

Audi Двигатель 2,0 TFSI flexible fuel

Выпуском нового двигателя 2,0 TFSI flexible fuel Audi вносит дальнейший вклад в дело сохранения окружающей среды. Начиная с осени 2009 года автомобиль Audi A4 будет предлагаться в Европе с этим многотопливным двигателем, способным работать на топливе с любой концентрацией этанола. Сегодня биоэтанол получают путём алкогольной ферментации из таких сельскохозяйственных культур, как пшеница, кукуруза и сахарный тростник. Поскольку большая часть такого топлива производится из возобновляемых ресурсов, общий баланс CO₂ по автомобилю оказывается до 75 % лучше, чем при использовании обычного топлива, получаемого из нефти.

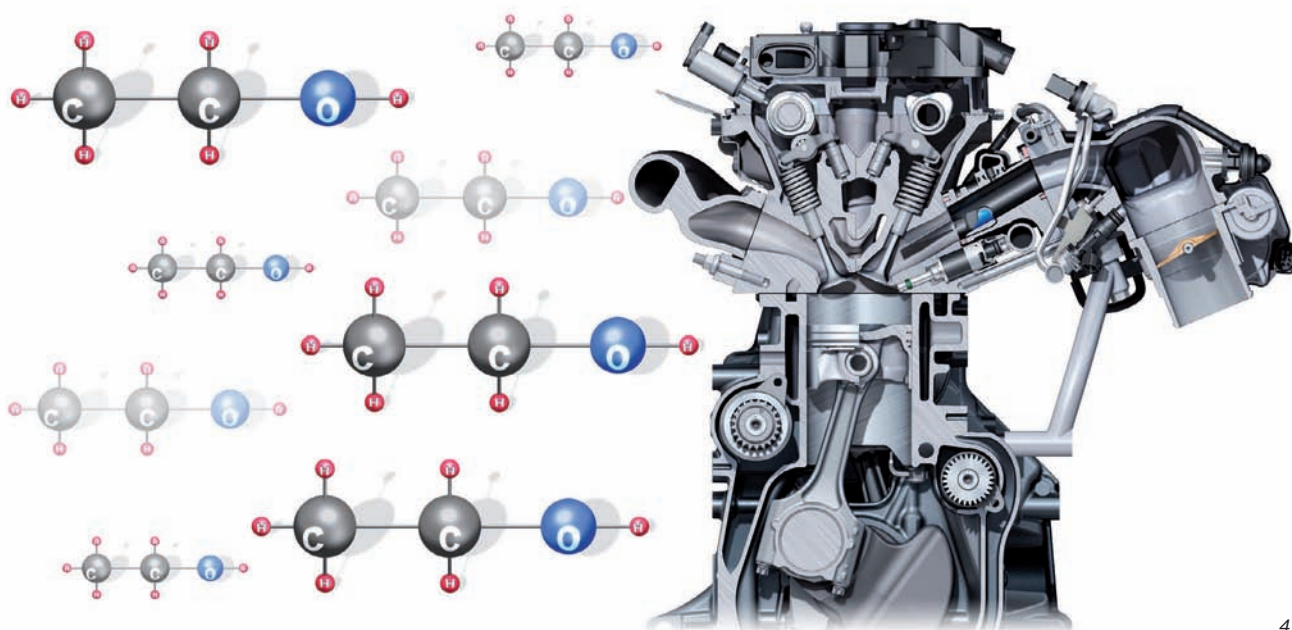
Преимуществом концепции Audi является то, что двигатель может работать на бензиновой смеси с любой концентрацией биоэтанола (вплоть до максимальной 85 %), без каких-либо заметных изменений в мощности или динамических качествах.

Цели, преследуемые государственной политикой в области биоэтанола на международном уровне:

- ▶ Резкое и существенное снижение выбросов парниковых газов.
- ▶ Уменьшение зависимости от импорта ископаемых энергоносителей.
- ▶ В области сельскохозяйственной политики биоэтанол должен создавать альтернативные возможности развития и получения дохода для предприятий аграрного сектора.
- ▶ В области торговой политики расширение производства биотоплив даёт возможность уменьшить перепроизводство сельскохозяйственных продуктов и снизить уровень сельскохозяйственных субсидий.

Задачи, ставившиеся при разработке «многотопливного» двигателя 2,0 TFSI flexible fuel:

- ▶ Использование в качестве основы уже имеющегося агрегата; двигатель 2,0 TFSI flexible fuel, рассчитанный для работы на этаноле, базируется на уже выпускающемся двигателе 2,0 TFSI с системой AVS* и Старт-стоп.
- ▶ Покупатель автомобиля с самого начала не должен ощущать никаких негативных моментов, касающихся удобства пользования автомобилем и получения удовольствия от управления им.
- ▶ Двигатель должен при самых низких температурах воздуха надёжно заводится на этаноле без предварительного прогрева, как это имеет место на большинстве выпускающихся сегодня автомобилей.
- ▶ При работе двигателя должны полностью использоваться положительные качества биоэтанола, обеспечивая оптимальную эффективность в каждый момент работы двигателя.



439_002

Цель данной программы самообучения:

Эта программа самообучения знакомит читателя с устройством многотопливного двигателя 2,0 TFSI flexible fuel и его отличиями от базовой модели, 2,0 TFSI. После проработки этой программы самообучения читатель будет в состоянии ответить на следующие вопросы:

- ▶ Что подразумевается по термину «биоэтанол»?
- ▶ Какие изменения отличают двигатель 2,0 TFSI flexible fuel от базового варианта?
- ▶ Какие изменения были внесены в систему питания?
- ▶ Какие есть особенности в системе управления двигателем?
- ▶ Что нужно учитывать при техническом обслуживании двигателя?

Введение

Краткое техническое описание	4
Технические характеристики	5

Биоэтанол

Общая информация	6
Применимость биоэтанола	7
Характеристики топлив в сравнении	7
Почему E85, а не чистый спирт?	7
Производство	9

Изменения по сравнению с базовым двигателем

Цели создания:	10
Рабочая поверхность цилиндров	11
ГБЦ	11
Кривошипно-шатунный механизм	12
Шатуны	12

Система питания

Введение	13
Датчик качества топлива G446	16

Система управления двигателем

Общая схема системы управления двигателя Bosch MED 17.1	20
Холодный пуск	22
Холодный пуск на этаноле	23
Попадание топлива в масло и испарение топлива из масла	26

Сервисное обслуживание

Обслуживание автомобиля	28
Привод ГРМ и навесных агрегатов	28

Приложение

Словарь специальных терминов	29
------------------------------	----

Контрольные вопросы

Подведение итогов	31
Программы самообучения	31

► Программа самообучения содержит базовую информацию по устройству новых моделей автомобилей, конструкции и принципах работы новых систем и компонентов.

Она не является руководством по ремонту! Указанные значения служат только для облегчения понимания и действительны на момент составления программы самообучения и выпуска соответствующего ПО.

Для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо использовать актуальную техническую литературу.

Термины, выделенные курсивом и отмеченные звёздочкой, объясняются в словаре специальных терминов, приведённом в конце программы самообучения.



Примечание



Указание

Введение

Краткое техническое описание

- ▶ 4-цилиндровый двигатель с принудительным зажиганием, с 4 клапанами на цилиндр и турбонаддувом
- ▶ Блок двигателя: блок цилиндров литой, из серого чугуна; балансирные валы в блоке цилиндров; стальной коленвал; масляный насос управляемой производительности, в масляном поддоне, привод цепью от коленвала; цепной привод ГРМ с передней стороны двигателя; цепной привод балансирных валов с передней стороны двигателя.
- ▶ ГБЦ: 4 клапана на цилиндр, регулятор фаз газораспределения со стороны впуска и система AVS* со стороны выпуска.
- ▶ Впускной коллектор с заслонками впускных каналов.
- ▶ Система питания: регулируемая производительность в контурах низкого и высокого давления, многодюзовые форсунки высокого давления; дополнительная пусковая форсунка для холодного пуска двигателя при работе на этаноле
- ▶ Система управления: блок управления двигателя MED 17.1
- ▶ Горячеплёночный расходомер воздуха (цифровой) со встроенным датчиком температуры; воздушная заслонка с бесконтактным датчиком.
- ▶ Зажигание с программным управлением и цифровой системой регулирования по детонации отдельно по цилиндрам; индивидуальные катушки зажигания.
- ▶ Систем наддува: встроенный турбонагнетатель, интеркулер, регулирование давления наддува, электрический перепускной клапан.
- ▶ Система выпуска ОГ: однопоточная система выпуска ОГ с расположенными вблизи двигателя предварительным катализатором.
- ▶ Сгорание: непосредственный впрыск топлива (гомогенная смесь), впрыск во впускной коллектор при холодном пуске.



439_003



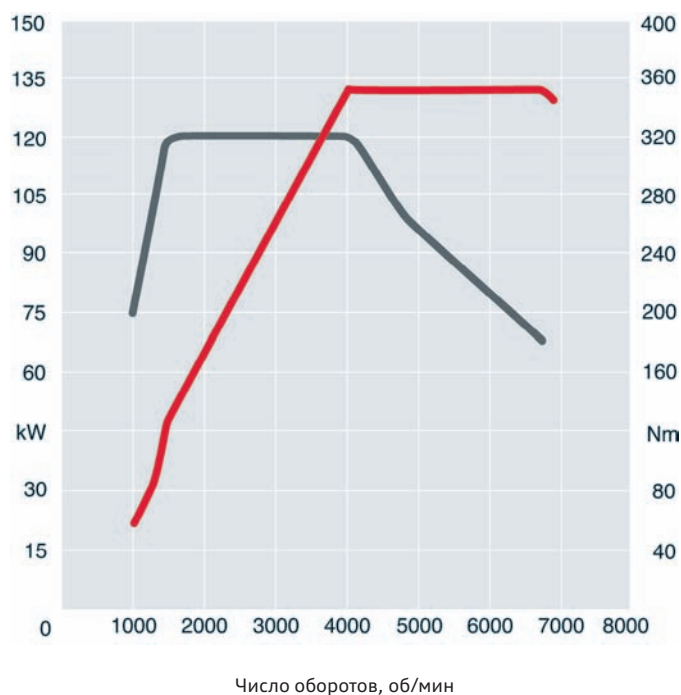
Указание

Более подробную информацию по базовому двигателю 2,0 TFSI см. в программах самообучения SSP 436 «Изменения в 4-цилиндровом двигателе TFSI с цепным приводом ГРМ» и SSP 384 «Audi 1,8 4V TFSI с цепным приводом ГРМ».

Технические характеристики

Внешние скоростные характеристики двигателя (мощность и крутящий момент)

— Мощность, кВт
— Крутящий момент, Нм



439_004

Буквенное обозначение двигателя	CFKA
Конструктивное исполнение	Четырёхцилиндровый рядный двигатель
Рабочий объем, см ³	1984
Ход поршня, мм	92,8
Диаметр цилиндра, мм	82,5
Расстояние между осями цилиндров, мм	88
Количество клапанов на цилиндр	4
Порядок работы цилиндров	1-3-4-2
Степень сжатия	9,6:1
Мощность, кВт при об/мин	132/4000 – 6000
Крутящий момент, Нм при об/мин	320/1500 – 3900
Топливо	Бензин Аи-95 ¹⁾ , в смеси с этанолом в любой пропорции, до 85 % этанола (Е85)
Система управления двигателя	Bosch MED 17,1
Выбросы CO ₂ , г/км	149 ²⁾

¹⁾ Допускается использование неэтилированного бензина с октановым числом 91, однако при этом мощность двигателя несколько снижается.

²⁾ Значение для Audi A4 с передним приводом и 6-ступенчатой МКП при использовании бензина Super, Аи-95, чем выше содержание этанола в топливе, тем ниже выбросы CO₂.

Биоэтанол

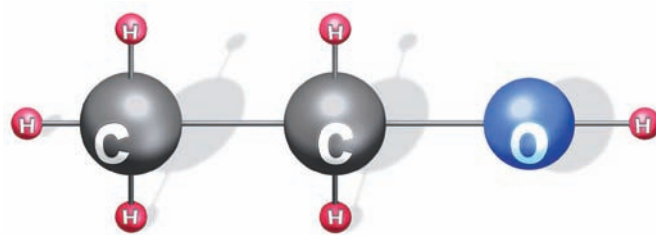
Общая информация

Этанол представляет собой органическое углеводородное соединение, состоящее, так же как и обычный бензин, из углеводородных молекул. Молекула этанола состоит из двух атомов углерода (на иллюстрации чёрные), к которым присоединены атомы водорода (красные) и одна гидроксильная группа, т. е. атом кислорода (синий) с одним атомом водорода (красный).

Биоэтанолом называют этанол, получаемый исключительно из биомассы (возобновляемых углеродных ресурсов) или из биологически разлагающихся компонентов отходов и предназначенный для использования в качестве топлива. Слово *биоэтанол* состоит из двух частей: *био* (биологического происхождения) и *этанол*. Этанол, получаемый из отходов растительного происхождения, дерева, соломы или целых растений, называют также целлюлозным этанолом.

Этанол может в качестве биотоплива применяться как добавка к обычному бензину, получаемому из нефти, как чистый этанол («E100») или в смеси с другими спиртами (напр., с метанолом).

Распространённые смеси носят обозначения E2, E5, E10, E15, E25, E50, E85 и E100. Число, стоящее после буквы «E» показывает, какой процент этанола (по объёму) содержится в смеси этанола с обычным бензином. Смесь E85 состоит из 85% обезвоженного биоэтанола и 15% обычного бензина. Большая детонационная стойкость этанола позволяет, при использовании смеси E85, в некоторых случаях заметно увеличить эффективность работы двигателя, по сравнению с работой на обычном бензине.



молекула углеводорода

гидроксильная группа

439_005

Свойства биоэтанола	
Химическая формула	C_2H_5OH
Другие наименования	этанол, этилалкоголь, алкоголь, спирт, этиловый спирт, винный спирт, картофельный спирт, E100
Краткое описание	топливо, которое может применяться в соответствующим образом модифицированных бензиновых ДВС
Получение	биосинтез (биоэтанол) или брожение (винный спирт и т. д.)
Состав	этанол (водный)
Агрегатное состояние	жидкость
Октановое число	104 (Аи)
Другие свойства	<ul style="list-style-type: none">▶ этанол растворяет или вступает в реакцию с натуральным каучуком, а также с синтетическими материалами (напр., ПВХ)▶ алюминиевые детали, не защищённые покрытием, могут быть повреждены этанолом

Применимость биоэтанола

Действующая европейская норма DIN EN 228 допускает добавление к обычному бензину до 5% этанола (E5).

Топлива, содержащие больше 5% биоэтанола, должны в Европе обязательно нести соответствующую маркировку.

Не считая некоторых редких исключений, все современные бензиновые двигатели Audi могут эксплуатироваться на топливе E10.

Не допускается эксплуатация на топливе E10 автомобилей с двигателями *FSI** первого поколения, без турбонаддува:

- ▶ A2 1,6 FSI, до модельного года 2006
- ▶ A3 1,6 FSI, до модельного года 2004
- ▶ A3 2,0 FSI, до модельного года 2004
- ▶ A4 2,0 FSI, до модельного года 2004

Почему E85, а не чистый спирт?

Химический состав этанола однороден, в нём отсутствуют легкокипящие фракции, имеющиеся в бензине (температура кипения этанола составляет 78°C), вследствие этого в холодном двигателе этанол не может образовывать пригодную для воспламенения рабочую смесь. Поэтому к этанолу необходимо добавлять как минимум 15% бензина.

E = этанол, 85 = 85% этанола и 15% бензина.

В транспортных средствах, двигатели которых не остывают до конца или оснащены системами подогрева, никаких препятствий для использования чистого этанола нет.

Использование биоэтанола в качестве топлива для ДВС обеспечивает следующие преимущества:

- ▶ высокое октановое число* (110)
- ▶ полное отсутствие серы
- ▶ отсутствие запахов
- ▶ высокое содержание кислорода



Примечание

Автомобили Audi A4, оборудованные автономным отопителем, (8E9 с бензиновым двигателем, год выпуска 2000 – 2008) при использовании автономного отопителя должны заправляться только бензином марки Super Plus. Переоборудование невозможно!

Характеристики топлив в сравнении

	Бензин марки Super по DIN EN 228	E85 (лучше, чем DIN 51625-10.2007)
плотность при 15°C, кг/м ³	720 – 775	780 – 788
теплотворная способность МДж/л	31,0	22,7
Октановое число по исследовательскому методу (ROZ)	не менее 95	не менее 103 (в зависимости от требований к летним/зимним сортам)
Октановое число по моторном методу (MOZ)	не менее 85	не менее 90 (в зависимости от требований к летним/зимним сортам)
Удельная теплота парообразования*, кДж/кг	440	840
Высшие спирты (C3 – C5), об. %	нет данных	1,8
Вода, об. %	нет данных	0,3
Кислота (AcOH), мг/л	нет данных	40
Содержание кислорода, об. %	макс. 2,7	макс. 32 (для E90)
Содержание серы, частиц на миллион	макс. 50	макс. 8

Производство

В области производства биотоплива различают биотопливо первого и второго поколений. К первому поколению относятся биотоплива, получаемые на основе «маслосодержащих» или «сахаросодержащих» растений. Использование этих растений для производства топлива конкурирует с их использованием для выработки продуктов питания. Из маслосодержащих растений отжимается масло, которое затем этерифицируется для переработки в дизельное топливо, из сахаросодержащих растений методом брожения получают этиловый спирт.

Для биотоплив второго поколения сырьём служат органические отходы, такие как солома, отходы сельскохозяйственного производства, утилизируемые деревянные изделия, опилки и другие отходы деревообработки, а также малоценные побочные продукты лесозаготовки.

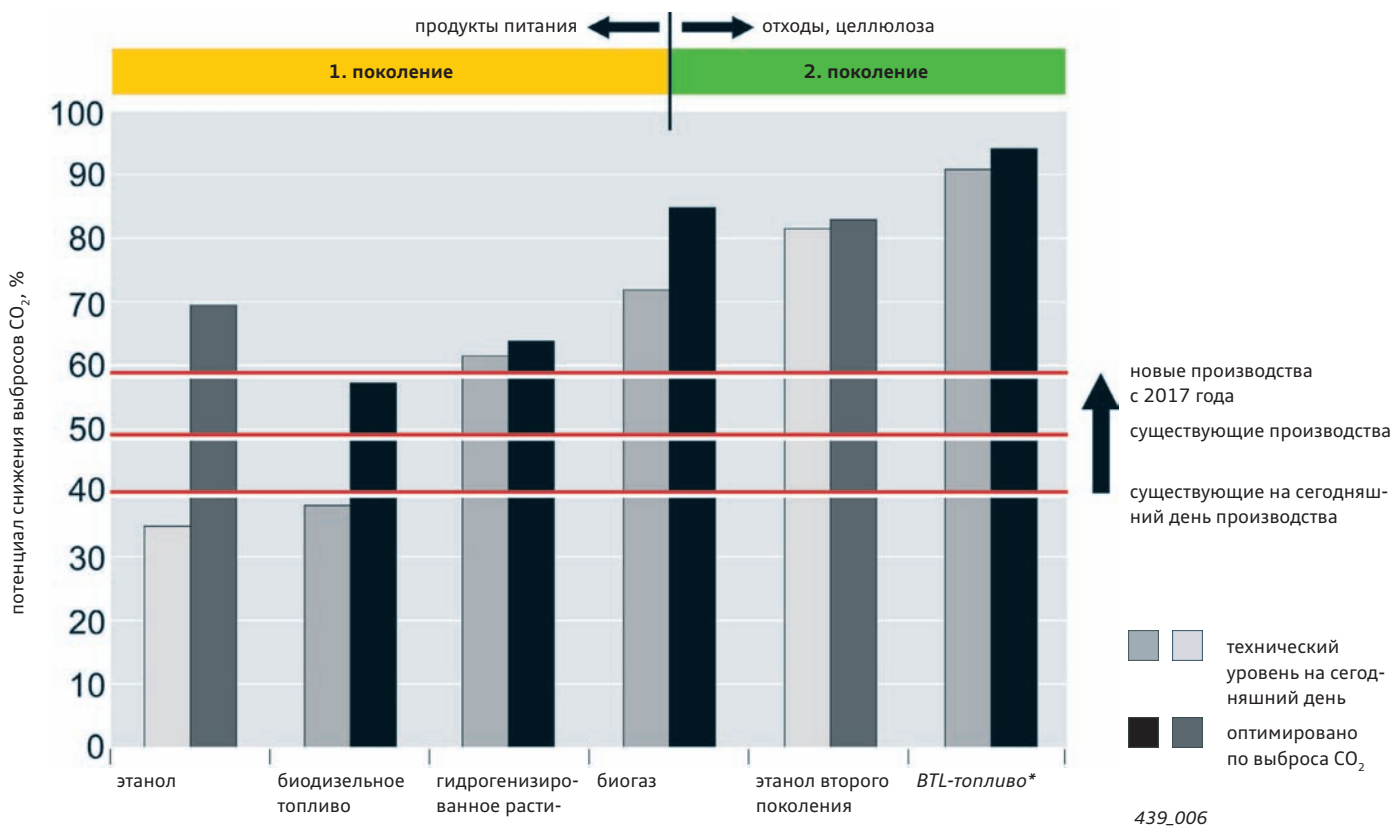
Помимо этого, в качестве сырья используются быстрорастущие культуры и сорта деревьев, которые могут выращиваться на невозделываемых в настоящее время площадях. Биотоплива второго поколения обеспечивают глубокое улучшение баланса CO_2 .

О биотопливах первого поколения этого сказать нельзя, так как для их производства требуются затраты большого количества ископаемых энергоносителей.

Чтобы в будущем производить биоэтанол в больших количествах ещё дешевле и без больших выбросов CO_2 , снижение которых и является главной задачей биотоплив, по решению Европейского парламента в будущем для производства биоэтанола будут применяться новые производственные методы (второго поколения). Начиная с 2017 года новые производственные комплексы должны будут обладать подтверждённым потенциалом снижения выбросов углекислого газа не меньше 60%. Уже существующие комплексы должны будут обладать подтверждённым потенциалом не менее 50%.

Этим требованиям производство биоэтанола может отвечать уже при использовании методов первого поколения. Этого можно достичь, например, за счёт эффективного использования сахарной свёклы, растения, располагающего очень большим энергетическим потенциалом (см. график).

Вывод: Уже применение этанола первого поколения обладает потенциалом серьёзного улучшения баланса CO_2 .



Снижение выбросов CO_2

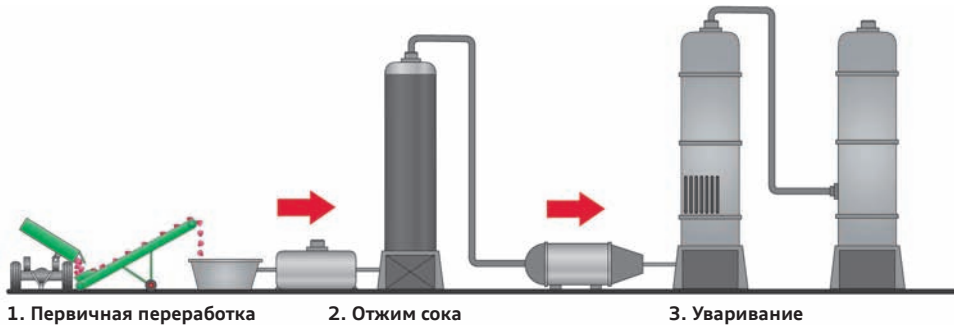
До настоящего времени уменьшение уровня выбросов достигалось в первую очередь за счёт технического совершенствования автомобилей и их двигателей. Сегодня биоэтанол получают путём алкогольной ферментации из таких сельскохозяйственных культур, как пшеница, кукуруза и сахарный тростник. Поскольку большая часть такого топлива производится из возобновляемых ресурсов, общий баланс выбросов/поглощения CO_2 по автомобилю оказывается до 75% лучше, чем при использовании обычного топлива, получаемого из нефти.

Использование топлив из регенеративного сырья ведёт к существенному снижению выбросов, если рассматривать весь процесс его производства в целом. Во время своего роста растения улавливают CO_2 из атмосферы и перерабатывают его в биомассу. Связанный растениями в этот период углекислый газ «погашает» часть выбросов углекислого газа, образующихся при последующем сжигании топлива, произведённого из этой биомассы.

Производство

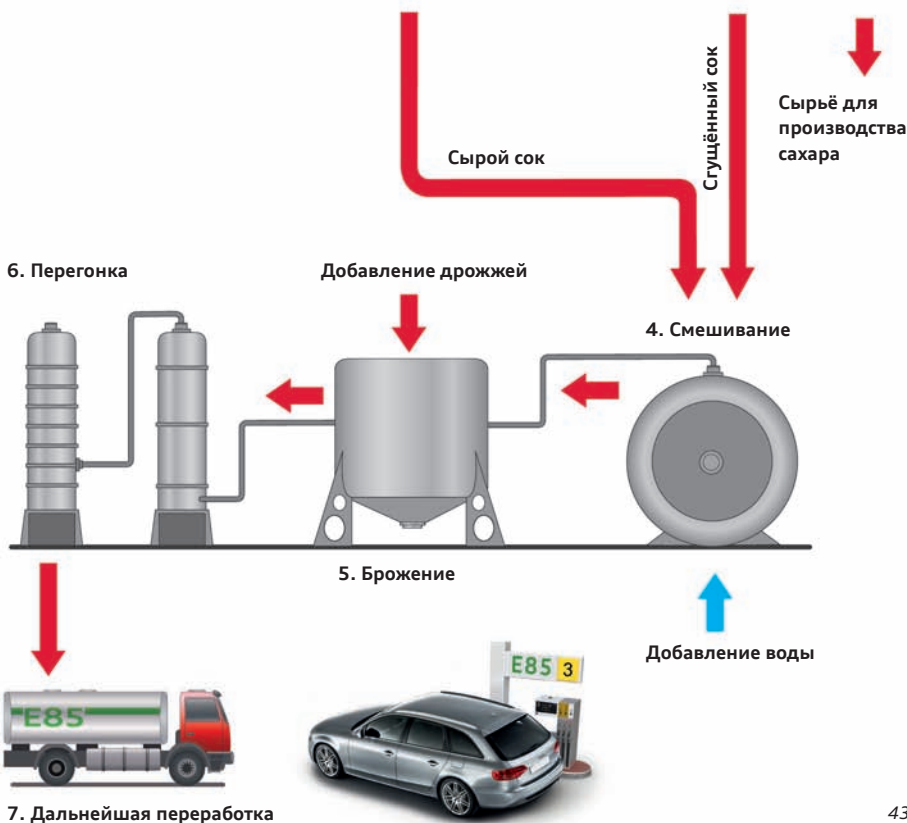
(на примере процесса первого поколения с использованием как сырья сахарной свёклы)

Выращивание сырьевых растений



Сырьё для производства биоэтанола

- ▶ Зерновые
1 гектар -> 9 тонн зерна -> 3200 литров этанола
- ▶ Сахарная свёкла
1 гектар -> 65 тонн свёклы с содержанием сахара 18% -> 7500 литров этанола



439_007

1. Первичная переработка

После доставки сахарная свёкла сначала моется и после этого размельчается.

2. Отжим сока

На этой стадии от свёклы отделяется так называемый сырой сок. Он служит, помимо прочего, исходным сырьём для процесса брожения.

3. Уваривание

После отделения сока увариванием получается так называемый сгущённый сок. Он также может использоваться как сырьё для алкогольного брожения. На сахарном заводе к этим стадиям добавляется стадия кристаллизации, в которой получается исходное сырьё для производства сахара.

4. Смешивание

При подготовке к стадии алкогольного брожения сырой или сгущённый сок смешиваются с водой.

5. Брожение

Добавление дрожжевых культур вызывает алкогольное брожение, в результате которого содержащийся в сахарной свёкле сахар преобразуется в спирт.

6. Перегонка

На этой стадии спирт отделяется от остальной жидкости. Последующая ректификация и дегидрирование доводят содержание спирта в конечном продукте практически до 100%.

7. Дальнейшая переработка

Добавление обычного бензина в различных пропорциях позволяет получить различные биотоплива для бензиновых двигателей, т. е. например E5 или E85.

Изменения по сравнению с базовым двигателем

Цели создания:

1. Одинаковые динамические характеристики при любых концентрациях этанола

Преимуществом концепции Audi является то, что двигатель 2,0 TFSI flexible fuel может работать на топливе с любой мыслимой концентрацией этанола. Хотя двигатель технически рассчитан на E85, клиент не должен заправлять обязательно это топливо, а может воспользоваться и обычным бензином или биотопливом с любой концентрацией этанола, без какой-либо заметной разницы в динамических свойствах двигателя или в характере движения автомобиля.

2. Полное использование свойств топлива

Некоторые конкурирующие производители повышают мощность работающих на биоэтаноле двигателей, пользуясь более высоким октановым числом биоэтанола. Это можно сделать потому, что в камере сгорания могут реализовываться более высокие давления, чем на базовом двигателе. Концепция Audi состоит в том, чтобы режим работы двигателя 2,0 TFSI flexible fuel был всегда оптимизирован по эффективности, именно поэтому мощность двигателя оставлена такой же, как и у базового варианта (132 кВт).

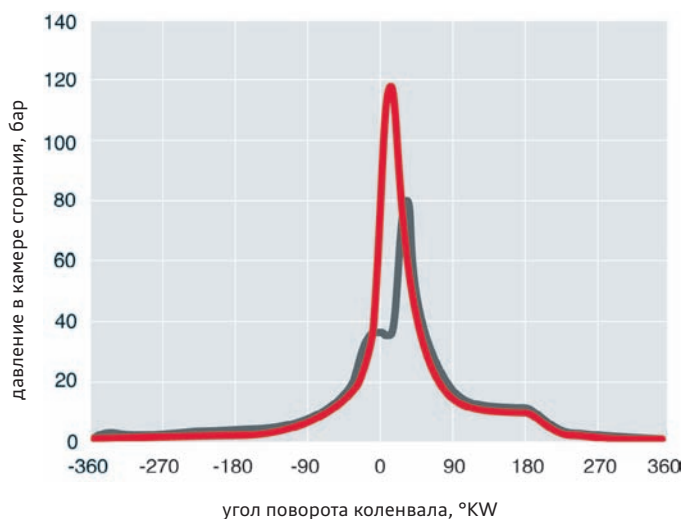
Это означает, с другой стороны, что, начиная с концентрации этанола 60 %, работа в режиме максимальной нагрузки происходит полностью без детонации. Преимуществом такой концепции является то, что она позволяет существенно снизить объёмный расход топлива (объёмный расход биотоплива прим. на 40% выше объёмного расхода бензина, что объясняется меньшей теплотворной способностью этанола) и, тем самым, уменьшит снижение запаса хода.

3. Автономный холодный пуск*

Низкое *давление насыщенных паров** этанола затрудняет испарение топлива при низких температурах, что негативно влияет на процесс смесеобразования. В результате оказывается невозможно получить способную к воспламенению рабочую смесь.

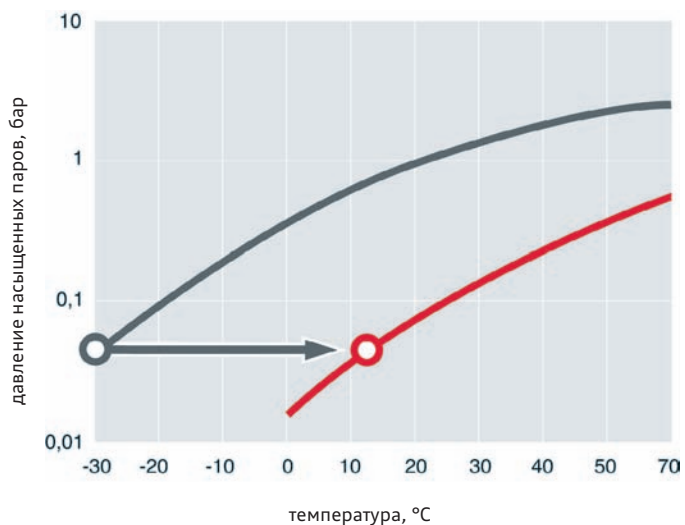
Для компенсации плохого запуска двигателя при температурах ниже нуля раньше использовались, особенно в скандинавских странах, т. н. *электрические подогреватели блока цилиндров**. При этом поставленный на стоянку автомобиль остаётся на много часов подключённым к электрической розетке, и электрический нагреватель удерживает температуру в блоке цилиндров на определённом уровне, обеспечивая тем самым быстрый запуск двигателя.

Разработчики Audi поставили себе целью, чтобы двигатель на этаноле надёжно заводился при низких температурах (зимой) без такой неудобной в использовании сторонней помощи.



439_008

— этанол
— бензин марки «Super»



439_009

— этанол
— бензин марки «Super»

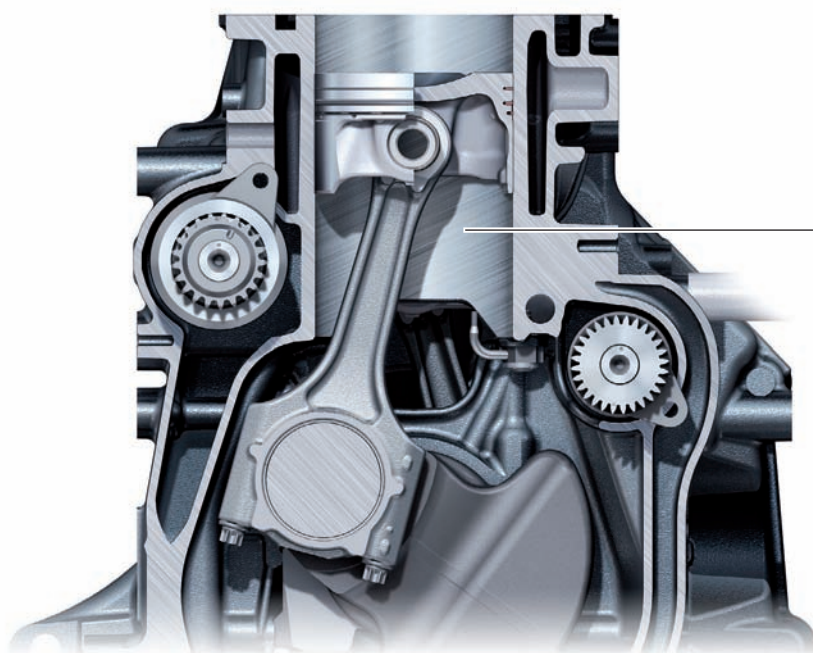
Рабочая поверхность цилиндров

Впервые на четырёхцилиндровом бензиновом двигателе серийно применяется специальная технология обработки поверхности зеркала цилиндра. Расплавление материала лазерным лучом приводит к образованию на зеркале цилиндра исключительно износостойкого верхнего слоя.

Хонингование поверхности цилиндров, состоящей из серого чугуна с пластинчатым графитом, приводит к «заминанию» вкраплений графита. При этом уничтожается одно из существенных преимуществ серого чугуна, поскольку «замытые» вкрапления пластинчатого графита не могут эффективно использоваться для накопления масла. Используемая технология позволяет открыть вкрапления пластинчатого графита вновь. Это достигается путём испарения наружного слоя материала с помощью лазера.

Помимо освобождения доступа к вкраплениям графита, новая технология обработки имеет и то преимущество, что в результате на зеркале цилиндра образуется нанокристаллический слой с высоким содержанием азота, что придаёт поверхности керамические свойства. Новая технология позволяет, по сравнению с обычным хонингованием, снизить износ поверхностей до 90% и расход масла до 75%.

На следующем этапе развития лазерного хонингования лазерная головка, закреплённая в шпинделе хонинговального станка, выжигает в зеркале цилиндра из серого чугуна, например GGV (чугун с вермикулярным графитом*), через равномерные промежутки микроскопические углубления, поверх которых ходят поршни или поршневые кольца. Такие углубления заполняются маслом и удерживают его, улучшая смазывание зеркала цилиндра. В результате снижаются как выбросы токсичных веществ, так и расход топлива автомобиля.



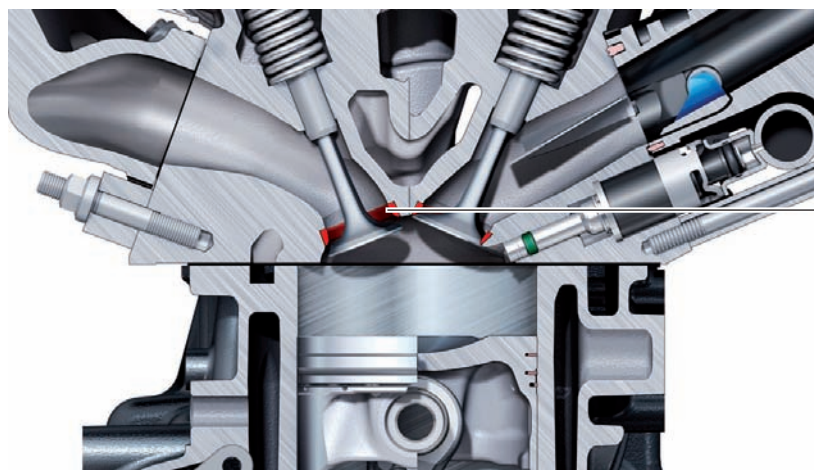
модифицированный процесс хонингования зеркала цилиндра

439_010

ГБЦ

Одной из химических характеристик E85 является его сильная корродирующая способность (например, по отношению к алюминию или меди). Поскольку базовый двигатель уже был рассчитан на применение такого топлива, то модифицировать топливные магистрали или уплотнения не потребовалось.

В связи с незначительной смазывающей способностью этанола, для изготовления сёдел клапанов используется более износостойкий материал.



модифицированный процесс хонингования зеркала цилиндра

439_011

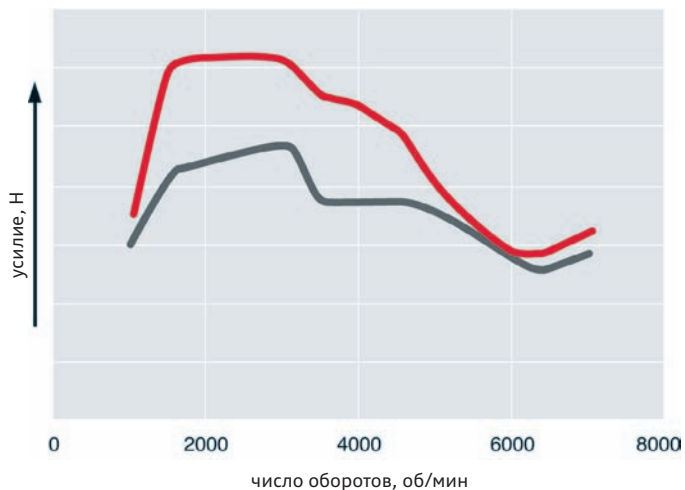
Кривошипно-шатунный механизм

Существенное увеличение максимального давления в камере сгорания вызывает увеличение сил, действующих на детали цилиндра-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма (см. график).

Поршни, коленвал и опоры коленвала уже рассчитаны на передачу повышенных усилий.

Усилить потребовалось только шатуны и опоры шатунов. В этом случае оказалось возможным просто использовать шатуны и шатунные втулки от двигателя 2,5 R5 TFSI.

Шатунные подшипники коленвала же потребовалось дополнительно модифицировать, чтобы они смогли воспринимать кратковременно возникающие пиковые нагрузки. Для этого подшипники, размер которых остался тем же, получили дополнительные алюминиевые вкладыши. Они воспринимают пиковые усилия и передают эти нагрузки далее на основные вкладыши.



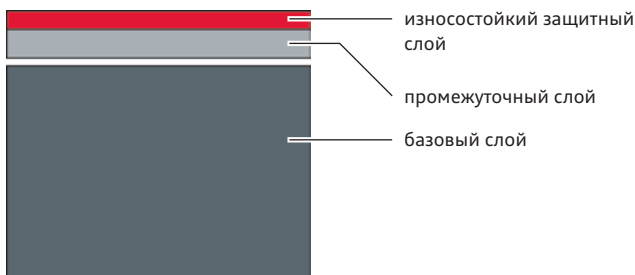
439_012

— этанол
— бензин марки «Super»

Шатуны

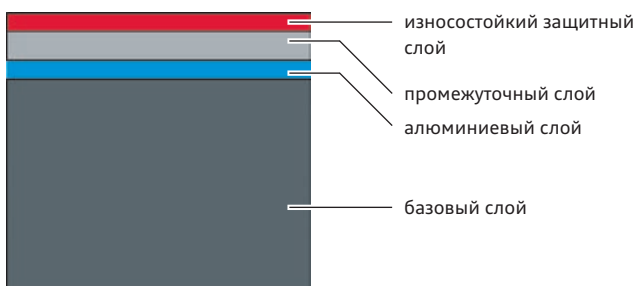
Шатуны также потребовалось модифицировать, вследствие увеличенных по сравнению с базовым двигателем давлений. Помимо этого был изменён материал шатунных вкладышей, чтобы сделать их ещё более износостойкими.

Шатунный вкладыш базового двигателя

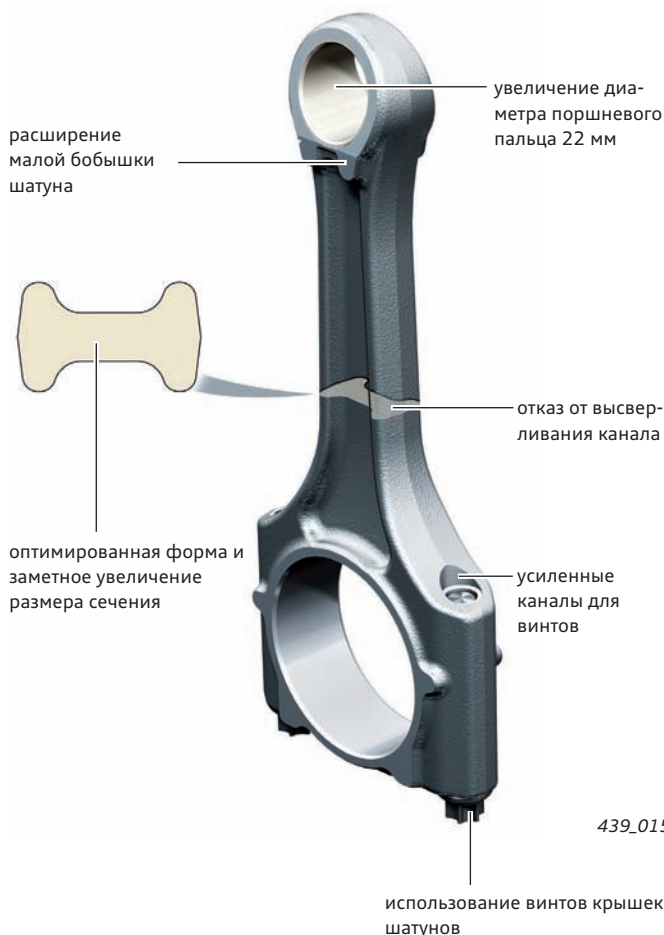


439_013

Шатунный вкладыш двигателя 2,0 TFSI flexible fuel



439_014

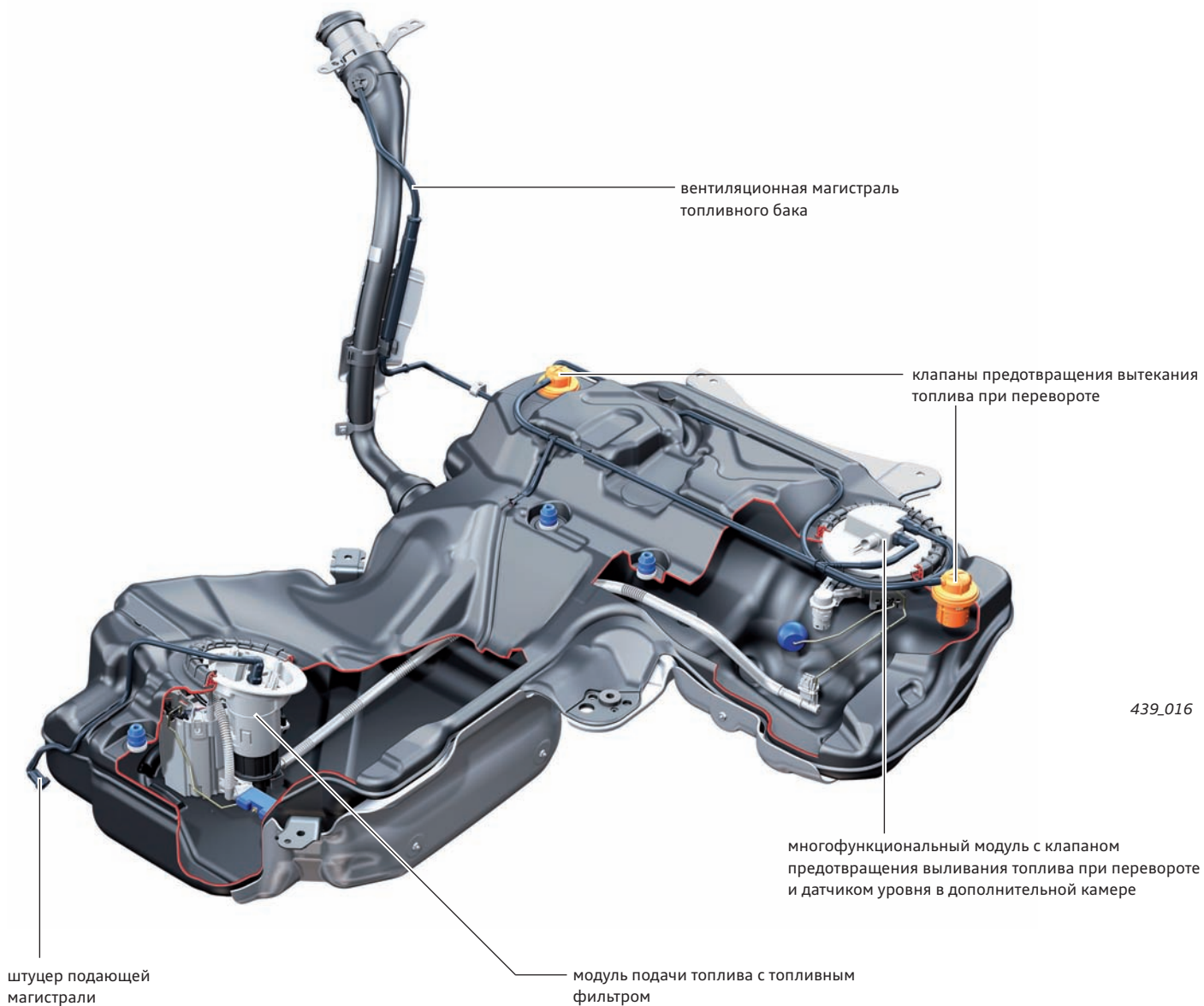


439_015

Введение

Во всей системе питания, включая топливный бак, подкачивающий насос и топливопроводы, необходимо было применить новые материалы, которые могли бы выдерживать сильное коррозирующее действие компонентов топлива. Уплотнения и пластмассовые детали должны обладать более высокой стойкостью к набуханию.

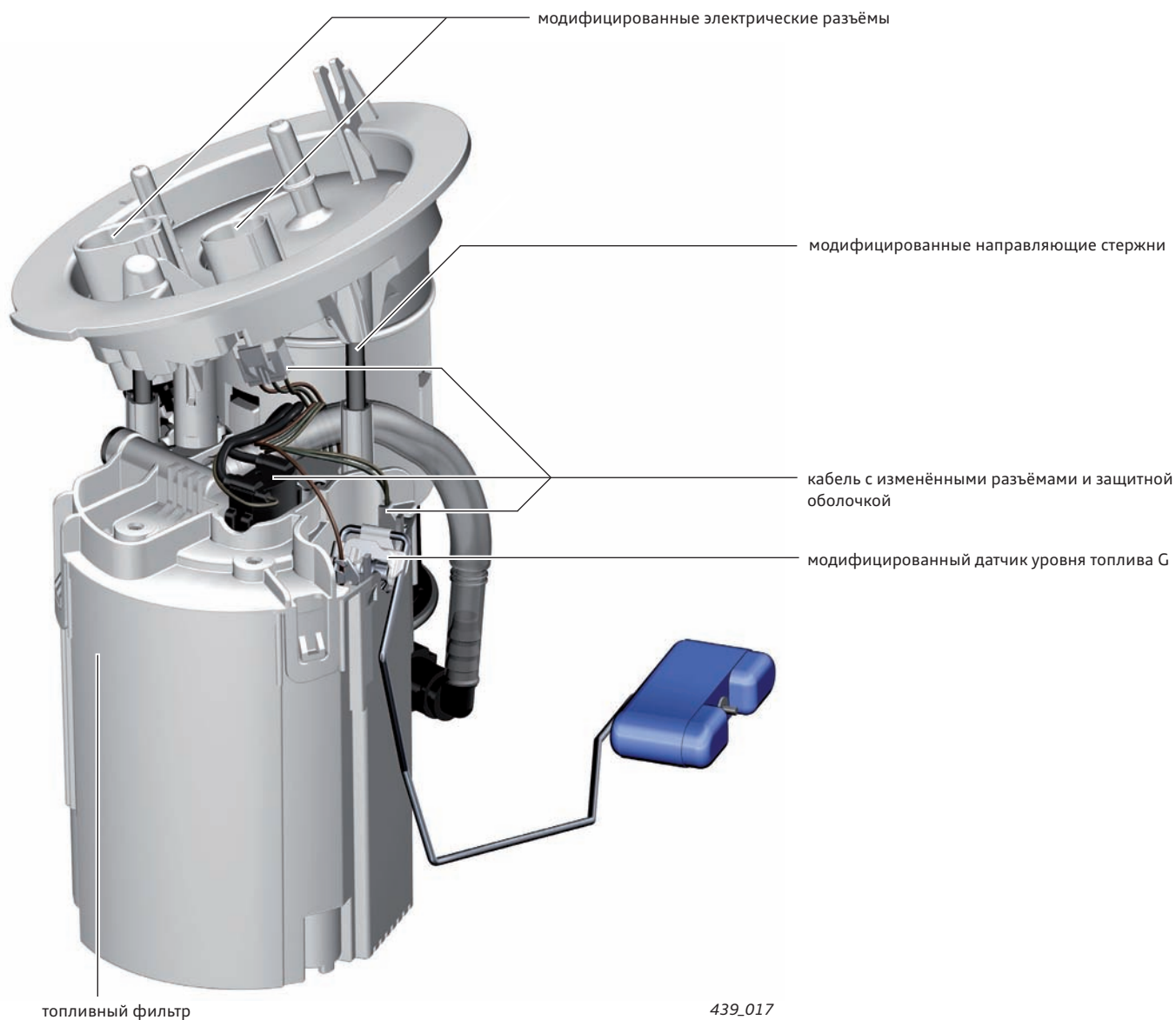
Чтобы обеспечить работу двигателя на топливах с различным содержанием этанола, в системе питания дополнительно установлен датчик качества топлива G446.



Модуль подачи топлива

В модуле подачи топлива модификации с целью адаптации к топливу E85 подверглись следующие детали:

- ▶ направляющие стержни
- ▶ изоляция электропроводов
- ▶ датчик уровня топлива G
- ▶ фланец
- ▶ гофрированная трубка



В подкачивающем топливном насосе G6 модификации с целью адаптации к топливу E85 подверглись следующие детали:

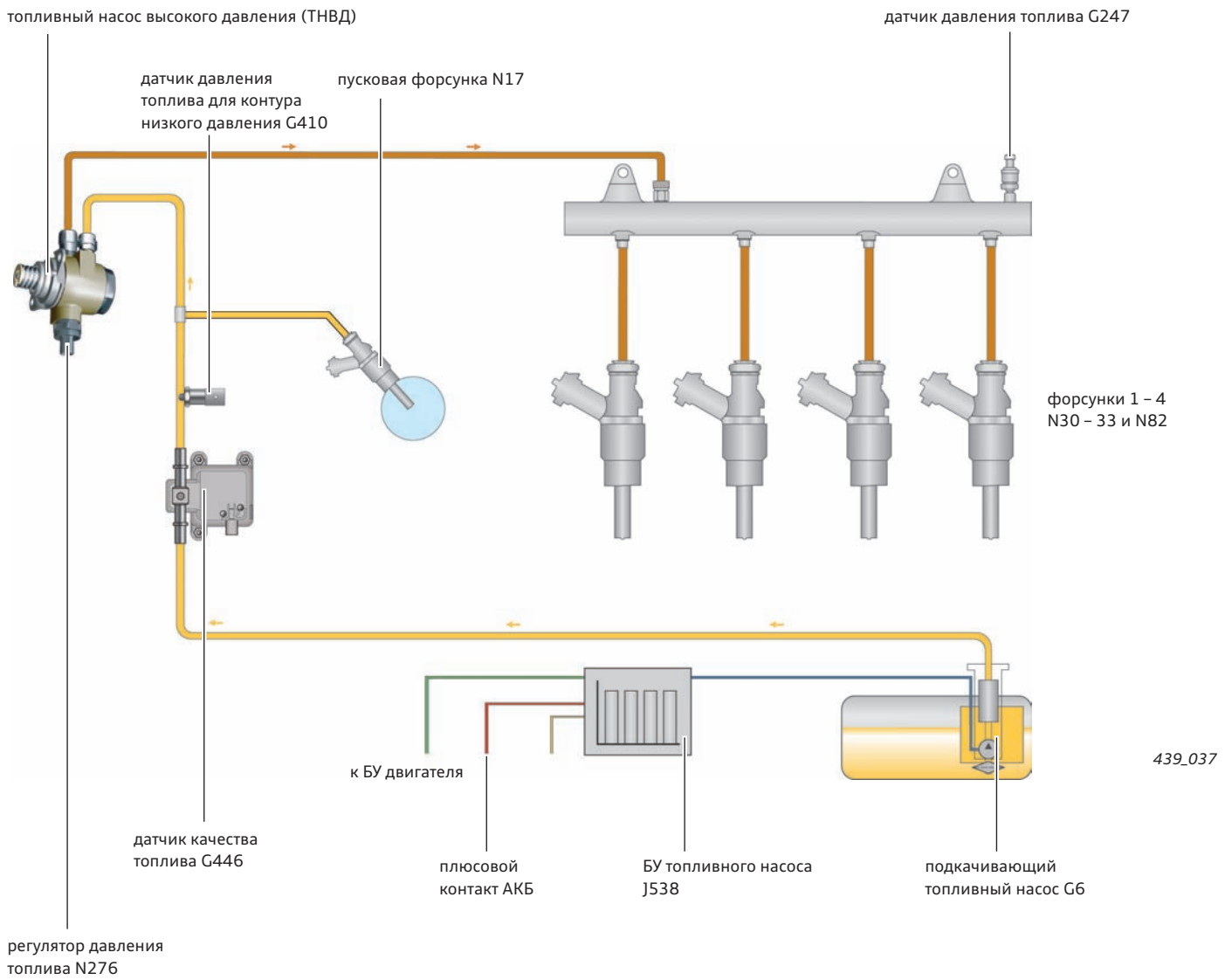
- ▶ корпус насоса
- ▶ фланец насоса
- ▶ крышка



Указание

Дополнительную информацию по системе питания см. в программах самообучения SSP 384 «Двигатель Audi 1,8 4V TFSI» и SSP 432 «Двигатель Audi 1,4 TFSI».

Схема системы



Примечание

Осторожно, опасность травм! Система может находиться под очень высоким давлением! При открывании контура высокого давления строго соблюдать указания в руководстве по ремонту!

Датчик качества топлива G446

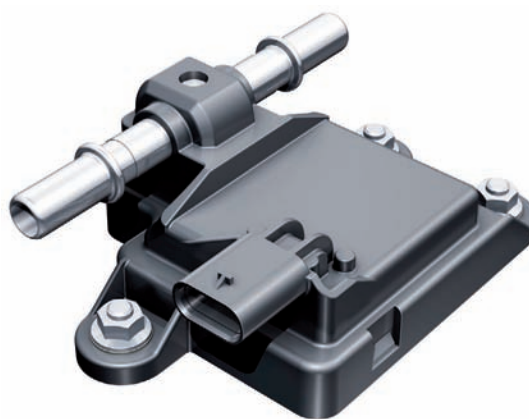
Чтобы обеспечить оптимальную работу двигателя на топливе с любым содержанием этанола, в системе питания имеется датчик, распознающий содержание этанола в бензине.

Назначение:

- ▶ быстрое и надёжное определение уровня содержания этанола по ёмкостному методу (*относительная диэлектрическая проницаемость** при комнатной температуре: бензин = 2,3; E100 = 25)

Преимущества при использовании параметра в вычислениях в БУ двигателя:

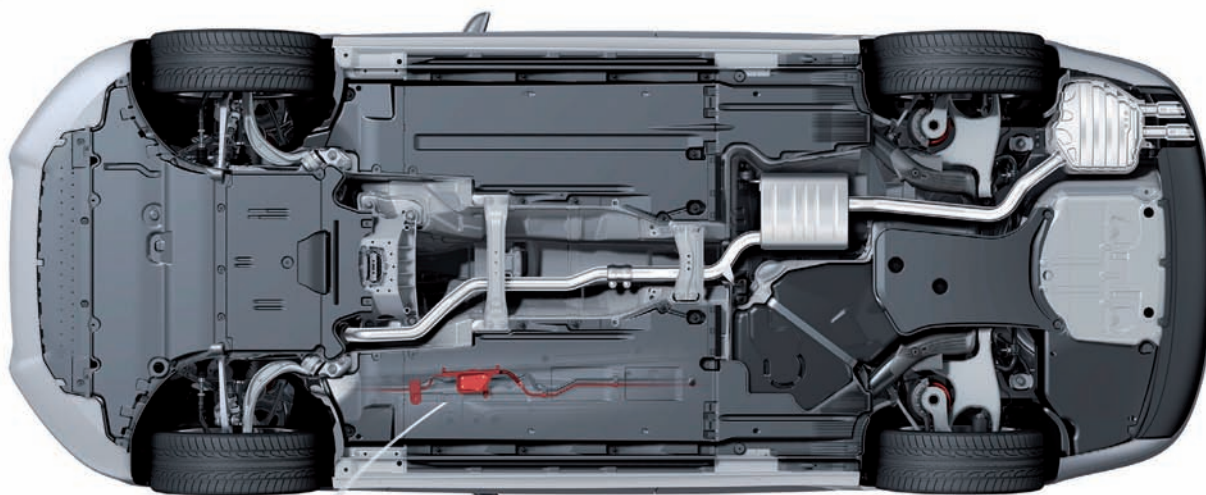
- ▶ использование термодинамических свойств топлива
- ▶ точное предварительное управление смесеобразованием



439_018

Место установки

Датчик качества топлива G446 установлен в районе днища автомобиля под правым сиденьем.



439_019

Описание работы

Измерение содержания этанола в топливе является хотя и самым дорогим вариантом, но зато обеспечивает наибольшую точность.

В топливopроводе, непосредственно перед системой впрыска, имеются два электрода, омываемые потоком топлива.

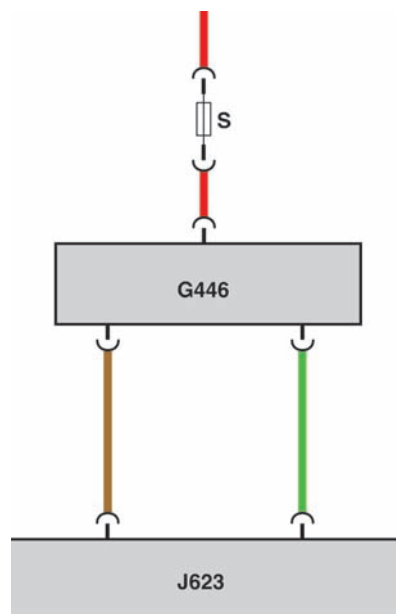
Находящееся в районе электродов топливо становится электрическим элементом в электрической цепи.

С изменением содержания этанола изменяются также и сопротивление и диэлектрическая проницаемость топлива.

На основании этих значений можно рассчитать содержание этанола, блок управления двигателя может в дальнейшем использовать эту информацию в своих расчетах.

Блок управления двигателя соответствующим образом изменяет различные параметры работы, например, длительность впрыскивания топлива или момент опережения зажигания.

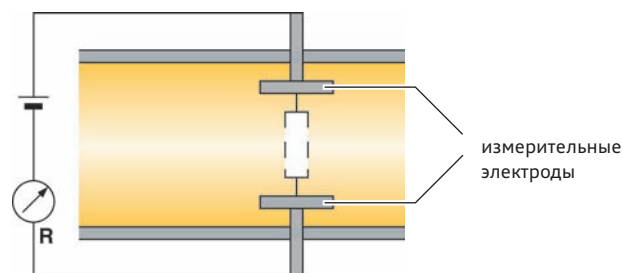
Измеряемые электрические значения величины сильно зависят от температуры топлива. Поэтому датчику требуется отдельное определение температуры протекающего топлива. Кроме того, низкое качество топлива (наличие в топливе воды, загрязнений или других нежелательных примесей) может также повлиять на результаты измерений.



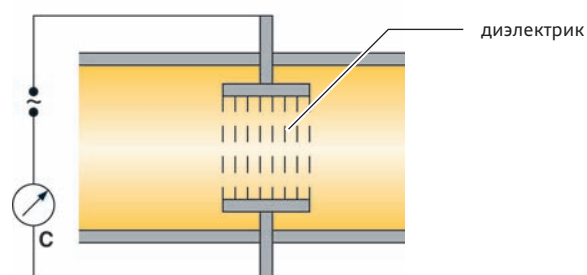
439_020

Принцип действия

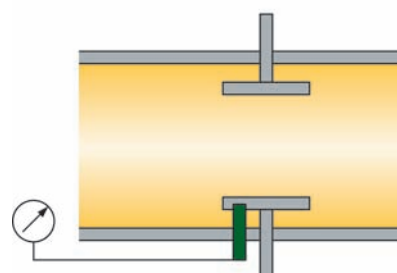
Электрический ток протекает между обоими измерительными электродами через топливо. Топливо оказывает протекающему постоянному току электрическое сопротивление. Значение этого сопротивления (R) зависит от уровня содержания этанола.



С другой стороны, топливо является также *диэлектриком**, влияющим на электрическую ёмкость конденсатора (образованного пластинами измерительных электродов). Ёмкость конденсатора (C) можно измерить, пропуская по цепи переменный ток, на её основании вычислить диэлектрическую проницаемость топлива и далее процент содержания в нём этанола.



Температура топлива оказывает сильное влияние на измеряемые электрические величины. Для учёта этого влияния необходимо дополнительно измерять температуру топлива (непосредственно на датчике).



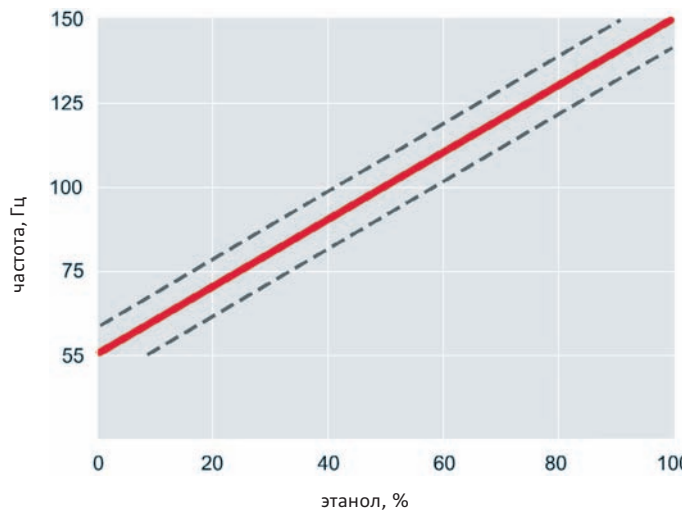
439_021

Сигнал, передаваемый датчиком в блок управления двигателя

Электроника в датчике качества топлива G446 генерирует выходной сигнал, информация в котором кодируется частотой сигнала, и подаёт его на контакт 2.

Частота сигнала зависит от измеренного значения содержания этанола и температуры топлива.

На графике показана зависимость частоты сигнала от содержания этанола при комнатной температуре.



439_022

Осциллограмма сигнала

В ведомом поиске неисправностей можно отобразить осциллограмму сигнала датчика качества топлива G446. На рисунке 439_023 показана осциллограмма сигнала по напряжению при содержании этанола 2,7%.

Ведомый поиск неисправностей	Audi	V16.16.00 02/11/2009
Проверка работы	Audi A4 2008>	
Электроника двигателя — Показать измеряемые величины	2010 (A)	
	Avant	
	CFKA 2,0 TFSI / 132 кВт	
Общий список		
- Показать измеряемые величины: нажать кнопку «Считать».		
- Далее клавиша.		
Измеряемая величина	Результат	Заданное значение
Содержание спирта в топливе	2,7%	
		Считать
Режим работы	Переход	07.12.2009 10:07

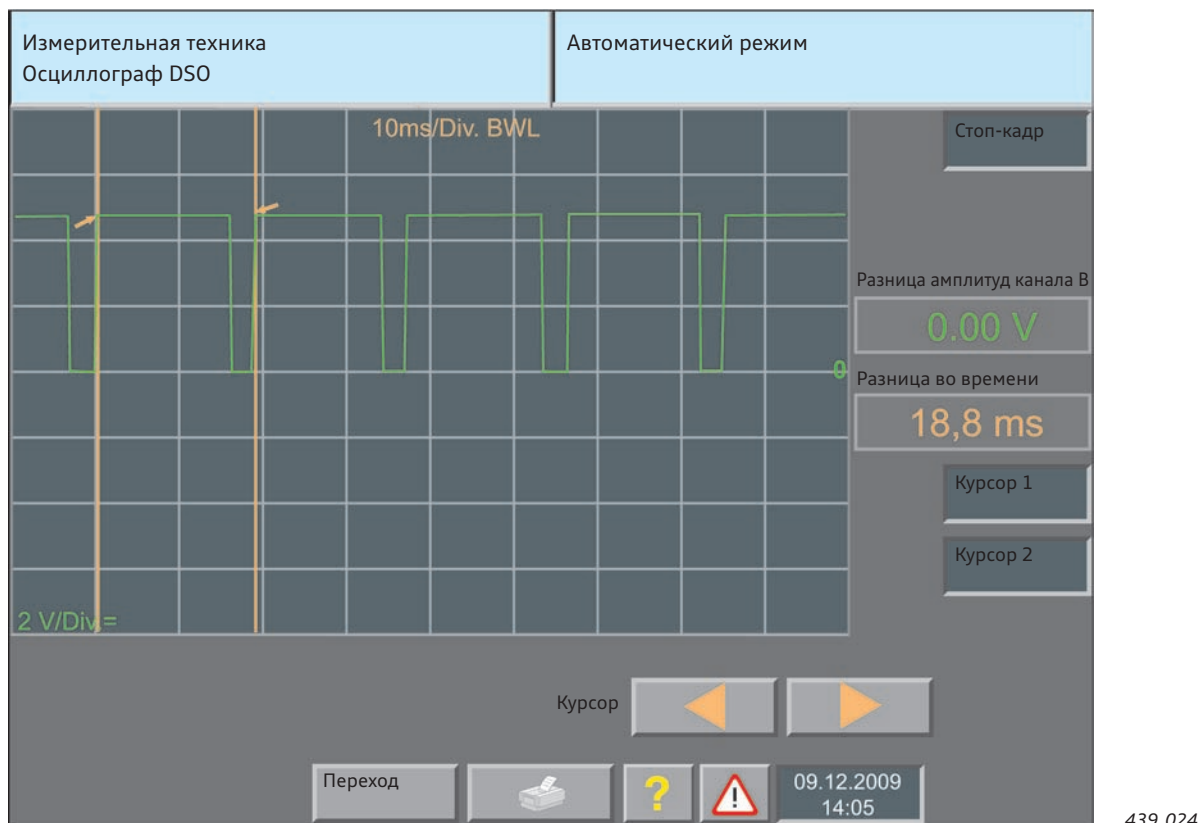
439_023

Определение содержания этанола

Прямоугольный сигнал имеет частотную модуляцию. Это означает, что с изменением содержания этанола изменяется время сигнала.

В нашем примере время составляет 18,8 миллисекунд.

Если теперь разделить единицу на 18,8 и умножить результат на 1000, то мы получим частоту сигнала в герцах, в нашем случае 53,19 Гц. Теперь можно посмотреть в таблице, какое содержание этанола соответствует вычисленному значению и тем самым оценить достоверность сигнала датчика.



Контроль системы определения качества топлива

- ▶ проверяются контакты электрических разъёмов (короткое замыкание на массу и на плюс, падение напряжения)
- ▶ датчик этанола оснащён функцией самодиагностики, которая распознаёт внутренние электрические неисправности и выдаёт соответствующие сообщения об ошибках
- ▶ в ходе поездки постоянно контролируется, не изменяется ли сигнал неправдоподобно быстро, также значение сигнала сравнивается через определённые промежутки времени, чтобы убедиться, что сигнал датчика не «застыл» на одном значении
- ▶ так же как и на обычных автомобилях, система выдаёт указание обратиться на сервисную станцию, когда в системе питания регистрируются неисправности, позволяющие предположить ухудшение показателей токсичности ОГ
- ▶ проверка достоверности сигнала этанола сохраняется в регистраторе событий только в том случае, если будет распознана неисправность в системе питания, связанная с лямбда-регулированием. Она предназначена для того, чтобы изо всех возможных причин неисправности системы питания указать именно на датчик этанола.

При отсутствии сигнала

При неисправностях или недопустимых отклонениях преследуются, в рамках законодательных норм, различные стратегии:

- ▶ Управление смесеобразованием осуществляется только через систему лямбда-регулирования.
- ▶ Система принимает определённое фиксированное среднее значение содержания этанола.
- ▶ Опережение задирания и защита деталей выбираются исходя из наиболее безопасного значения, т. е. топлива E0, (предотвращение детонации).
- ▶ При этом приходится мириться со снижением эффективности работы двигателя (ощутимое падение мощности).

Система управления двигателем

Общая схема системы управления двигателем Bosch MED 17.1

Датчики

расходомер воздуха G70

датчик температуры воздуха на впуске G42

датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из радиатора G83

датчик температуры охлаждающей жидкости G62

датчик давления наддува G31

датчик оборотов двигателя G28

датчик Холла G40

блок воздушной заслонки J338

датчик угла поворота 1 электропривода дроссельной заслонки G187

датчик угла поворота 2 электропривода дроссельной заслонки G188

датчик положения педали акселератора G79

датчик 2 положения педали акселератора G185

датчик положения педали сцепления G476

выключатель педали сцепления для запуска двигателя F194

датчик давления топлива G247

выключатель педали сцепления F36

датчик положения заслонок впускных каналов (потенциометр) G336

датчик давления масла-F22

датчик уровня и температуры масла G266

датчик детонации 1 G61

лямбда-зонд перед кат. G39

лямбда-зонд после кат. G130

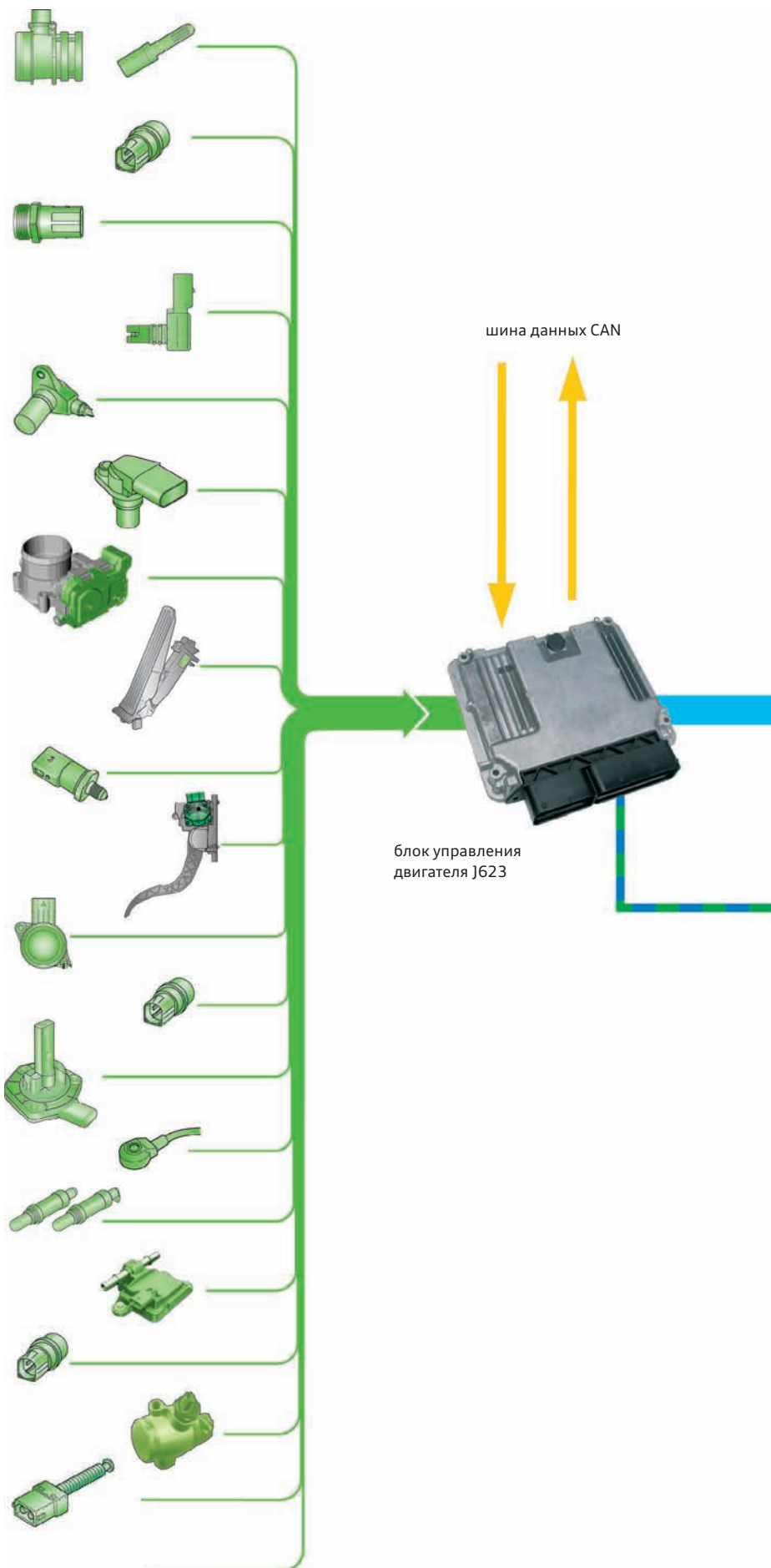
датчик качества топлива G446

датчик падения давления масла F378

датчик давления топлива для контура низкого давления G410

выключатель стоп-сигнала F

дополнительные сигналы



Исполнительные элементы

реле электропитания для Motronic J271
 реле электропитания электронных компонентов двигателя J757

клапан заслонок впускных каналов N316

электромагнитный клапан ограничения давления наддува N75

регулятор давления топлива N276

блок управления топливного насоса J538
 подкачивающий топливный насос G6

форсунки цилиндров 1 – 4 N30 – N33

катушки зажигания 1-4 с выходными каскадами N70, N127, N291, N292

блок воздушной заслонки J338
 электропривод дроссельной заслонки G186

электромагнитный клапан 1 абсорбера с активированным углем N80

нагревательный элемент лямбда-зонда Z19
 нагревательный элемент лямбда-зонда 1, после катализатора Z29

реле дополнительного насоса ОЖ J496
 насос прокачки ОЖ после выключения двигателя V51

клапан 1 регулятора фаз газораспределения впускных клапанов N205

пусковая форсунка N17

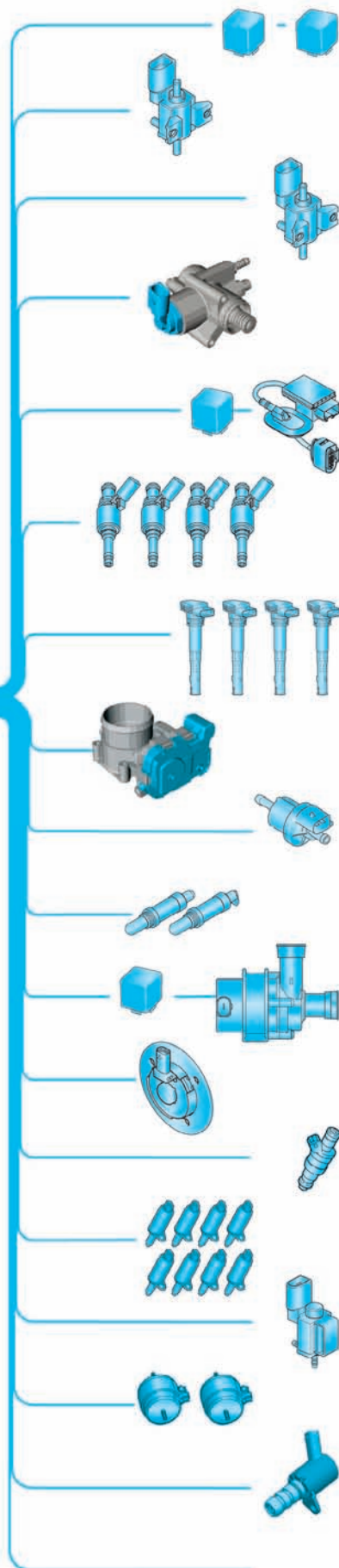
исполнительный механизм 1 – 8 регулирования подъёма клапана F366 – F373

перепускной клапан турбонагнетателя N249

электромагнитный клапан левой электрогидравлической опоры двигателя N144
 электромагнитный клапан правой электрогидравлической опоры двигателя N145

клапан регулирования давления масла N428

дополнительные выходные сигналы



диагностический разъём

Холодный пуск

При наличии информации о качестве топлива нужные параметры смесеобразования можно установить сразу же, начиная уже с холодного пуска двигателя.

В зависимости от качества топлива (содержания этанола в бензине) изменяется *давление насыщенных паров** и, тем самым, способность к образованию топливо-воздушной смеси. Чистый этанол (E100) имеет, например, при 13°C такое же давление насыщенных паров, как бензин при -30°C. (см. раздел «Автономный холодный пуск», стр. 10)

Техника впрыска *FSI** позволяет реализовать несколько впрыскиваний топлива под высоким давлением. Она даёт возможность отказаться от предварительного подогрева двигателя и обеспечивает надёжный холодный пуск до температуры -25°C.

Схемы впрыскивания

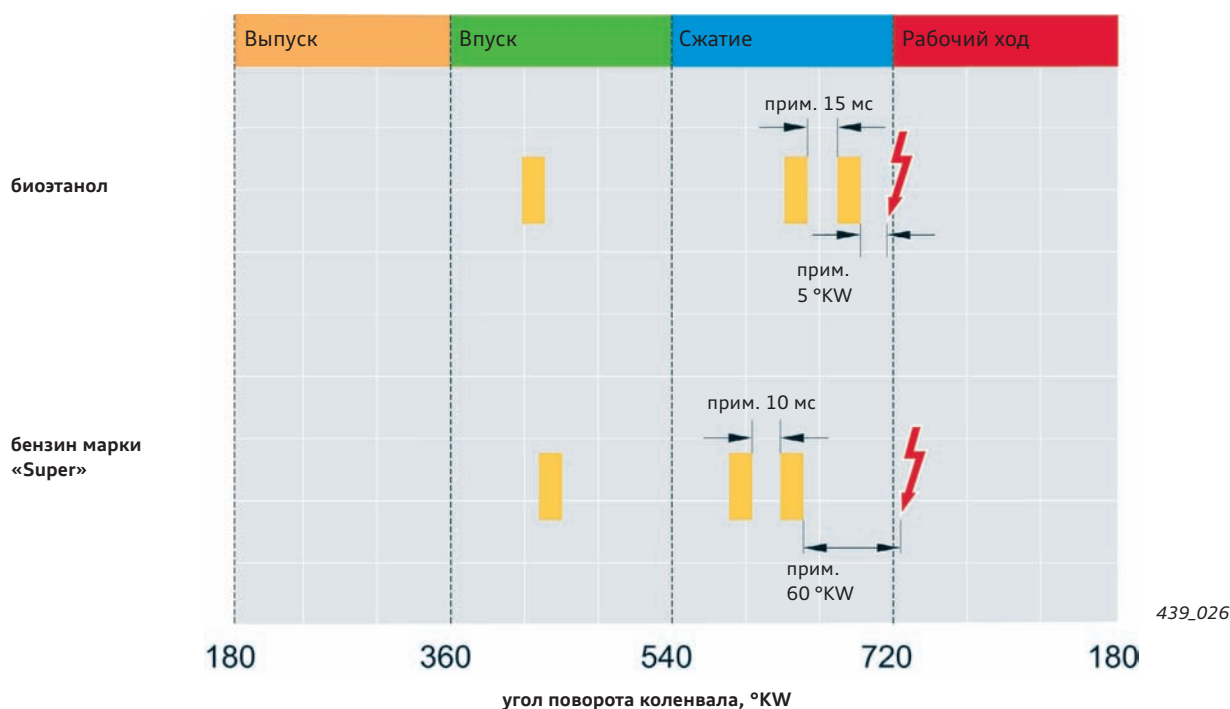
Схемы впрыскивания для бензина и для E85 при холодном пуске аналогичны:

- ▶ Первое впрыскивание выполняется в такте впуска и обеспечивает «базовое обогащение» топливо-воздушной смеси.

Система позволяет реализовать теперь три последовательных впрыскивания, по сравнению с предыдущими двумя.

При двух впрыскиваниях выделялись два «окна впрыскивания», одно в такте впуска и одно в такте сжатия. При многократном впрыскивании впрыскивание в такте сжатия разделяется на два гибких «пакета». Точный момент и количество впрыскиваемого топлива для каждого «пакета» могут быть выбраны произвольно.

- ▶ В такте сжатия выполняются ещё два, быстроследующих одно за другим, впрыскивания. Короткая пауза между двумя этими впрыскиваниями обеспечивает улучшение смесеобразования и равномерное распределение топлива в камере сгорания, а тем самым и в области у свечи зажигания, где к моменту зажигания должна иметься пригодная к воспламенению смесь.



Различия между схемами впрыска для бензина и для E85

Окно впрыскивания в такте впуска выбирается в обоих случаях практически одинаково. Единственное различие здесь заключается в том, что в связи с большей объёмной потребностью в E85 время впрыскивания оказывается соответственно больше.

Благодаря непосредственному впрыску при холодном пуске тепло, образующееся в результате сжатия воздуха в цилиндре, используется для улучшения смесеобразования. Поэтому в такте сжатия пакеты впрыскивания E85 располагаются заметно позже и с меньшим промежутком между ними.

Временной промежуток между последним впрыскиванием и зажиганием, которое происходит в ВМТ, также выбирается короче, чем при пуске на бензине.

На бензине впрыскивание происходит раньше и временной промежуток между последним впрыскиванием и зажиганием больше. Это способствует лучшей гомогенизации рабочей смеси и предотвращает образование сажевых частиц при холодном пуске двигателя.

При холодном пуске высокое давление топлива составляет 150 бар.

Это позволяет распылять впрыскиваемое топливо более тонко и одновременно обеспечивает большее количество впрыскивания при той же продолжительности.

Холодный пуск на этаноле

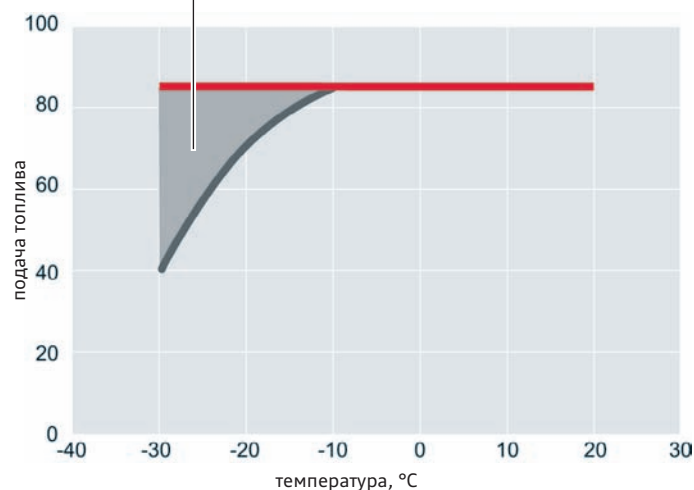
Пуск двигателя на топливе с высоким содержанием этанола

Меньшая плотность этанола делает необходимым применение дополнительных технических решений для обеспечения холодного пуска двигателя на топливе E85.

Меньшая плотность обуславливает необходимость увеличенной объёмной подачи топлива, в результате производительность ТНВД при холодном пуске, даже несмотря на высокое давление подачи, оказывается недостаточной.

Производительность ТНВД была рассчитана исходя из потребностей базового двигателя и обеспечивает, при работе на бензине, достаточную подачу для надёжного пуска до температур -30°C .

дополнительная потребность в топливе, покрываемая пусковой форсункой



439_027

- с пусковой форсункой
- без пусковой форсунки

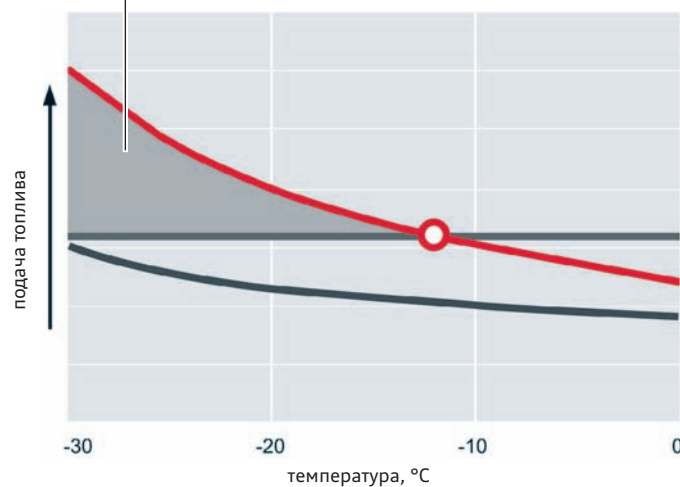
Подача топлива при холодном пуске

При температурах ниже нуля подача топлива при пуске двигателя на E85 существенно увеличивается по сравнению с пуском на бензине.

Для надёжного пуска двигателя при температуре -30°C на E85 требуется вдове большая подача топлива.

Для увеличения производительности ТНВД на двигателе 2,0 TFSI flexible fuel высота кулачка насоса высокого давления была увеличена на 6%, несмотря на это при прим. -10°C производительность ТНВД оказывается полностью исчерпанной. С этой температуры к подаче топлива подключается пусковая форсунка N17.

дополнительная потребность в топливе

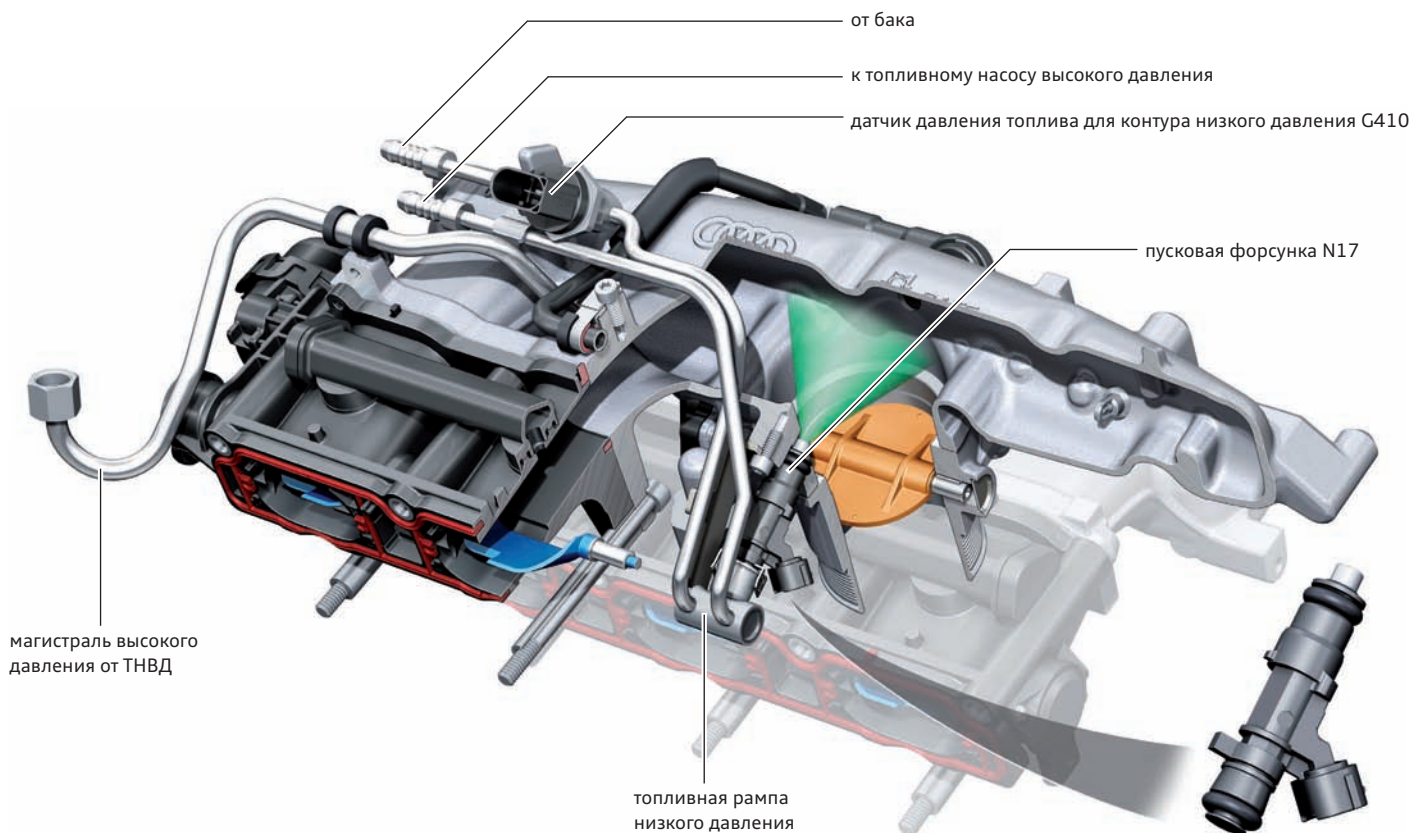


439_028

- этанол
- бензин марки «Super»
- производительность ТНВД при пуске двигателя

Новый впускной коллектор

Впускной коллектор представляет собой полностью новую разработку. Запланированные объёмы выпуска нового двигателя, однако, не настолько велики, чтобы оправдать создание оснастки для изготовления детали из пластмассы. По этой причине впускной коллектор изготавливается из алюминия.



439_029

Пусковая форсунка N17

Чтобы при температурах ниже -10°C обеспечить достаточную для пуска двигателя подачу топлива, в контуре низкого давления системы питания имеется дополнительная пусковая форсунка. Эта дополнительная пусковая форсунка установлена во впускном коллекторе за воздушной заслонкой. Подача топлива распределяется между контурами высокого и низкого давления таким образом, чтобы через пусковую форсунку (низкое давление) подавалось только то количество топлива, которое не может быть подано ТНВД.

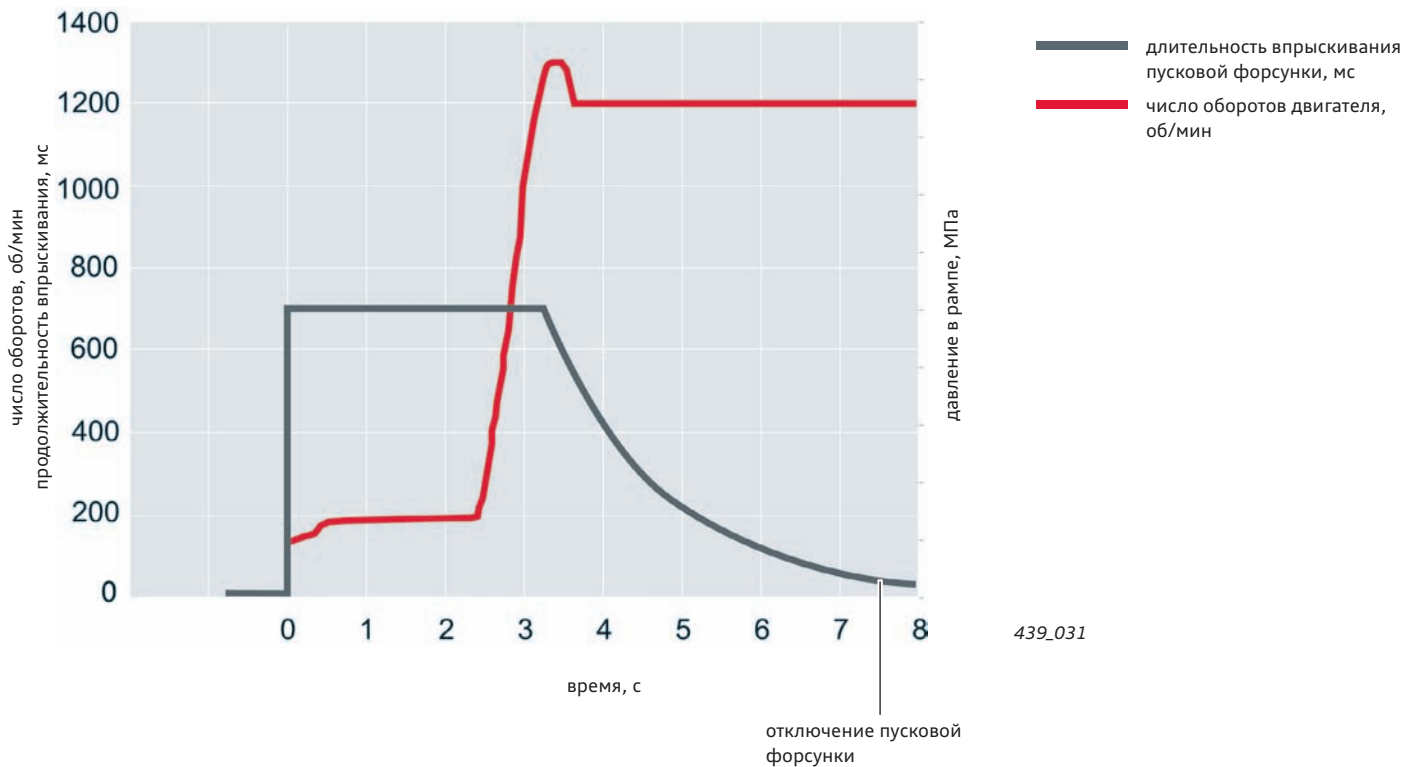
Это означает, что контур высокого давления (форсунки непосредственного впрыска) всегда работает в таких случаях с максимальной производительностью.

Чтобы топливо, впрыскиваемое пусковой форсункой и системой высокого давления попадало в камеру сгорания одновременно, при пуске двигателя необходима координация работы обеих этих систем впрыскивания.

Подача топлива при холодном пуске двигателя

1. Запуск

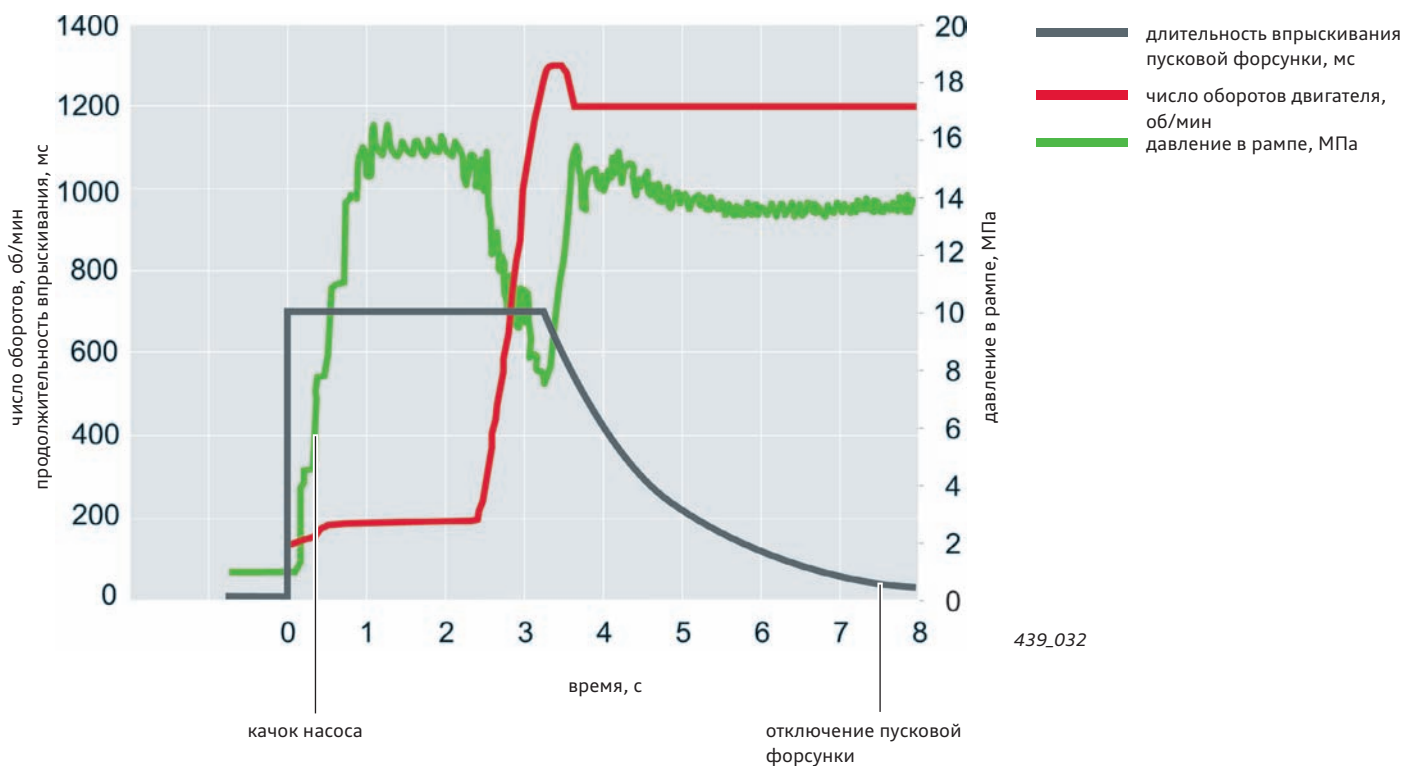
На графике ниже показан процесс запуска холодного двигателя при температуре наружного воздуха -25°C . При включении стартера начинается впрыскивание топлива через пусковую форсунку N17.



2. Создание высокого давления

Одновременно с впрыскиванием топлива через пусковую форсунку, ТНВД создаёт высокое давление топлива в контуре высокого давления. Форсунки высокого давления при этом пока не работают (топливо через них не впрыскивается).

Время, требуемое на то, чтобы топливо от пусковой форсунки поступило в камеру сгорания, используется для создания в контуре высокого давления давления 150 бар.



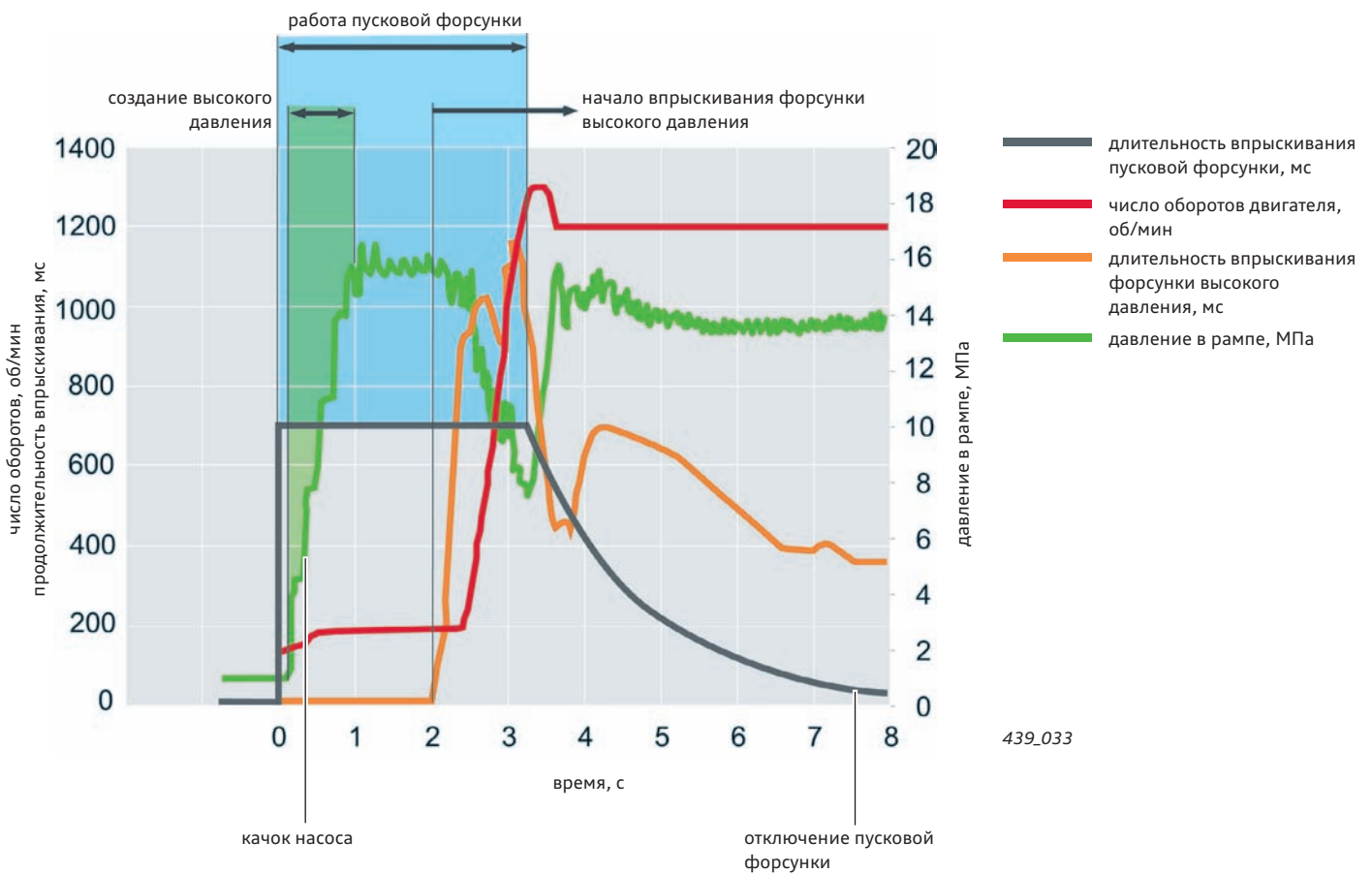
3. Впрыскивание через форсунки высокого давления

После того, как в контуре высокого давления будет создано высокое давление, а топливо пусковой форсунки дойдёт до камер сгорания, начинают работать форсунки высокого давления. Впрыскивание высокого давления осуществляется с максимальной производительностью, несмотря на то, что это неизбежно вызывает падение давления. Однако это падение давления не должно быть слишком большим. Слишком большое падение давления негативно повлияло бы на процесс смесеобразования.

Как только начнётся сгорание топлива в цилиндрах и двигатель выйдет на устойчивую работу, подача топлива через пусковую форсунку начинает постепенно уменьшаться.

Это уменьшение начинается с того момента, когда обороты двигателя достигнут номинальных оборотов холостого хода. Подача топлива во впускной коллектор прекращается медленно и постепенно, чтобы дополнительно поддержать первые циклы работы двигателя, а также дать возможность постепенно испариться плёнкам топлива, сконденсировавшимся на стенках впускного коллектора.

Таким образом, управление временем впрыскивания системы высокого давления зависит от работы пусковой форсунки, которая, в свою очередь, зависит от концентрации этанола в бензине и от температуры воздуха, при которой осуществляется пуск двигателя.



439_033

Попадание топлива в масло и испарение топлива из масла

Введение

Масло, топливо и вода, соединяясь, образуют эмульсию сложной структуры, которая способствует активному вымыванию необходимых компонентов из масла и проникновению в масло загрязнений.

Высокое содержание топлива в моторном масле приводит к значительному снижению его вязкости, вследствие чего уменьшается толщина смазочного слоя. Оно может также, за счёт быстрого испарения топлива, приводить к *кавитации**

Попадание в масло кислородосодержащих субстанций уменьшает его способность образовывать плёнку, защищающую детали от истирания.

Исходя из описанного выше рассчитываются указанные на стр. 28 межсервисные интервалы.

В холодном двигателе топливо, до его сгорания, и содержащийся в ОГ пар могут конденсироваться во впускном тракте и в цилиндрах и, таким образом, разжижать масло двигателя.

При работе на E85 за один цикл холодного пуска в масло может попасть до 160 г топлива. К концу фазы прогрева содержание топлива и воды в масле составляет примерно 15%. Конденсация топлива E85 ведёт к увеличению расхода топлива. При температурах масла ниже прим. 50°C топливо и вода проникают в масло, разжижая его. При температурах выше 50 °C топливо и вода испаряются..

В фазе прогрева двигателя при работе на E85 в моторное масло попадает намного больше топлива, чем при работе на бензине. Это вызывается двумя причинами:

- ▶ при работе на E85 объёмный расход топлива больше
- ▶ различной характеристикой кипения этих топлив (см. график 439_034)

В отличие от бензина, у этанола нет плавной характеристики кипения, у него есть только одна, фиксированная температура кипения. Эта температура составляет 78°C.

В то время, как различные фракции бензина начинают кипеть при различных температурах, занимающих весь спектр от 40°C до 200°C, «весь» этанол начинает кипеть только при одной, фиксированной температуре 78°. Это объясняется тем, что этанол является одним химическим веществом, все молекулы которого имеют одну и ту же структуру, в отличие от бензина, который является смесью различных химических веществ (фракций).

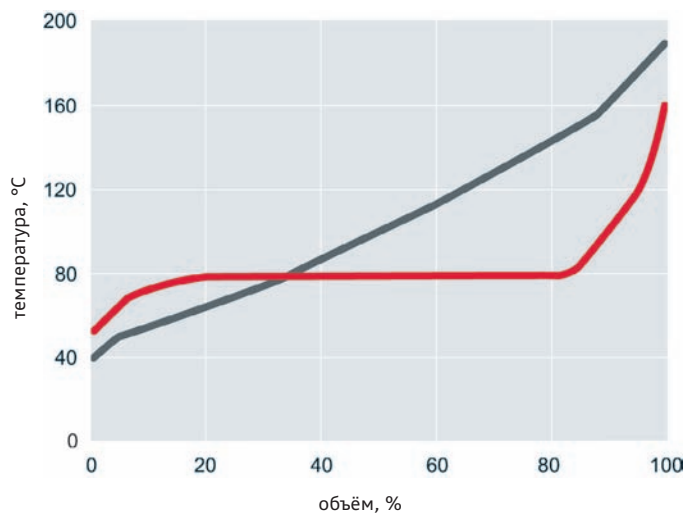
Меры, принимаемые системой управления двигателя

Попадание топлива E85 во время прогрева двигателя происходит в первую очередь из-за эффекта постоянной точки кипения этанола, а также из-за большего объёма впрыскиваемого топлива. При холодном пуске двигателя, вследствие большего объёмного расхода этанола и необходимости дополнительного обогащения смеси, в двигатель впрыскивается большое количество топлива. Оно, однако, представляет собой только малую часть общего количества топлива, которое будет впрыскиваться в двигатель в ходе всей фазы прогрева.

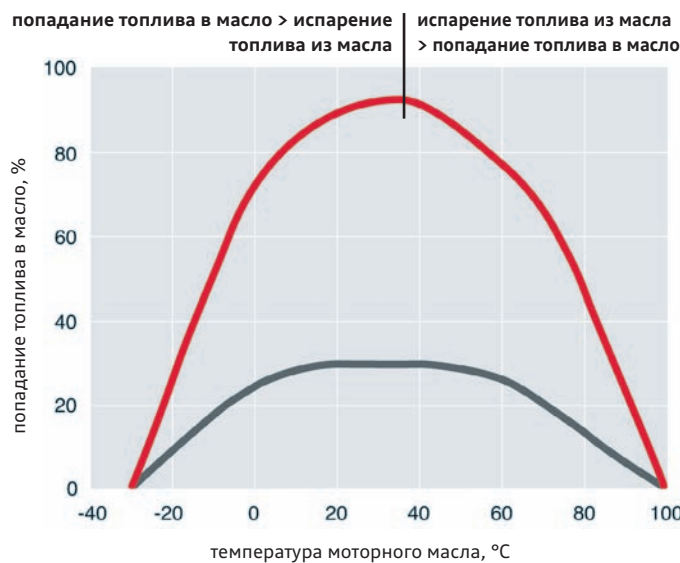
Несгоревшее топливо, пришедшее в контакт с деталями двигателя, температура которых ещё не достигла 78°C, конденсируется на них и либо выносится вместе с ОГ через систему выпуска, либо, проходя через поршневые кольца, попадает в моторное масло.

Этот эффект сохраняется в фазе прогрева до тех пор, пока температура всех деталей двигателя в камере сгорания не превысит, с достаточным запасом, температуру кипения этанола. Эта точка достигается при температуре моторного масла прим. 35°C. Начиная с этого момента из масла начинает испаряться больше этанола, чем поступать.

Особенно много топлива может попасть в масло двигателя, когда автомобиль используется для нескольких коротких поездок подряд.



439_034



439_035

- этанол
- бензин марки «Super»

Испарение топлива из масла

Когда температура моторного масла достигает 78°C, этанол из него полностью испаряется. Образовавшиеся пары этанола отводятся системой вентиляции картера и вновь подаются в камеры сгорания.

Система управления двигателем должна при этом принимать при работе на холостом ходу определённые меры, чтобы сгорание могло проходить по *стехиометрической** модели. В зависимости от режима работы и процента содержания этанола могут приниматься следующие меры:

- ▶ Уменьшение массы впрыскиваемого топлива за счёт уменьшения длительности открывания форсунок высокого давления.
- ▶ Если этого не достаточно, давление топлива снижается на 30 бар.
- ▶ В крайних случаях момент зажигания может быть сдвинут в сторону более позднего зажигания.
- ▶ Последней мерой является дополнительно увеличение оборотов холостого хода.

Сервисное обслуживание

Обслуживание автомобиля

Работы по техническому обслуживанию	Интервалы
Интервалы замены масла, общие, без LongLife	фиксированные интервалы 15000 км или 12 месяцев (в зависимости от того, что наступит раньше)
Спецификации моторных масел	моторное масло по регламенту VW 50400 или 50200
Интервалы замены масляного фильтра	при каждой замене масла
Заправочный объём при замене масла (в условиях сервиса)	4,6 литра (включая масляный фильтр)
Слив/откачка моторного масла	возможны оба варианта
Значения шкалы для тестера электронного индикатора уровня масла (при отсутствии маслоизмерительного щупа)	<ul style="list-style-type: none">▶ значение для регулировочного кольца (верхнее значение шкалы) 39▶ значение для области мин. – макс. уровня масла (нижнее значение шкалы) 0 – 24
Интервалы замены воздушного фильтра	90 000 км
Интервалы замены топливного фильтра	на весь срок службы (Lifetime)
Интервалы замены свеч зажигания	<ul style="list-style-type: none">▶ 30 000 км или 6 лет (в зависимости от того, что наступит раньше)

Привод ГРМ и навесных агрегатов

Работы по техническому обслуживанию	Интервал
Интервалы замены поликлинового ремня	на весь срок службы (Lifetime)
Натяжитель поликлинового ремня	на весь срок службы (Lifetime)
Интервалы замены цепи привода ГРМ	на весь срок службы (Lifetime)
Натяжитель цепи привода ГРМ	на весь срок службы (Lifetime)

Словарь специальных терминов

Автономный холодный пуск

Холодный пуск двигателя, выполняемый без помощи дополнительных устройств (напр., электрического подогревателя блока цилиндров). Для этого в технике FSI реализуется многократное впрыскивание топлива в цилиндры двигателя, дающее возможность отказаться от предварительного подогрева двигателя и обеспечивающее надёжный запуск холодного двигателя при температурах до -25°C .

AVS

система регулирования подъёма клапанов (Audi Valvelift System)

Система AVS используется для оптимизации процесса наполнения цилиндров рабочей смесью. В двигателе 2,0 TFSI этой системой оснащается распредвал не впускных, а выпускных клапанов. В системе используется разделение выпуска последовательно работающих цилиндров, создающее эффект наддува на турбинном колесе турбоагнетателя.

Электрический подогреватель блока цилиндров

Для компенсации плохого запуска двигателя при температурах ниже нуля раньше использовались, особенно в скандинавских странах, т. н. электрические подогреватели блока цилиндров. При использовании такого подогревателя припаркованный автомобиль подключается к электрической розетке и остаётся подключённым всё время (т. е. многие часы). Встроенный в двигатель электрический нагревательный элемент постоянно поддерживает двигатель при температуре, обеспечивающей надёжное воспламенение рабочей смеси и, таким образом, надёжный пуск двигателя.

ВТЛ-топливо

жидкое топливо, получаемое из биомассы, от англ. Biomass To Liquid (букв. «сжижение биомассы»)

Представляет собой синтетическое топливо, производимое на основе биомассы. В результате возможно получение топлив, которые, хотя химически и отличаются от обычного бензина и дизельного топлива, но могут, тем не менее, использоваться в бензиновых и дизельных двигателях. ВТЛ-топлива относятся к биотопливам второго поколения.

Давление насыщенного пара

Давление, при котором насыщенный пар находится в термодинамическом равновесии с жидкостью того же химического состава.

Диэлектрики

Вещества, плохо или совсем не проводящие электрический ток. Через диэлектрики могут проникать электромагнитные поля. Носители заряда в диэлектриках, вообще говоря, свободно перемещаться не могут. Диэлектриком может быть как газ, так и жидкость или твёрдое тело.

Диэлектрическая проницаемость

Отношение ϵ к диэлектрической постоянной ϵ_0 (диэлектрической проницаемости вакуума) $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$. Безразмерная величина ϵ_r характеризует ослабление поля за счёт диэлектрической поляризации внутри электроизолирующих материалов.

FSI

(от англ. Fuel Stratified Injection, букв. *послойный впрыск топлива*)

Техника непосредственного впрыска топлива в камеру сгорания под давлением более 100 бар, применяемая на бензиновых двигателях концерна VW.

Кавитация

(лат.: *cavitas* — пустота)

Образование и исчезновение в жидкости полостей (кавитационных пузырьков) вследствие колебаний давления. При этом различают две крайних формы кавитации, между которыми может быть множество переходных форм. При жёсткой кавитации возникающие полости заполнены преимущественно парами окружающей их жидкости. При увеличении внешнего давления находящиеся в такой полости пары могут «взрывным» образом конденсироваться, в результате чего пузырёк захлопывается с возникновением микроскопического гидравлического удара. В случае мягкой или стабильной кавитации кавитационная полость заполняется растворёнными в жидкости газами, которые предотвращают её «взрывообразный» коллапс.

Октановое число

Количественная характеристика топлива, характеризующая его стойкость к детонации, т. е. самовоспламенению в камере сгорания. Чем выше октановое число топлива, тем с большей эффективностью может работать на нём двигатель.

Стехиометрическое сгорание

Характеризует топливо-воздушную смесь в такой пропорции, при которой в ней содержится точно то количество кислорода, которое необходимо для сгорания топлива. При сгорании топлива в такой смеси топливо сгорает полностью и при этом «лишнего», непрореагировавшего кислорода не остаётся. Для полного сгорания одного килограмма обычного бензина требуется 14,8 кг воздуха, для полного сгорания одного килограмма бензина марки «Super» требуется 14,7 кг воздуха, для полного сгорания одного килограмма этанола требуется 9,0 кг воздуха, для полного сгорания одного килограмма дизельного топлива требуется 14,5 кг воздуха.

Теплота испарения

Теплота испарения ΔV_H — энергия, которую необходимо сообщить в изобарно-изотермическом процессе одному молу вещества для перевода его из жидкого состояния в газообразное.

Чугун с вермикулярным графитом

Сплав железа с углеродом, в котором графит находится в преимущественно вермикулярной форме (лат.: *vermiculus* = червячок). Обычно чугуном с вермикулярным графитом сплав называют тогда, когда в вермикулярной форме находится не менее 80% графита, а остальной графит может находиться в шарообразной, но не в пластинчатой форме. Чугун с вермикулярным графитом обладает характерным пределом прочности при растяжении 0,2%. Твёрдость такого сплава в среднем на 50% выше, чем у чугуна с пластинчатым графитом, зависит, однако, как от толщины стенки, так и от содержания кремния в сплаве. Выигрыш в массе по сравнению с обычным чугуном, за счёт более тонких стенок, может составлять до 15%.

Контрольные вопросы

1. Что подразумевается под многотопливным двигателем (flexible fuel)?

- а) Двигатель, который может работать на бензине и на сжиженном газе.
- б) Двигатель, который может работать на бензине и на дизельном топливе.
- в) Двигатель, который может работать на бензине и на биоэтаноле.

2. Для чего нужен датчик G446?

- а) Этот датчик измеряет давление топлива в топливной рампе.
- б) Этот датчик измеряет содержание этанола в топливе.
- в) Сигнал этого датчика используется для управления параметрами смесеобразования.

3. Какие признаки характеризуют двигатель 2,0 TFSI flexible fuel?

- а) В двигателе 2,0 TFSI используется техника AVS и Старт-стоп.
- б) Использование двигателя не ухудшает заметно удобство пользования автомобилем и удовольствие, которое водитель получает от его вождения.
- в) Для двигателя был разработан специальный подогреватель двигателя для использования в регионах с холодным климатом.

4. Что подразумевается под термином «биоэтанол»?

- а) Маркетинговое название.
- б) Органическое углеводородное соединение.
- в) Топливо, получаемое из быстрорастущих растений, некоторых типов дерева и из органических отходов.

5. Какие изменения отличают двигатель 2,0 TFSI flexible fuel от базового варианта?

- а) Использование электрического подогревателя блока цилиндров.
- б) Использование усиленных шатунов.
- в) Увеличенная мощность двигателя.

6. Какие изменения были внесены в систему питания?

- а) Используется модифицированный топливный бак.
- б) Используется модифицированный модуль подачи топлива.
- в) Использование датчика качества топлива G446.

7. Какие есть особенности в системе управления двигателя?

- а) Длительность впрыскивания на холостом ходу сокращена.
- б) До температуры масла 35 °С масло разжижается компонентами топлива, не принимающими участие в процессе сгорания.
- в) Снижение оборотов холостого хода.

8. Что нужно учитывать при техническом обслуживании двигателя?

- а) Фиксированные межсервисные интервалы, отсутствие сервиса LongLife.
- б) Замена свечей зажигания через каждые 60 000 км.
- в) Топливный фильтр заменяется при каждом техническом обслуживании.

Подведение итогов

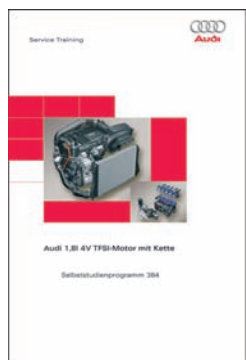
Использование этанола является одновременно удобным и выгодным решением, по сравнению с использованием бензина. Оно не требует внедрения никаких принципиально новых систем или узлов двигателя и также не требует установки находящихся под давлением газовых баллонов для хранения сжиженного газа LPG или природного газа CNG.

Двигатель Audi 2,0 TFSI flexible fuel является в настоящее время единственным многотопливным (Flex-Fuel) двигателем с техникой TFSI. При работе и на биотопливе E85, и на обычном бензине, он достигает оптимальной эффективности без каких-либо ограничений. Благодаря использованию биотоплива, получаемого из возобновляемого сырья, новый двигатель улучшает баланс CO₂ до 75%.

Благодаря вновь разработанной системе многократного впрыскивания с высоким давлением двигатель 2,0 TFSI flexible fuel может заводиться на топливе E85 в холодном состоянии при низких температурах.

В сегменте Premium Audi A4 с двигателем 2,0 TFSI flexible fuel стал новым ориентиром для своих конкурентов. При полном сохранении динамических характеристик базового бензинового варианта Audi A4 с двигателем 2,0 TFSI flexible fuel является в своём классе значительно более экономичным решением в рамках концепции многотопливного двигателя с принудительным зажиганием.

Программы самообучения



439_038



439_039



439_040



439_041

SSP 384 «Двигатель Audi 1,8 4V TFSI с цепным приводом ГПМ», номер для заказа: A06.5S00.29.00

SSP 436 «Изменения в 4-цилиндровом двигателе TFSI с цепным приводом ГПМ» номер для заказа: A08.5S00.52.00

SSP 411 «Двигатели Audi 2,8 и 3,2 FSI с системой Audi Valvelift System» номер для заказа: A07.5S00.42.00

SSP 451 «Audi TT RS с двигателем 2,5 R5 TFSI» номер для заказа: A10.5S00.67.00