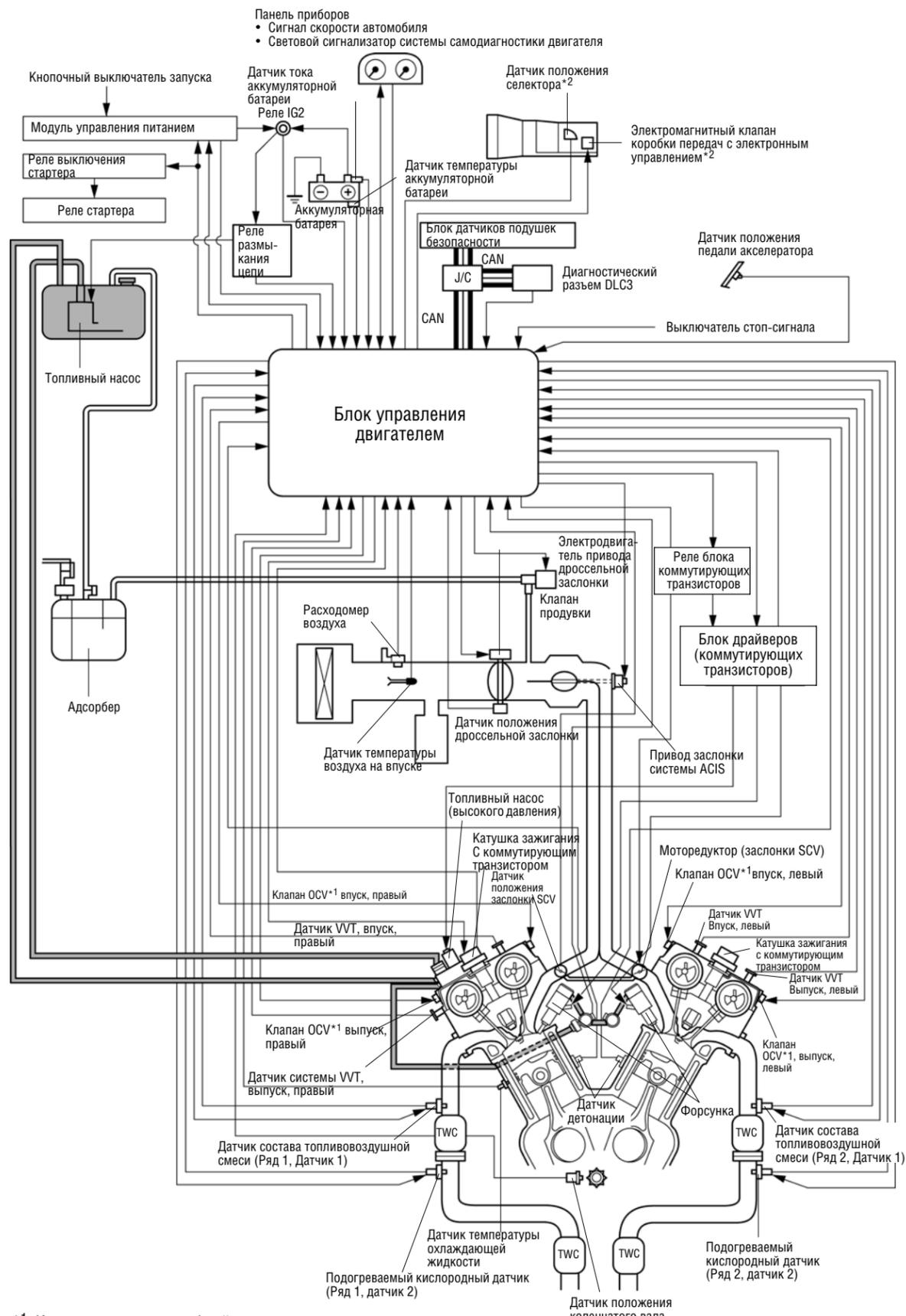


► Технические данные ◀

Параметр	Стартер семейства PS
Длина	126,4 мм (4,98 дюйма)
Масса	2800 грамм (6,2 фунта)
Номинальное напряжения	12 В
Номинальная мощность	1,7 кВт
Направление вращения	По часовой стрелке*

\*: Вид со стороны шестерни

3. Схема системы управления двигателем



ДВИГАТЕЛЬ

\*1: Клапан управления муфтой распредвала  
 \*2: Только для моделей с автоматической коробкой передач

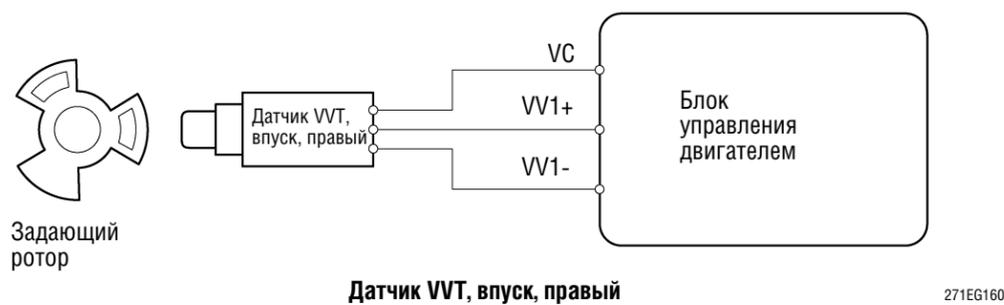
**2) Магниторезистивный датчик (MRE) системы VVT**

- Данный датчик состоит из магнита и магниторезистивного чувствительного элемента. Направление магнитного поля меняется при смене выступа на впадину на проходящем мимо датчика диске. В результате меняется сопротивление чувствительного элемента и выходное напряжение датчика, направляемое на блок управления двигателем, меняется на высокое или на низкое. На основании полученного сигнала блок управления двигателем определяет положение распредвала.
- Ниже описано различие между сигналами магниторезистивного датчика и индуктивного датчика, используемого в обычных системах.

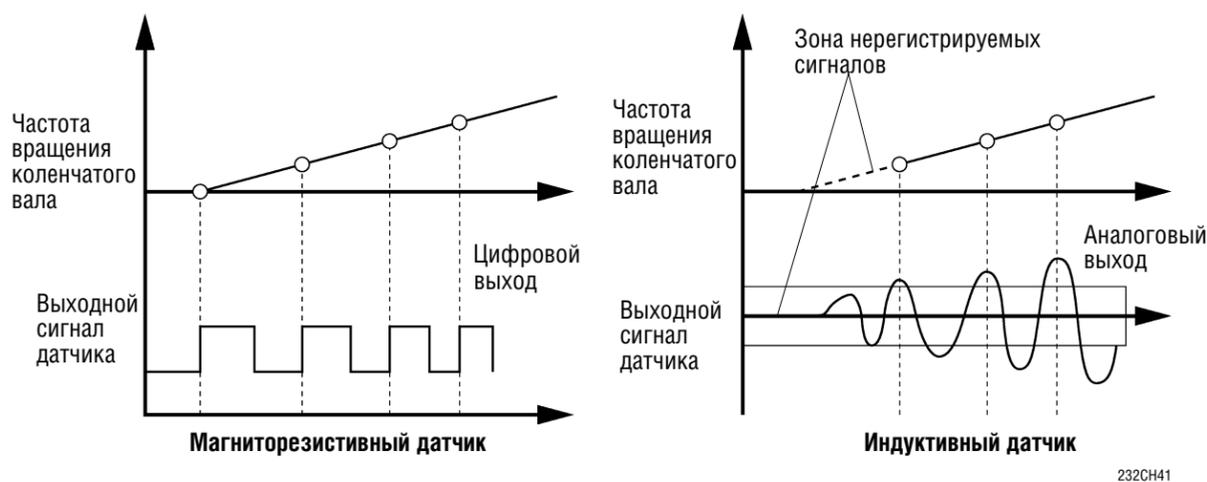
Предмет	Тип датчика	
	MRE	Индуктивный
Выходной сигнал	Дискретный сигнал постоянной силы начинает формироваться на самых низких оборотах.	Форма аналогового сигнала меняется со скоростью вращения коленчатого вала.
Определение положения распредвала	Положение распредвала определяется на основании сравнения сигнала от датчика положения коленчатого вала (NE) с фазой сигнала низкого или высокого уровня от датчика положения распредвала. Другим способом определения положения распредвала является подсчет количества сигналов от датчика положения коленчатого вала за время получения сигналов высокого/ низкого уровня от датчика положения распредвала.	Определение положения распредвала выполняется сравнением сигналов датчика положения коленчатого вала с осциллограммой датчика положения распредвала в момент прохождения выступа задающего диска датчика положения распредвала.

**ДВИГАТЕЛЬ**

**► Электрическая схема ◀**



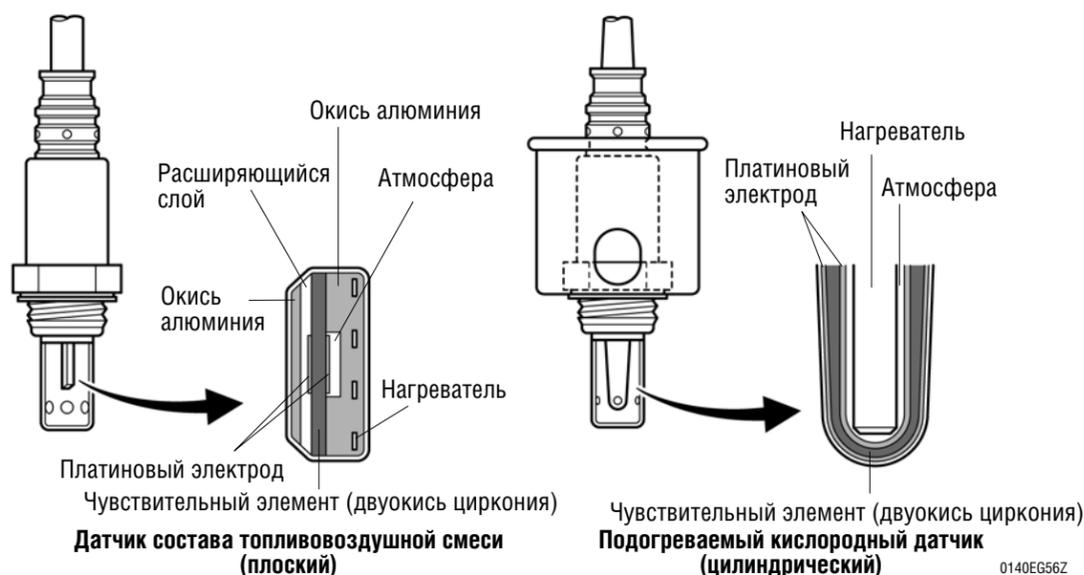
**► Сравнение осциллограммы сигналов магниторезистивного и индуктивного датчиков ◀**



### Кислородный датчик и датчик состава топливоздушной смеси

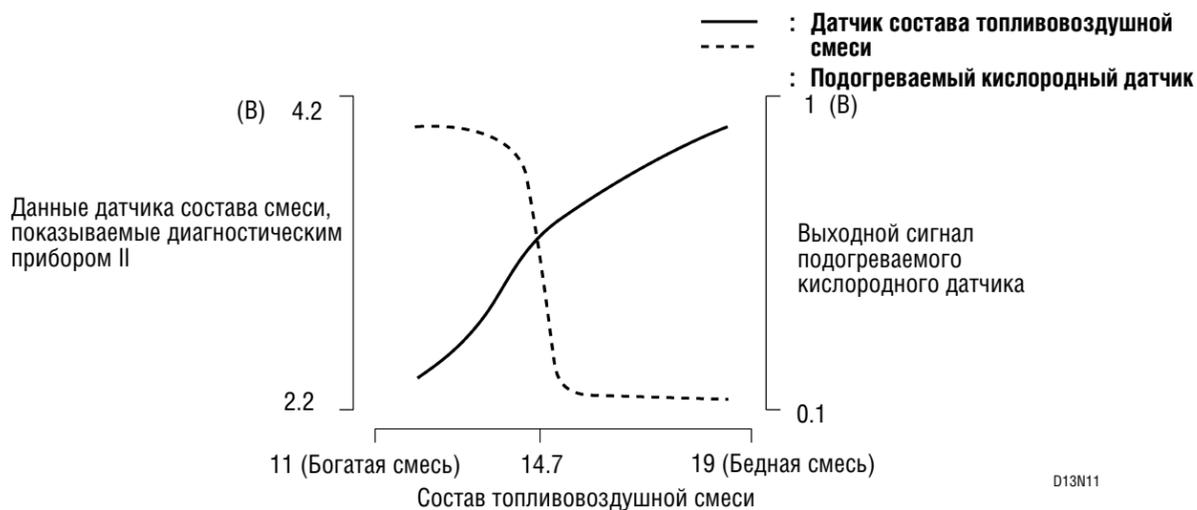
#### 1) Общие сведения

- На двигателе применяется плоский датчик топливоздушной смеси и цилиндрический кислородный датчик
- Конструкция обоих датчиков в основном одинакова. Однако, они подразделяются по своей внешней конфигурации из-за различия используемых нагревателей.
- В плоском датчике используется окись алюминия, обладающая хорошими теплопроводными и диэлектрическими свойствами для размещения нагревательного элемента (сокращается период прогрева датчика).
- В цилиндрическом датчике чувствительный элемент расположен вокруг нагревательного элемента.



#### 2) Характеристики датчиков

Как показано на рисунке, характеристика обычного кислородного датчика имеет участок крутого изменения выходного напряжения в точке стехиометрического состава смеси (14,7:1). Напротив, характеристика датчика состава смеси приблизительно пропорциональна соотношению воздуха и топлива. Датчик состава смеси преобразует количество кислорода в ток и направляет сигнал на блок управления двигателем. Такая характеристика значительно повышает точность определения состава смеси. Параметры датчика состава смеси можно прочитать диагностическим прибором модели II.

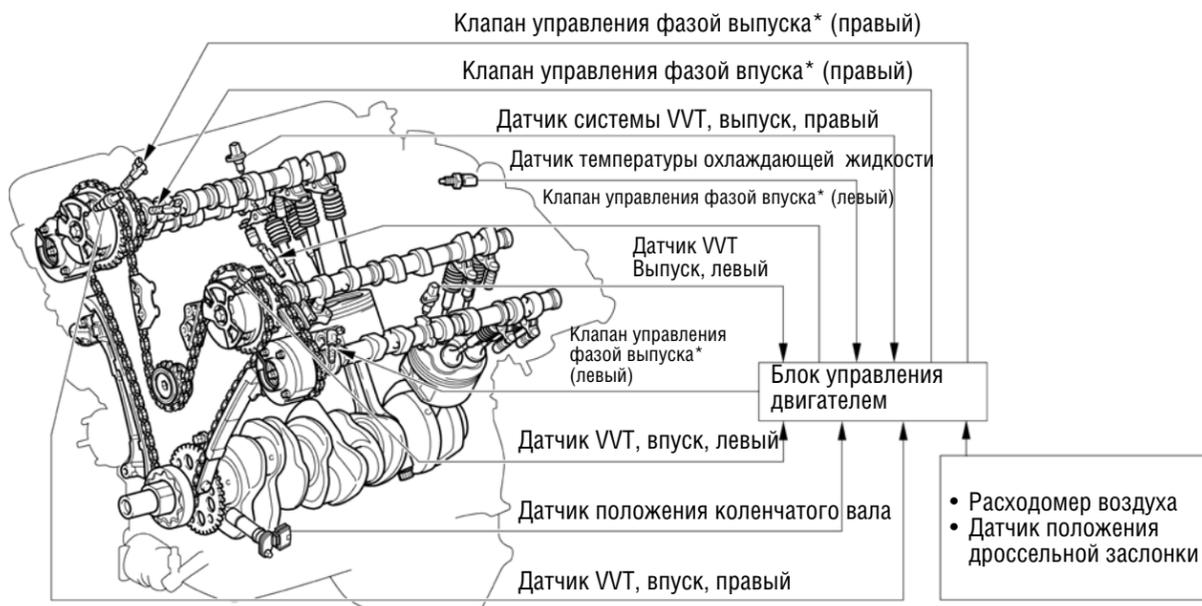


\*: Расчетное значение, используемое внутри блока управления двигателем и не преобразуемое в напряжение на контактах блока.

**9. Электронная система регулирования фаз газораспределения VVT-i**

**Общие сведения**

- Система VVT-i предназначена для регулирования угла поворота распределительного вала впускных клапанов в диапазоне 40-35 градусов (по углу поворота коленчатого вала) и обеспечивает фазы газораспределения, оптимально соответствующие режиму работы двигателя. Система позволяет увеличить крутящий момент на всех скоростных режимах работы двигателя, а также помогает сократить расход топлива и уменьшить содержание вредных веществ в отработавших газах.

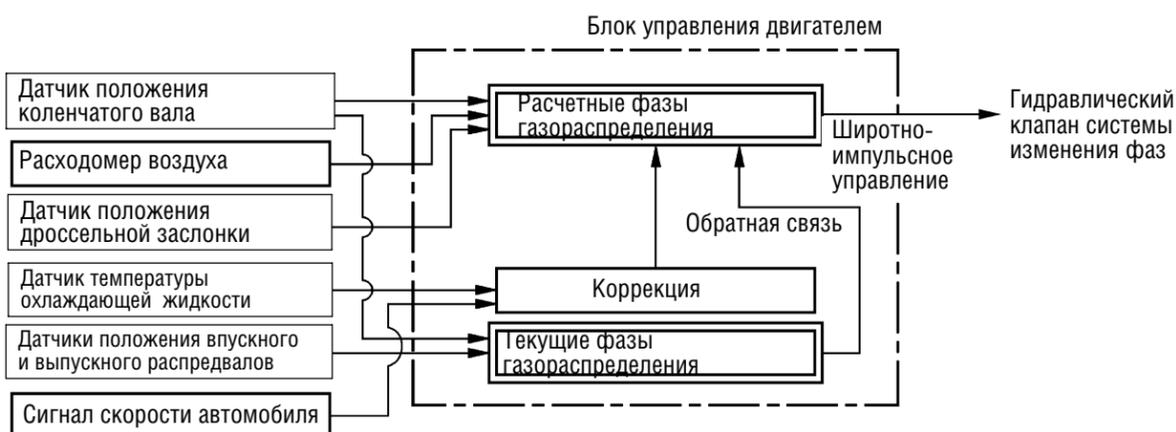


**ДВИГАТЕЛЬ**

\*: Клапан управления муфтой распредвала

0140EG105C

- Блок управления двигателем рассчитывает оптимальные фазы газораспределения для всех режимов на основании частоты вращения коленчатого вала, объемного расхода воздуха, положения дроссельной заслонки и температуры охлаждающей жидкости. По расчетным данным блок управления регулирует работу клапанов муфт изменения фаз газораспределения. Кроме того, блок управления двигателем использует информацию от датчиков положения распределительных и коленчатого валов для определения текущих фаз газораспределения, обеспечивая тем самым установку требуемых фаз газораспределения с использованием обратной связи.



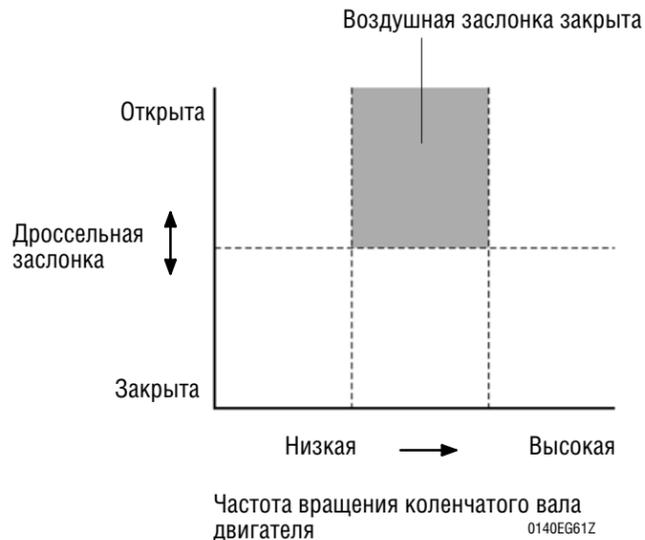
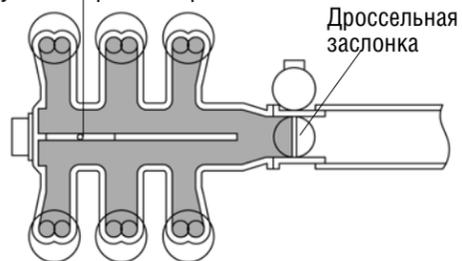
221EG16

## Работа

### 1) Воздушная заслонка закрыта

Во время работы двигателя на средних оборотах и с большой нагрузкой блок управления двигателем отдает команду на закрытие воздушной заслонки. В результате увеличивается эффективная длина впускного тракта и, благодаря эффекту инерционного наддува на средних оборотах, увеличивается наполнение цилиндров двигателя. Благодаря этому увеличивается мощность двигателя.

Воздушная заслонка перенастройки впускного тракта закрыта



### 2) Воздушная заслонка открыта

Во время работы двигателя на любом режиме, кроме средних оборотов и с большой нагрузкой, блок управления двигателем отдает команду на открытие воздушной заслонки. Если воздушная заслонка открыта, эффективная длина впускного трубопровода уменьшается, максимум наполнения смещается в сторону высоких оборотов, позволяя реализовать более высокую мощность на более высоких оборотах.

Воздушная заслонка перенастройки впускного тракта открыта

