

РОСАН - мотоспорт

# Двухтактные двигатели ROTAX - MARINE

---

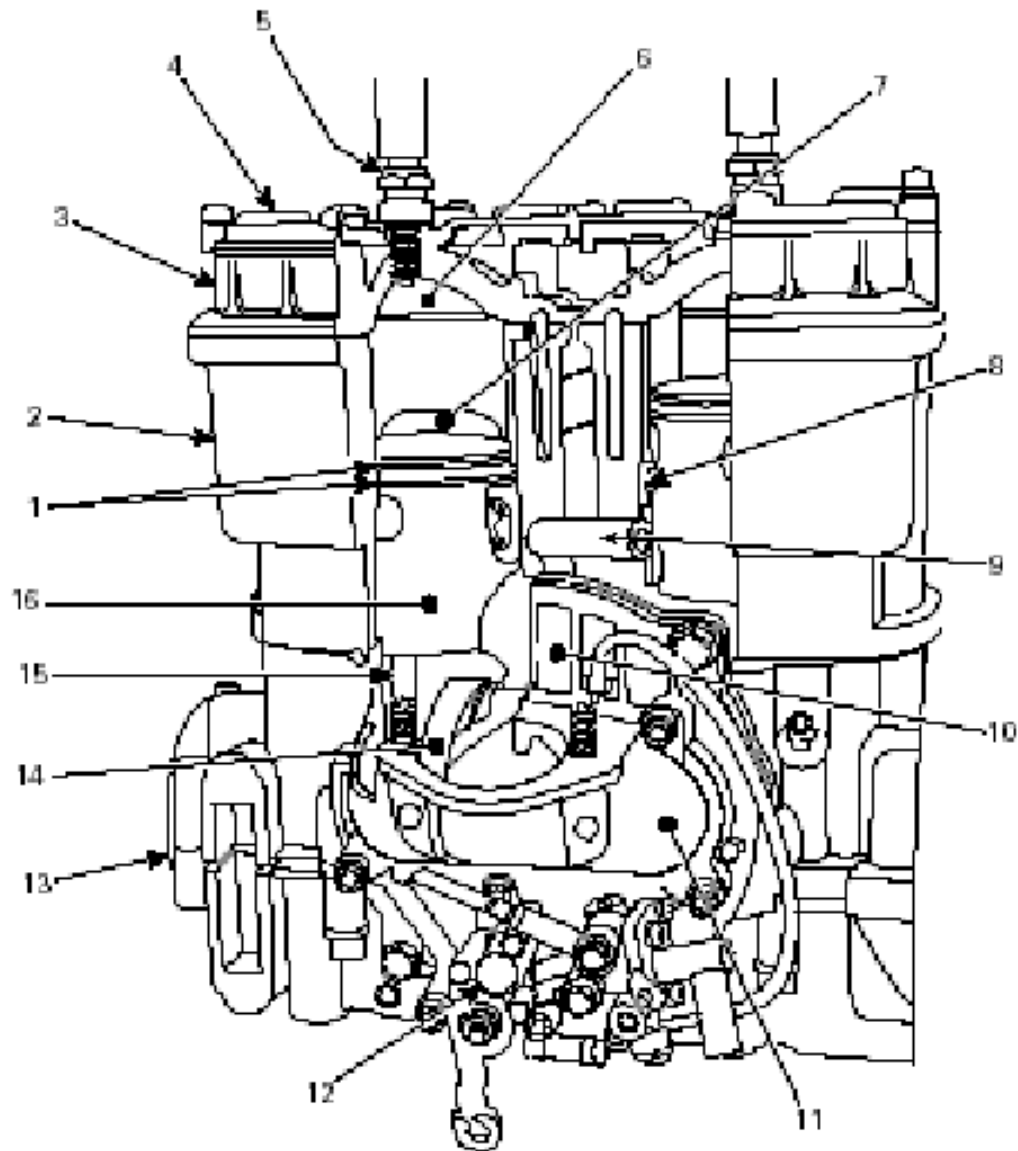
ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ROTAX  
ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ГИДРОЦИКЛАХ SEA-DOO BOMBARDIER

Санкт-Петербург

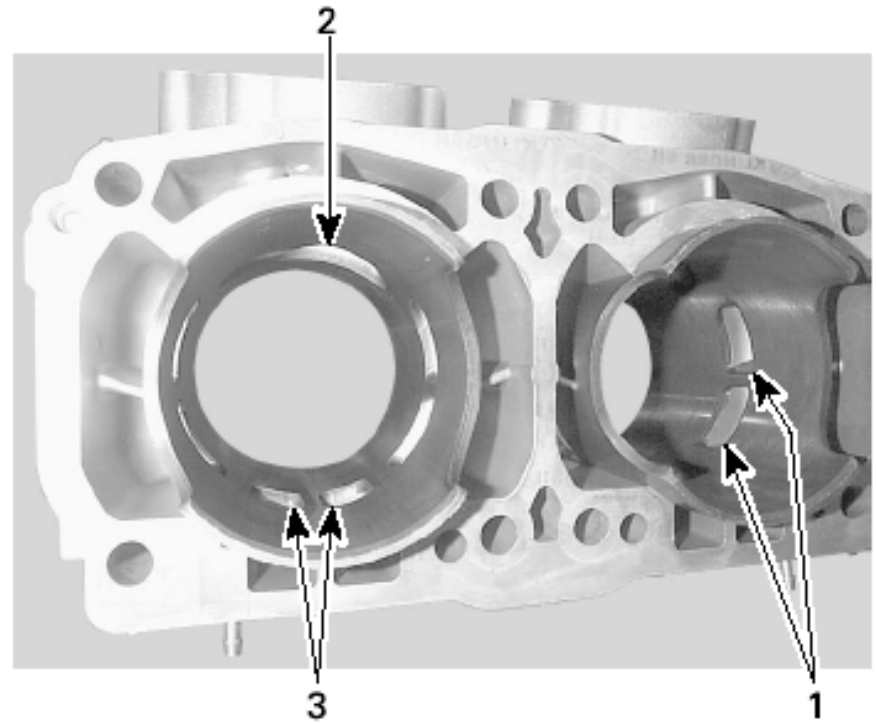
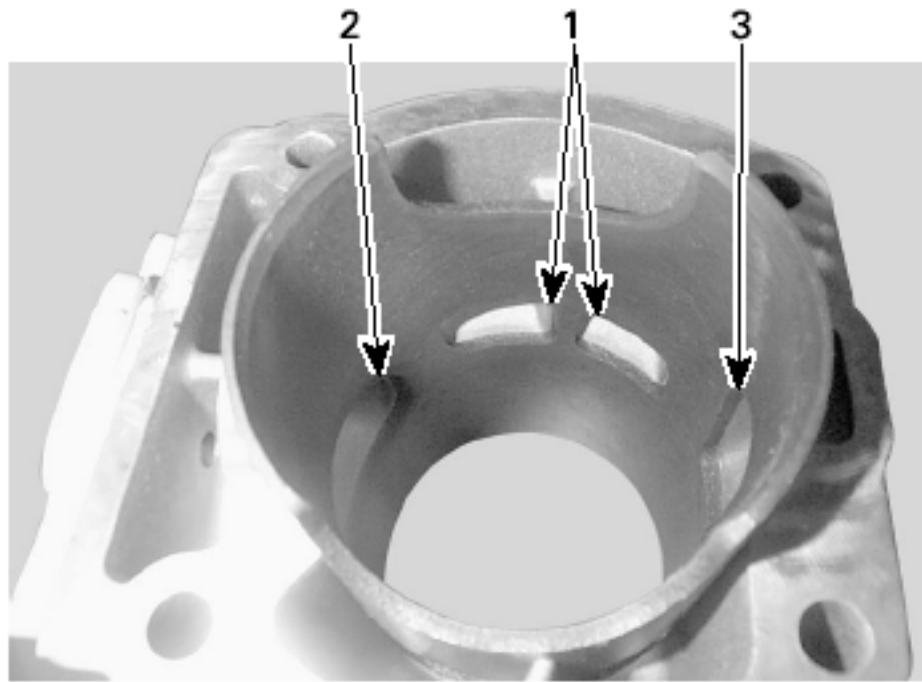
2002

# Основные компоненты двигателя

1. Поршневые кольца
2. Цилиндр
3. Головка блока цилиндров
4. Крышка головки блока (кроме 947 двигателя)
5. Свеча зажигания
6. Камера сгорания
7. Выпускное окно
8. Трансферный порт
9. Поршневой палец
10. Крышка золотникового клапана
11. Впускное окно
12. Маслонасос
13. Картер
14. Коленвал
15. Шатун
16. Поршень

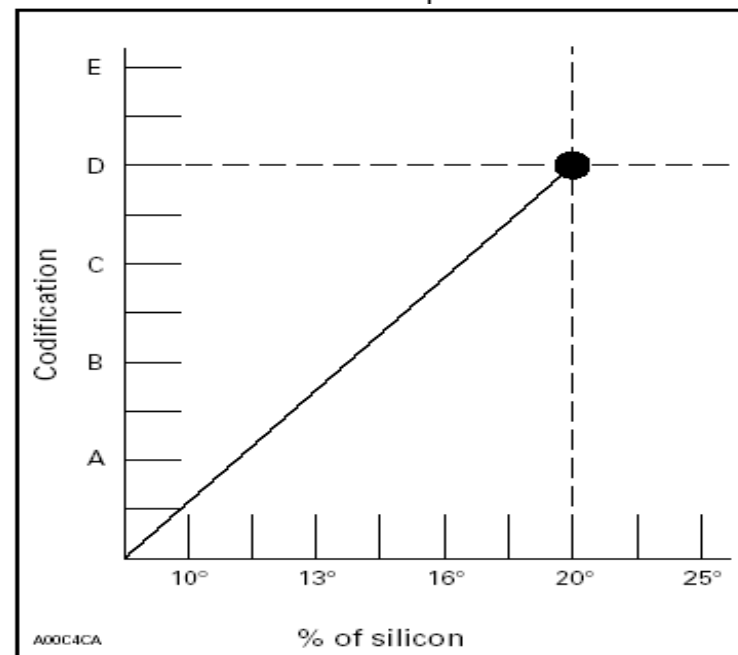
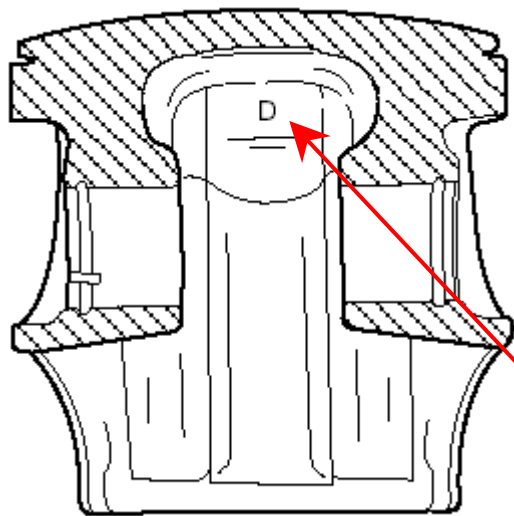
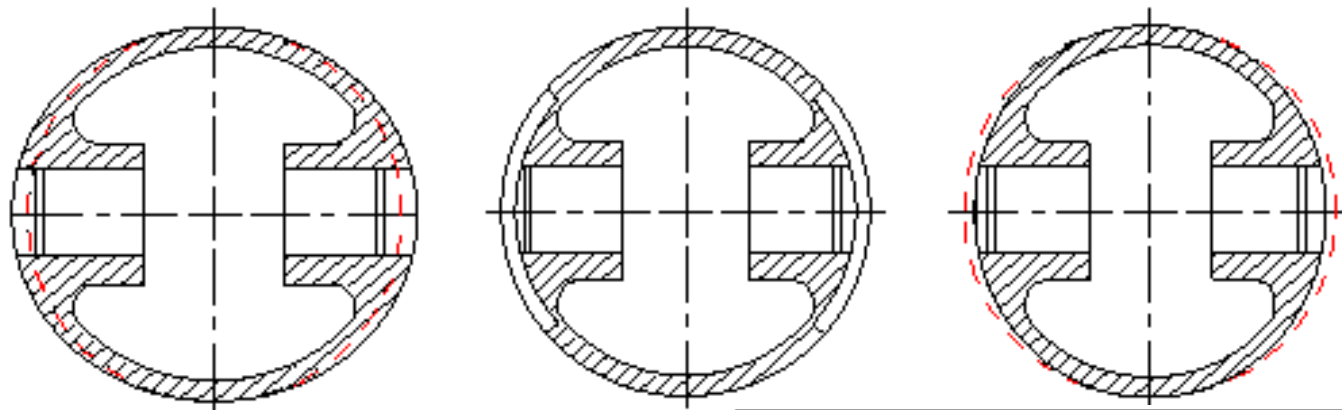


# Устройство цилиндра



1. Трансферный порт
2. Выпускное окно
3. Компенсаторное окно

# Тепловое расширение поршня

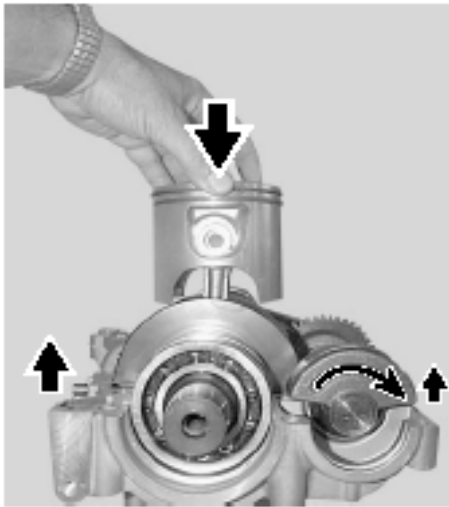


Буква, нанесенная на внутренней поверхности поршня, указывает содержание кремния в сплаве.

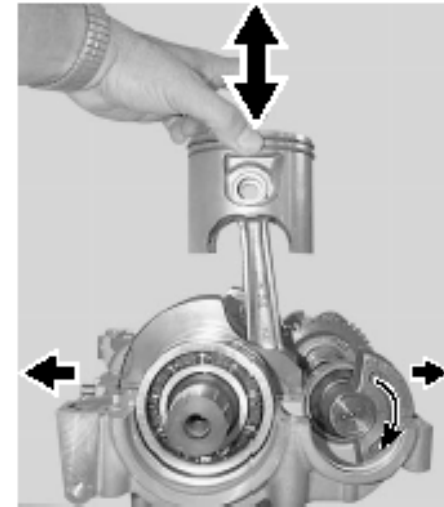
Кремний применяется для снижения коэффициента теплового расширения.

Так буква "А" соответствует минимальному, а буква "Е" – максимальному содержанию кремния.

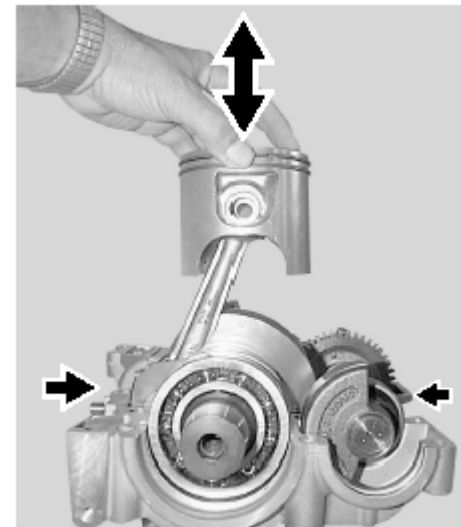
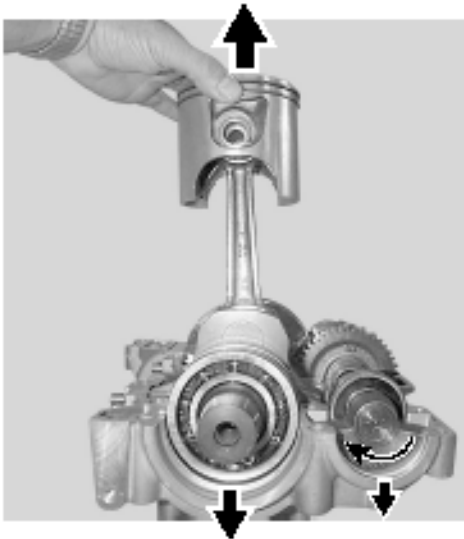
# Балансировочный вал



TDC & BDC

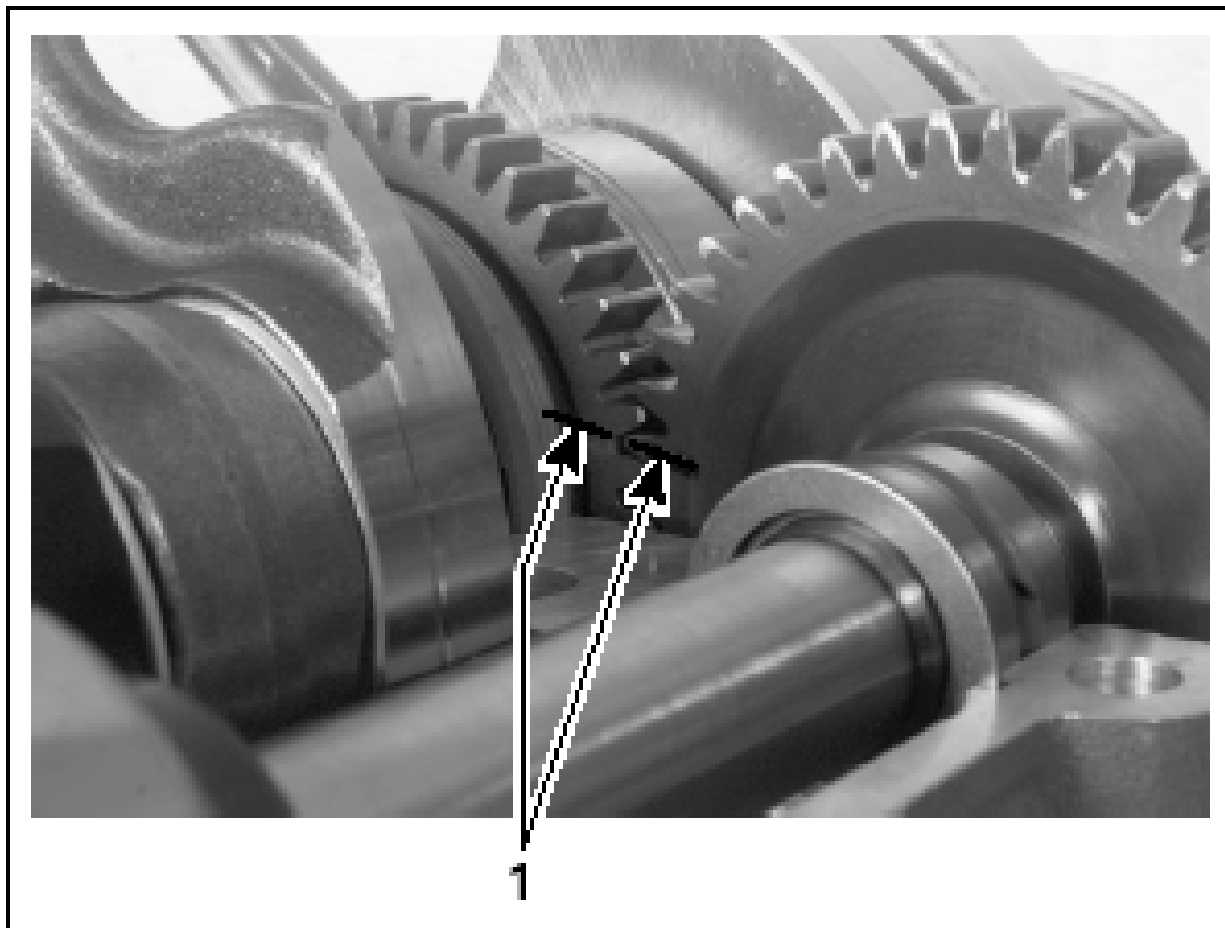


90° ATDC & 90° BTDC



# Балансировочный вал

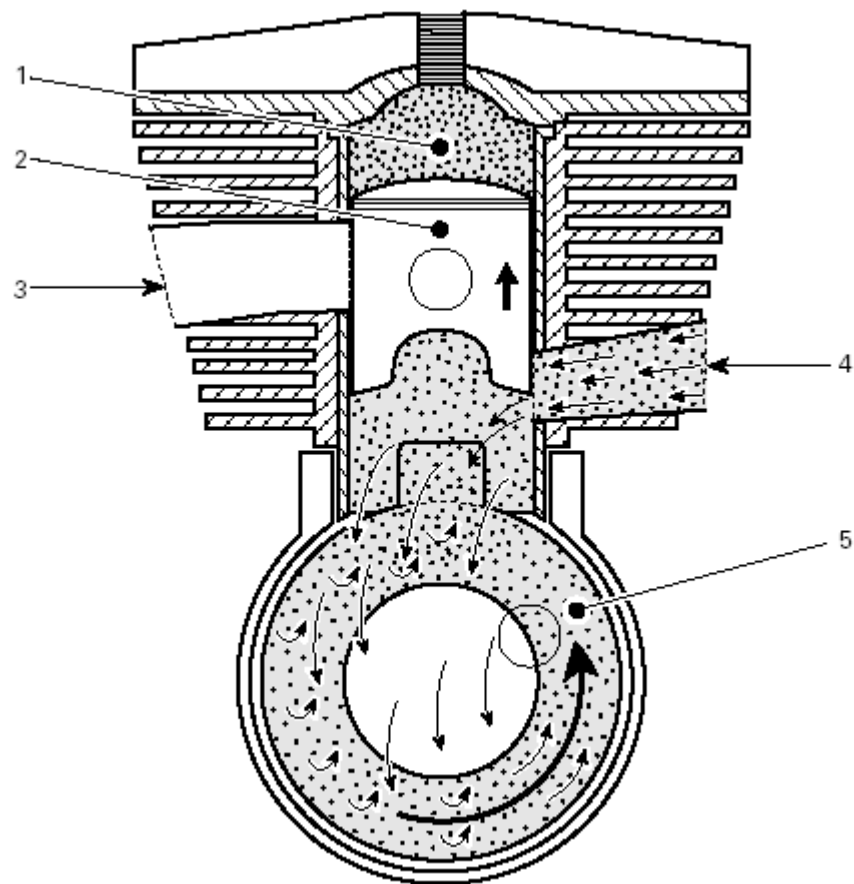
Нанесенные метки обеспечивают легкую и точную установку при сборке.



1. Установочные метки на 947 двигателе

# Теория 2-тактного двигателя

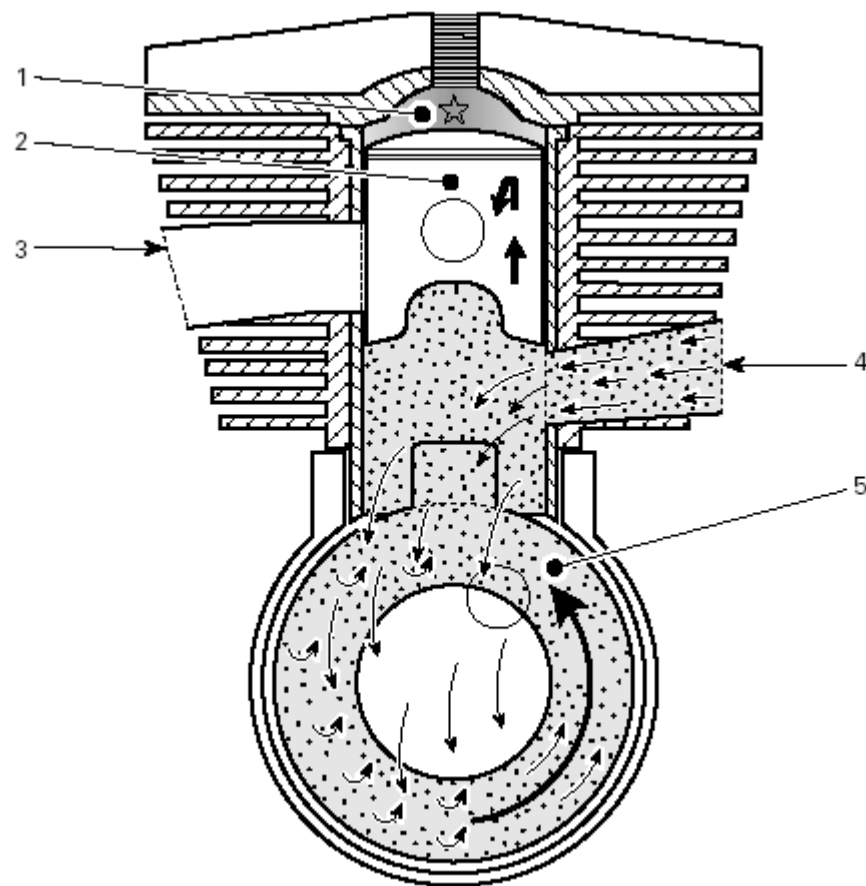
# Впуск и вторичное сжатие



1. Сжатая смесь
2. Поршень
3. Выпускной порт
4. Впускной порт
5. Воздушно-топливная смесь

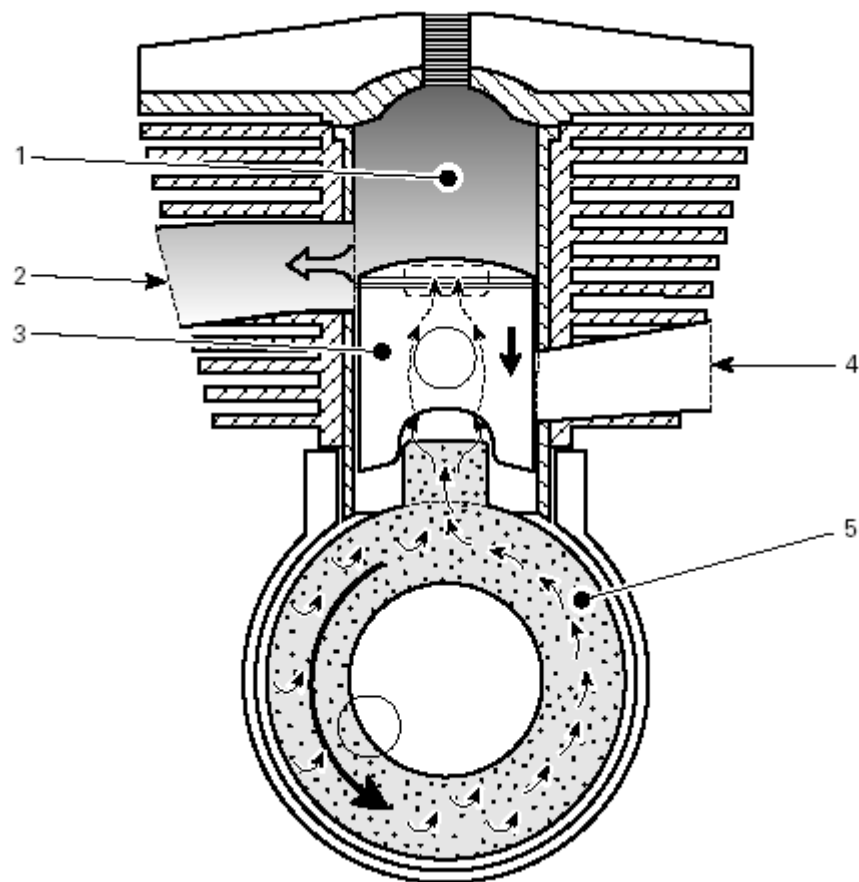


# Зажигание и сгорание



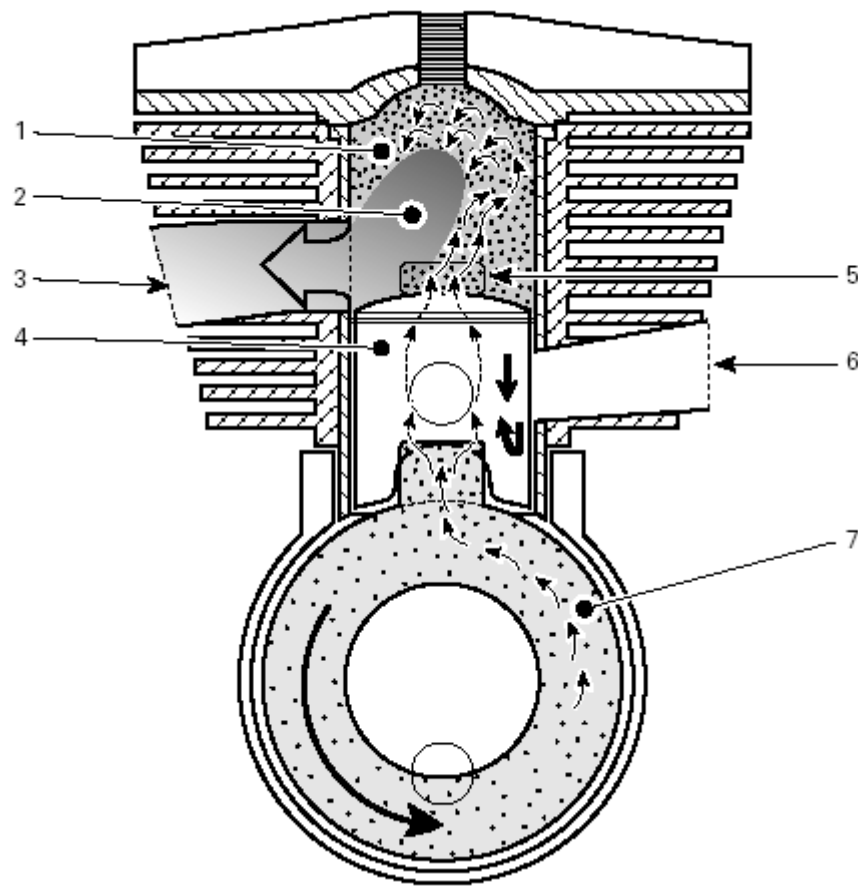
1. Воспламенение сжатой смеси
2. Поршень
3. Выпускной порт
4. Впускной порт
5. Воздушно-топливная смесь

# Выпуск и первичное сжатие



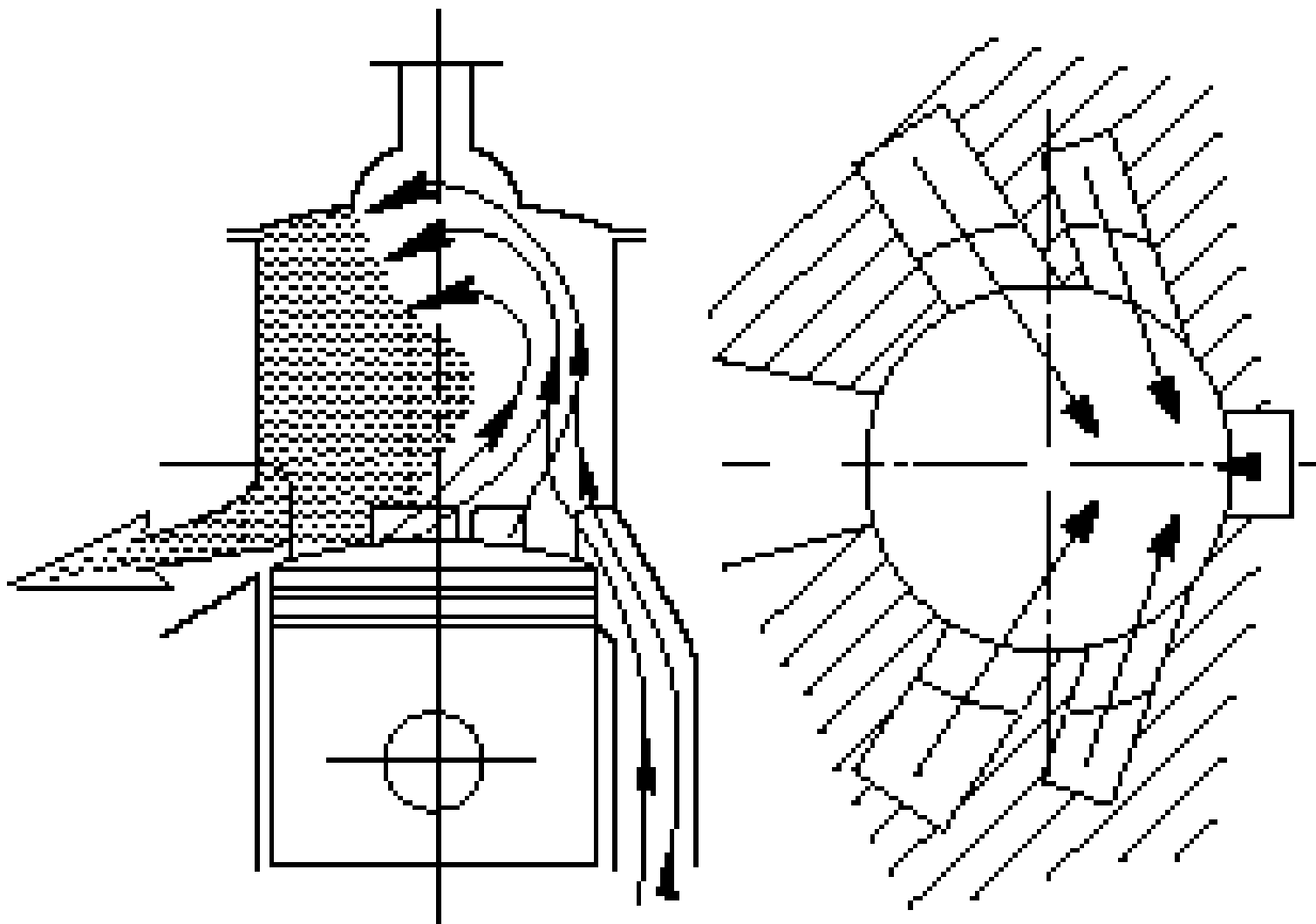
1. Сгоревшая смесь
2. Выпускной порт
3. Поршень
4. Впускной порт
5. Воздушно-топливная смесь

# Трансфер



1. Воздушно-топливная смесь
2. Сгоревшая смесь
3. Выпускной порт
4. Поршень
5. Трансферный порт
6. Впускной порт
7. Воздушно-топливная смесь

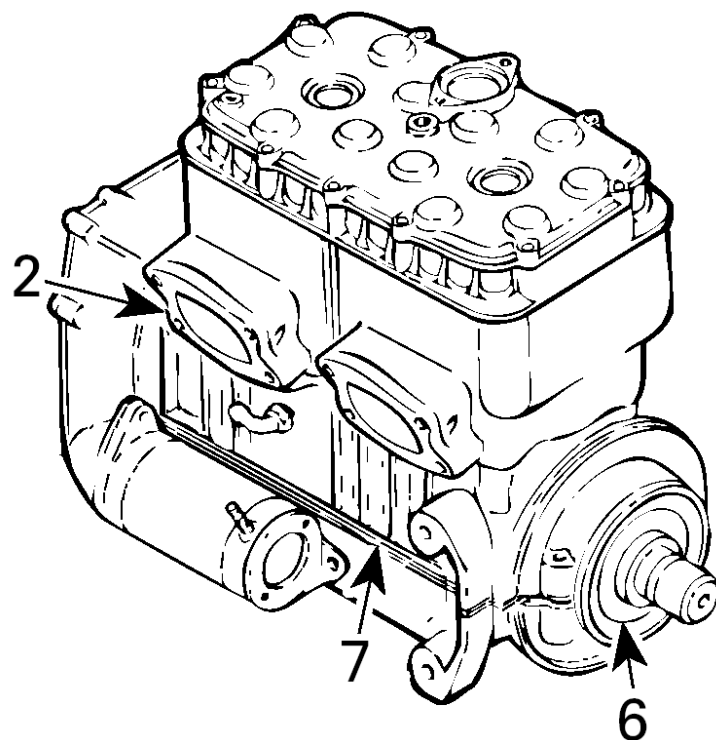
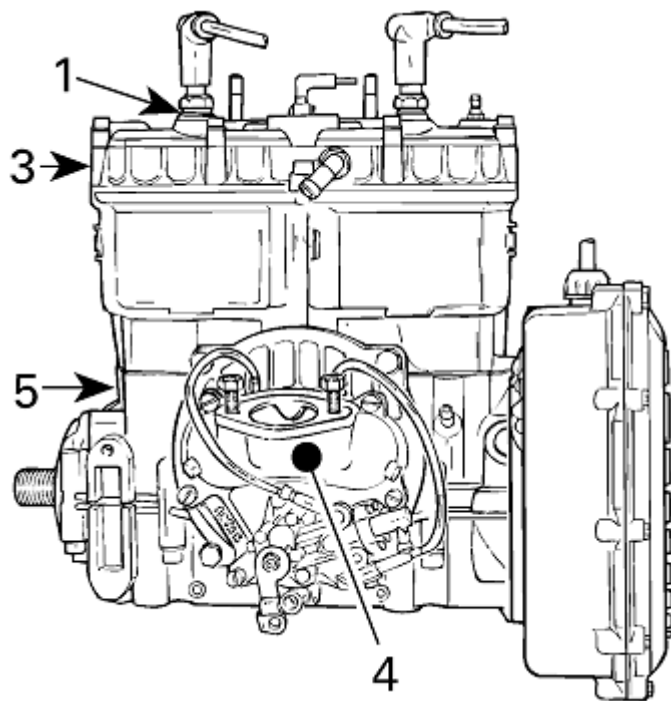
# Замещающее действие трансферных потоков



# Контроль герметичности двигателя

Три отдельных компонента двигателя подлежат проверке на герметичность:

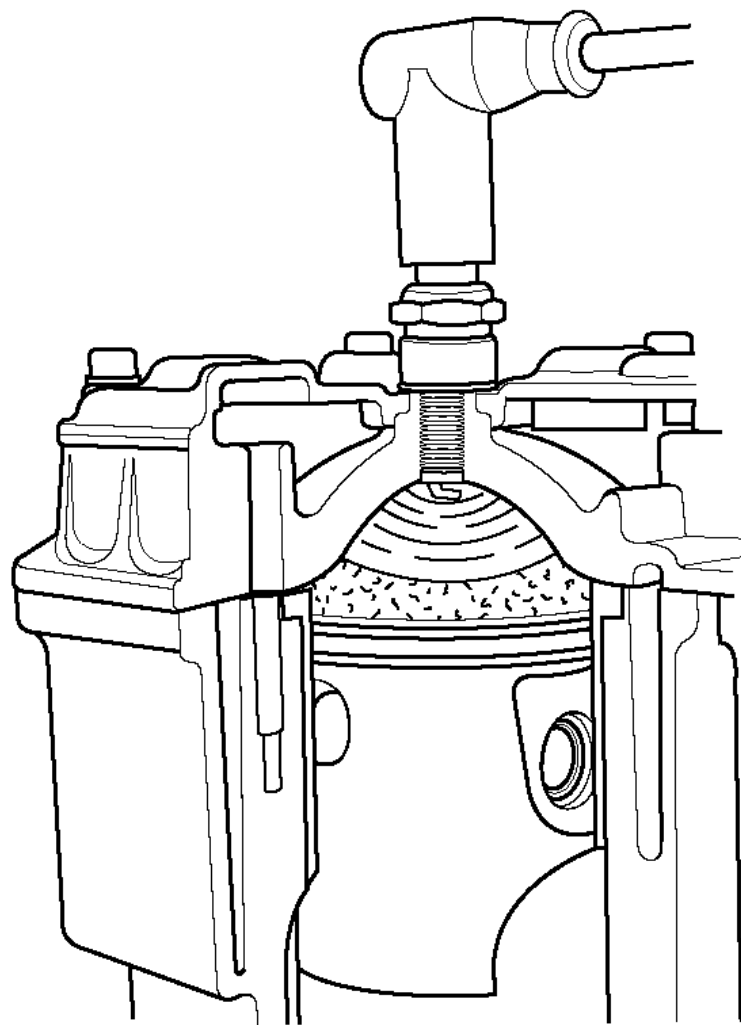
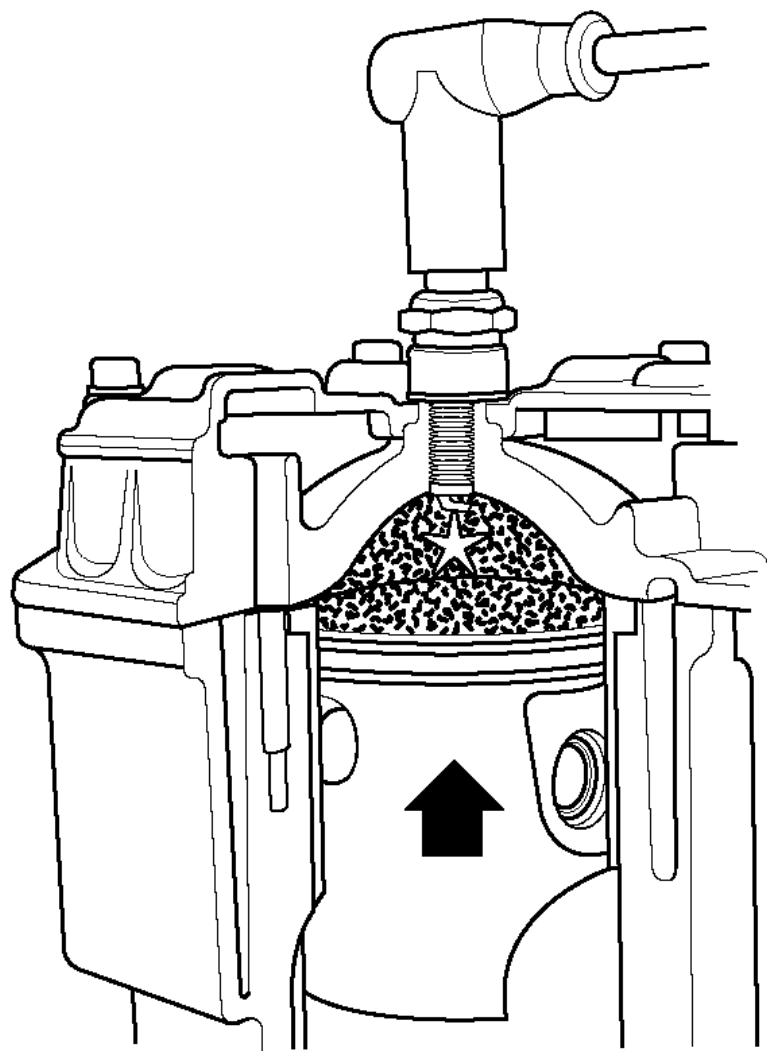
1. Система охлаждения двигателя
2. Нижняя и верхняя части двигателя
3. Отверстие приводного вала золотникового клапана (за искл. 947 двигателя)



1. Свеча зажигания
2. Прокладка выпускного коллектора
3. Прокладка головки блока
4. Прокладка впускного коллектора
5. Прокладка блока цилиндров
6. Сальники коленвала
7. Картер

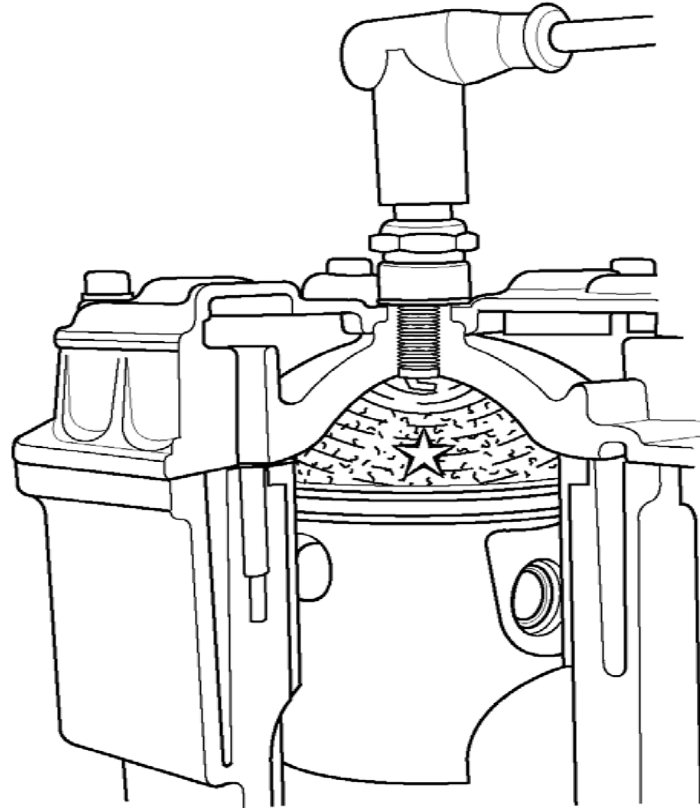
# Неправильные процессы сгорания

## *Детонация*



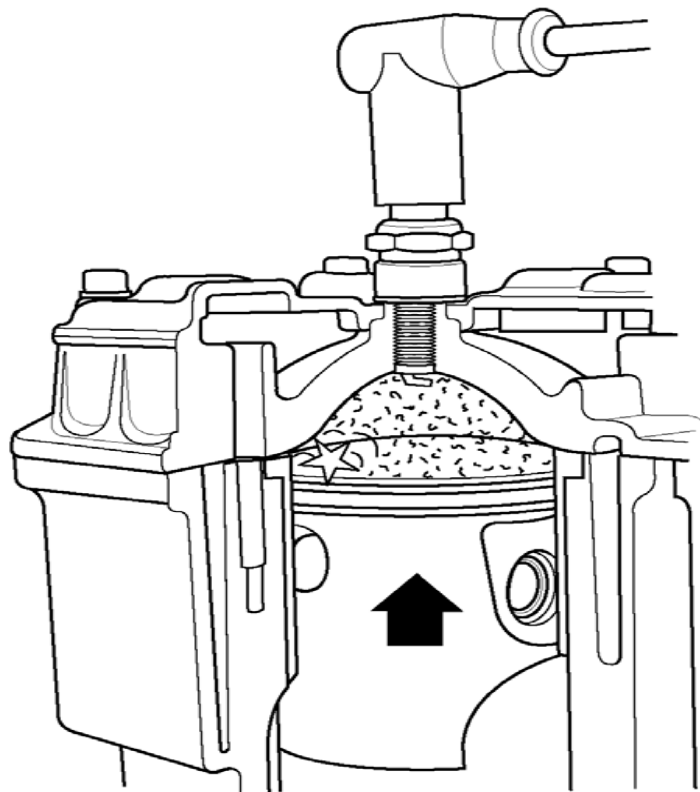
# Неправильные процессы сгорания

## *Детонация*



# Неправильные процессы сгорания

## *Преждевременное самовоспламенение*





# Причины детонации и преждевременного самовоспламенения:

- 1. Слишком низкое октановое число бензина.**
- 2. Бензо-воздушная смесь слишком бедная.**
  - Неправильный выбор жиклеров или регулировка карбюратора.
  - Утечки воздуха (отсутствие герметичности).
  - Отложения в карбюраторе.
  - Сбой в топливной системе.
- 3. Неправильно подобрана свеча зажигания (слишком горячая).**
- 4. Чересчур большой угол опережения зажигания.**
  - Неправильная начальная установка.
  - Неисправность компонента зажигания.
- 5. Слишком большая степень сжатия.**
  - Неправильная модернизация двигателя.
  - Отложение нагара на вершине поршня.
- 6. Неправильная модернизация выпускной системы.**
- 7. Закупорка глушителя.**
- 8. Общий перегрев двигателя.**

# Виды и причины повреждения поршня

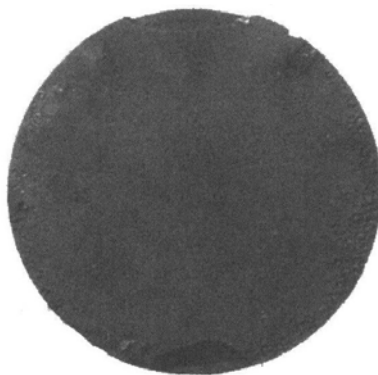
# Попадание постороннего предмета

Попадание в камеру сгорания постороннего предмета приводит к повреждению поршня.

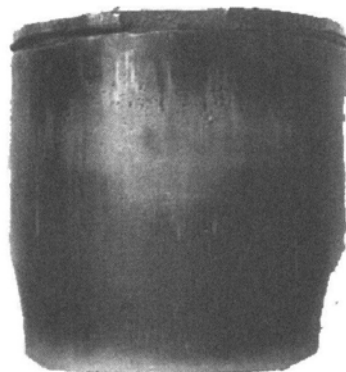
В данном случае обломился стопор поршневого кольца и обломил верхнюю кромку поршня. Это не привело к повреждениям нижней части поршня и юбки, но повредило верхнюю его часть. Наиболее вероятно, что головка цилиндра также повреждена и требует замены.

Другие возможные варианты:

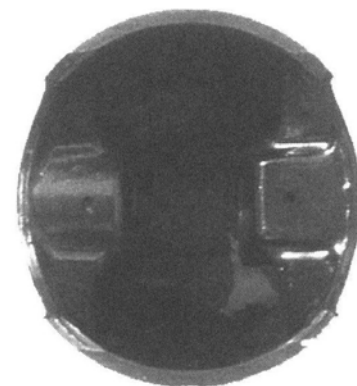
- ⇒ Выпавшее стопорное кольцо;
- ⇒ Части разрушаемого игольчатого подшипника;
- ⇒ Части разрушаемого подшипника коленвала;
- ⇒ Посторонний объект, попавший через впускной порт.



Вид сверху



Вид со стороны  
впускного окна



Вид снизу



Вид со стороны  
выпускного окна

# Преждевременное самовоспламенение

Причиной детонации является чрезмерно высокая температура в камере сгорания. Продолжающаяся детонация может начать «съедать» алюминий на каждом такте. Внешняя кромка поршня приобретает вид «изъеденной» песком. Дальнейшее продолжение детонации (как в данном случае) вызывает преждевременное самовоспламенение рабочей смеси. Как только начинается преждевременное самовоспламенение, температура сразу достигает величины, равной температуре плавления алюминия. Расплавленный алюминий начинает проходить через поршневые кольца. Горящий газ начинает прорываться, создавая отверстие в поршне.

В приведенном примере сторона выпуска повреждена значительно больше, т.к. этот процесс происходит настолько быстро, что не успевает повредить впускную область.

Причины детонации:

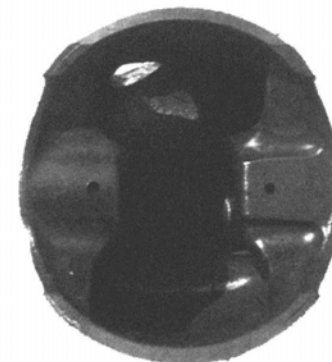
- ⇒ Утечка топливной смеси;
- ⇒ Бедная смесь (загрязнение топливных каналов или засорение жиклеров);
- ⇒ Слишком высокая степень сжатия;
- ⇒ Слишком большой угол опережения зажигания;
- ⇒ Слишком «горячая» свеча зажигания (неправильный выбор);
- ⇒ Плохой бензин (содержание в бензине воды, либо низкое октановое число бензина);
- ⇒ Неправильная работа системы охлаждения.



Вид сверху



Вид со стороны  
впускного окна



Вид снизу



Вид со стороны  
выпускного окна

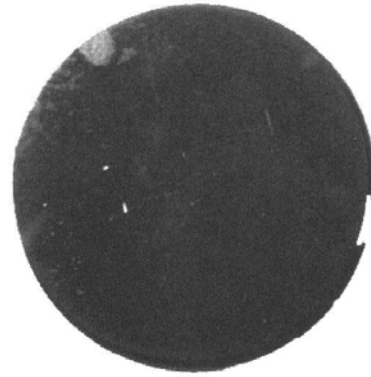
## 4-угольный задир

Четырехугольный задир поршня можно описать как одномоментное заклинивание поршня из-за потери зазора между поршнем и цилиндром. Часто это повреждение называют «холодным» заклиниванием. Обе стороны поршня отмечены царапинами и задирками по обе стороны от отверстий поршневого пальца. Проекция этих отметок обычно представляет собой практически идеальный квадрат (отсюда и наименование – «четырёхугольный задир»). Такое распределение задиров объясняется тем, что эти области поршня отлиты наиболее толстыми. Когда поршень быстро нагревается, эти области имеют наибольшее расширение и искажение. В двигателях с жидкостным охлаждением четырехугольный задир происходит практически всегда, когда двигатель вырабатывает больше тепла, чем система охлаждения способна отвести. Как видно на этой иллюстрации, верхняя поверхность поршня практически не повреждена.

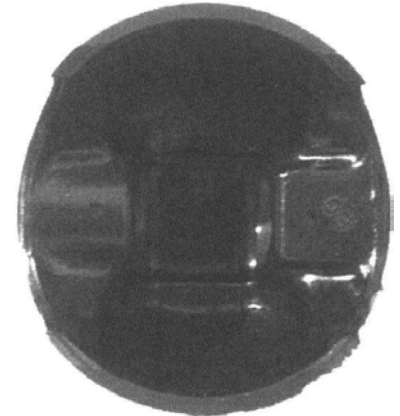
Наиболее часто четырехугольный задир – результат неправильного прогрева двигателя (отсюда – второе название «холодное заклинивание»).

Другая возможная причина – неправильная работа системы охлаждения (неисправный термостат, плохая проходимость каналов охлаждения, низкий уровень охлаждающей жидкости и т.д.).

Также причинами четырехугольного задир могут стать слишком большая степень сжатия и слишком большой угол опережения зажигания.



Вид сверху



Вид снизу



Вид со стороны  
впускного окна



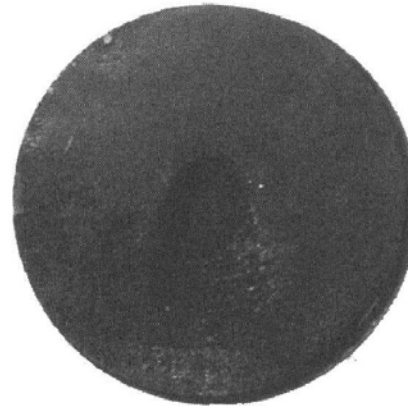
Вид со стороны  
выпускного окна

# Центральная детонация

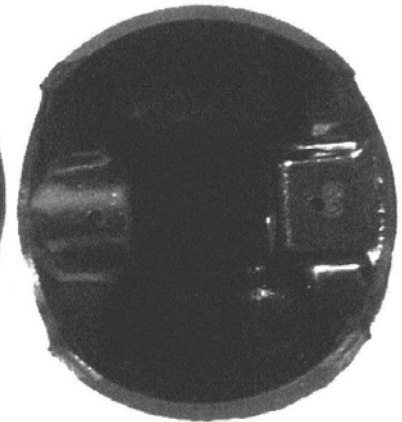
Центральная детонация подобна боковой детонации за исключением того, что данный тип детонации происходит в результате слишком большого нагрева свечи зажигания. Перегретая свеча становится источником, способным воспламенить рабочую смесь до появления искры. Это неконтролируемое сгорание (преждевременное самовоспламенение) приводит к тому, что очень быстрое повышение температуры происходит на поверхности поршня непосредственно под свечой зажигания. Поршень в этом месте начинает плавиться. Как видно на фотографии, впускная и выпускная стороны поршня повреждены незначительно или вообще не повреждены.

Данный тип повреждения наиболее часто является результатом неправильного подбора свечи зажигания (слишком горячая) или неправильной работы системы охлаждения двигателя.

Другие возможные причины – негерметичность двигателя, бедная смесь, высокая степень сжатия, превышение угла опережения зажигания, недопустимое качество топлива (вода или низкое октановое число).



Вид сверху



Вид снизу



Вид со стороны  
впускного окна

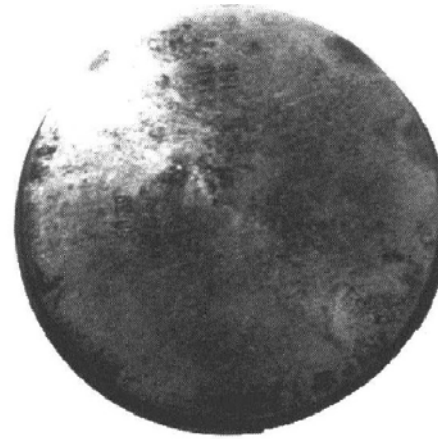


Вид со стороны  
выпускного окна

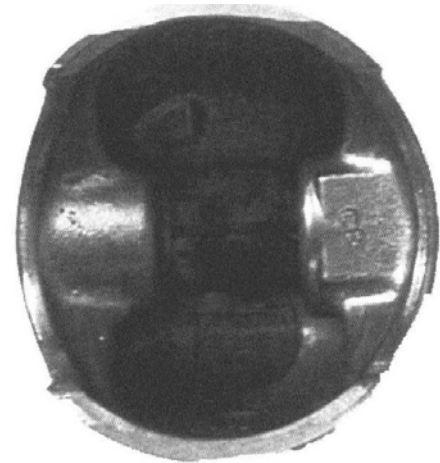
# Всасывание воды

Как видно из иллюстрации, всасывание воды в камеру сгорания приводит к глубоким задирам со стороны впуска. В случае, когда в цилиндр попадает вода, масляная пленка на его стенках смывается, и происходит прямой контакт металлических поверхностей цилиндра и поршня, вызывающий повышенное трение.

Такие однократные задиры редко приводят к глобальному повреждению двигателя и сразу не снижают его мощность. Это повреждение не проявляется явно на характере работы двигателя. Существенных повреждений двигателя не возникает, т.к. масляная пленка восстанавливается еще до того, как начинается процесс обмена металлами между поршнем и цилиндром. Однако данный вид задира в несколько раз снизит ресурс поврежденного поршня. Задиры, вызванные всасыванием воды, впоследствии вызывают сбои в работе двигателя, которые могут иметь как постоянный характер, так и характер периодически повторяющихся перебоев в работе.



Вид сверху



Вид снизу



Вид со стороны  
впускного окна

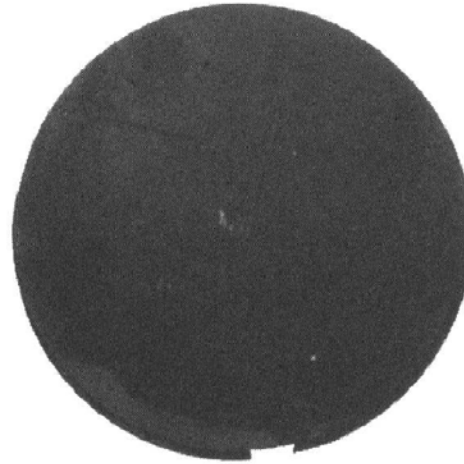


Вид со стороны  
выпускного окна

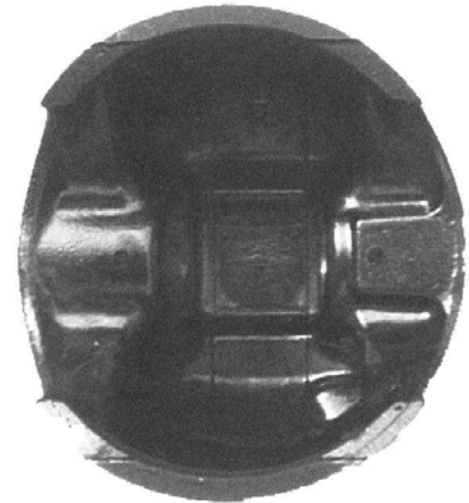
# Нормальный износ

Состояние данного поршня можно охарактеризовать как хорошее, при том что этот поршень повидал многие тысячи километров пробега. Легкий углеродистый нагар равномерно распределен по всей верхней поверхности поршня. В зонах высокого давления (прямо под поршневыми кольцами) видны марки нормального износа. Поверхности поршня не имеют следов задиров. Слой «Molykote», нанесенный для периода обкатки, виден до сих пор.

Все это говорит о правильной регулировке и точной работе системы смазки. Надлежащее обслуживание и сезонное хранение явились факторами, способствующими существенному увеличению срока службы этого поршня.



Вид сверху



Вид снизу



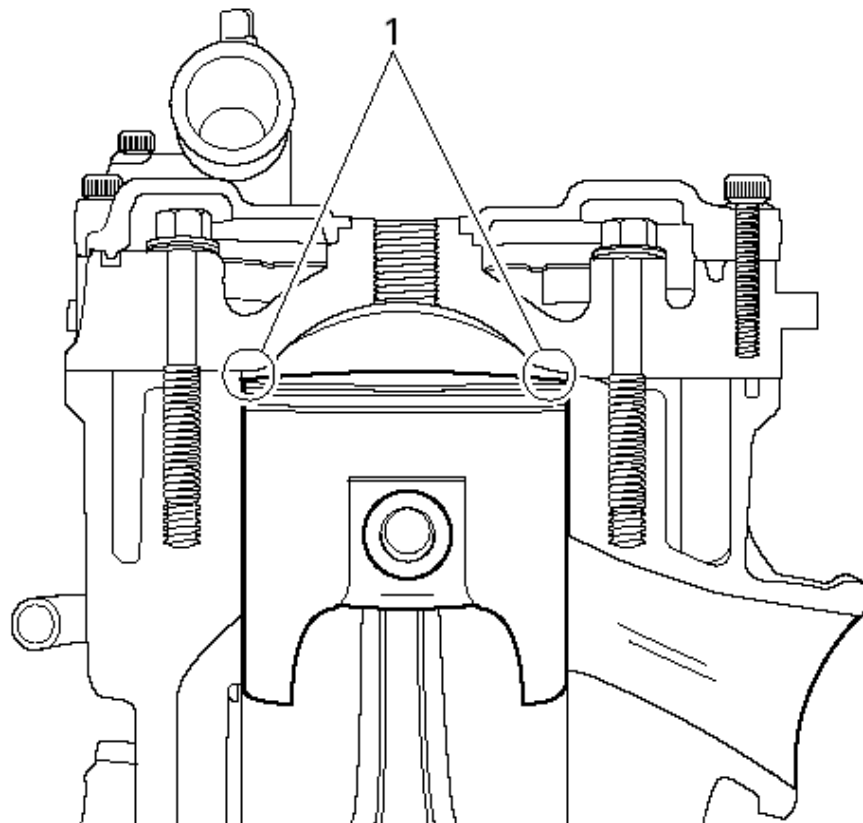
Вид со стороны  
впускного окна



Вид со стороны  
выпускного окна



## Выжимная область



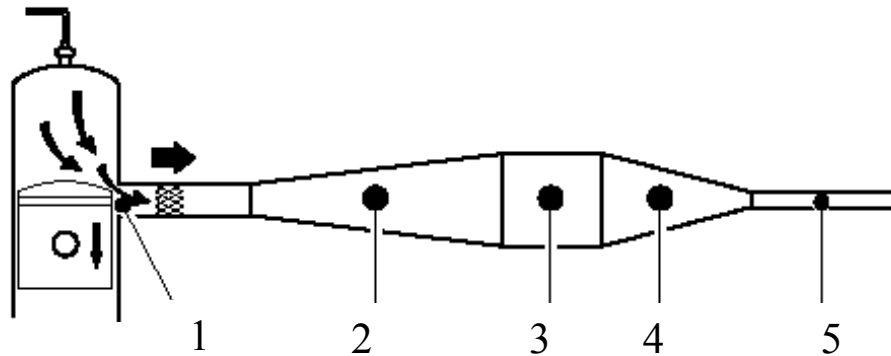
Большинство головок блока цилиндров двигателей ROTAX имеют выжимную область.

Выжимная область выполняет два важнейших действия:

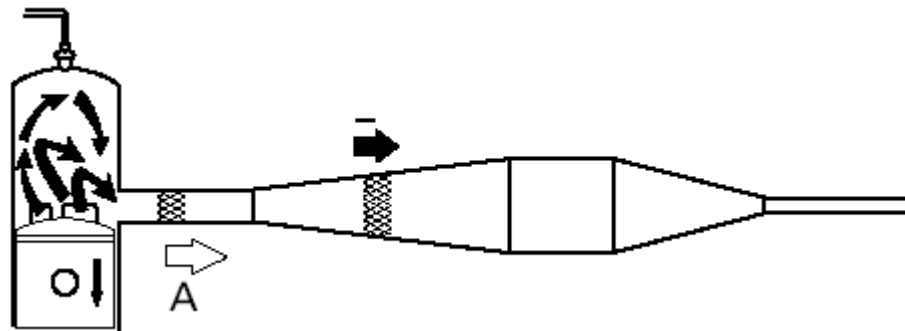
1. Многократно усиливает турбуленцию в камере сгорания (что обуславливает более равномерный процесс сгорания смеси)
2. Снижает температуру рабочей смеси на кромке поршня (это в значительной степени помогает предотвратить детонацию)

# Выпускная система

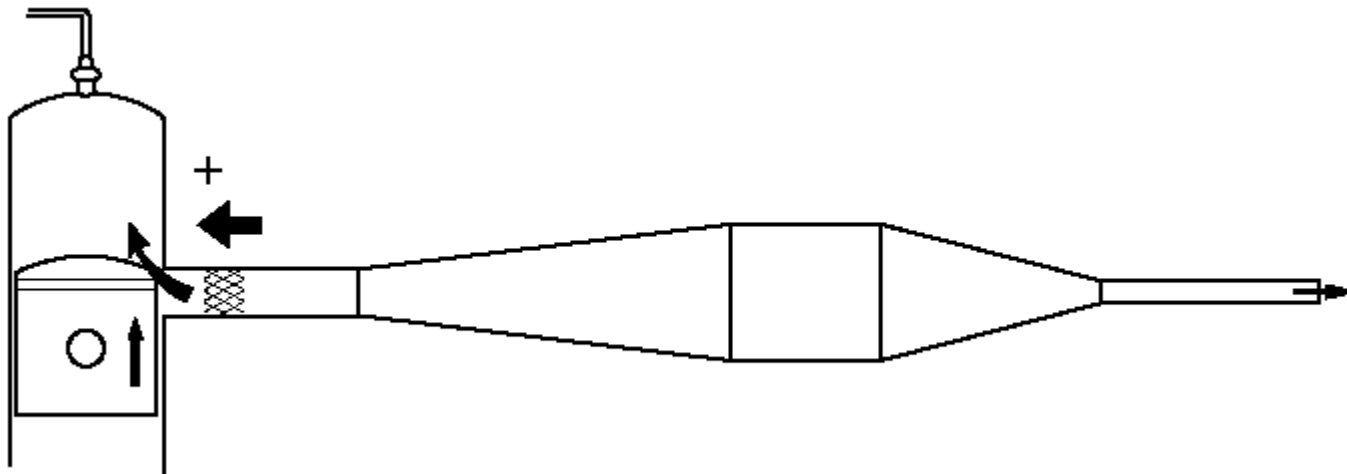
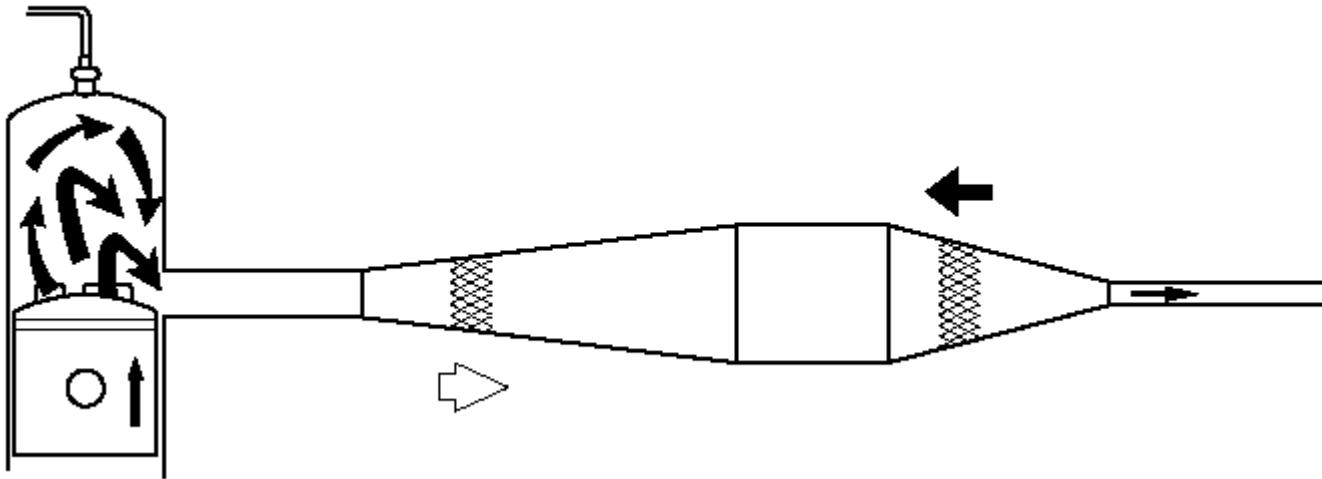
## Теория расширительной камеры



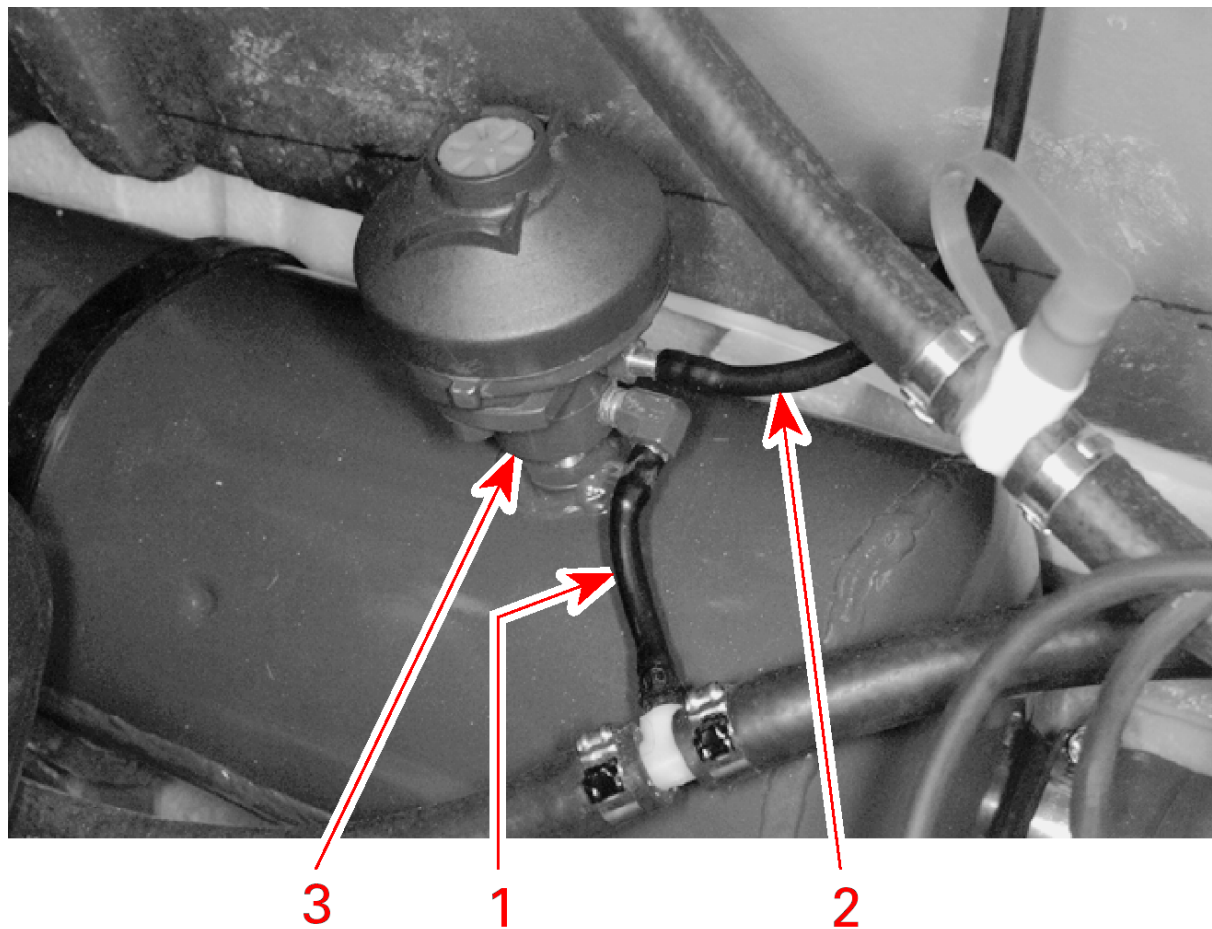
1. Выпускной коллектор
2. Расширяющийся конус
3. Средняя часть
4. Сужающийся конус
5. Выхлопная труба



# Выпускная система

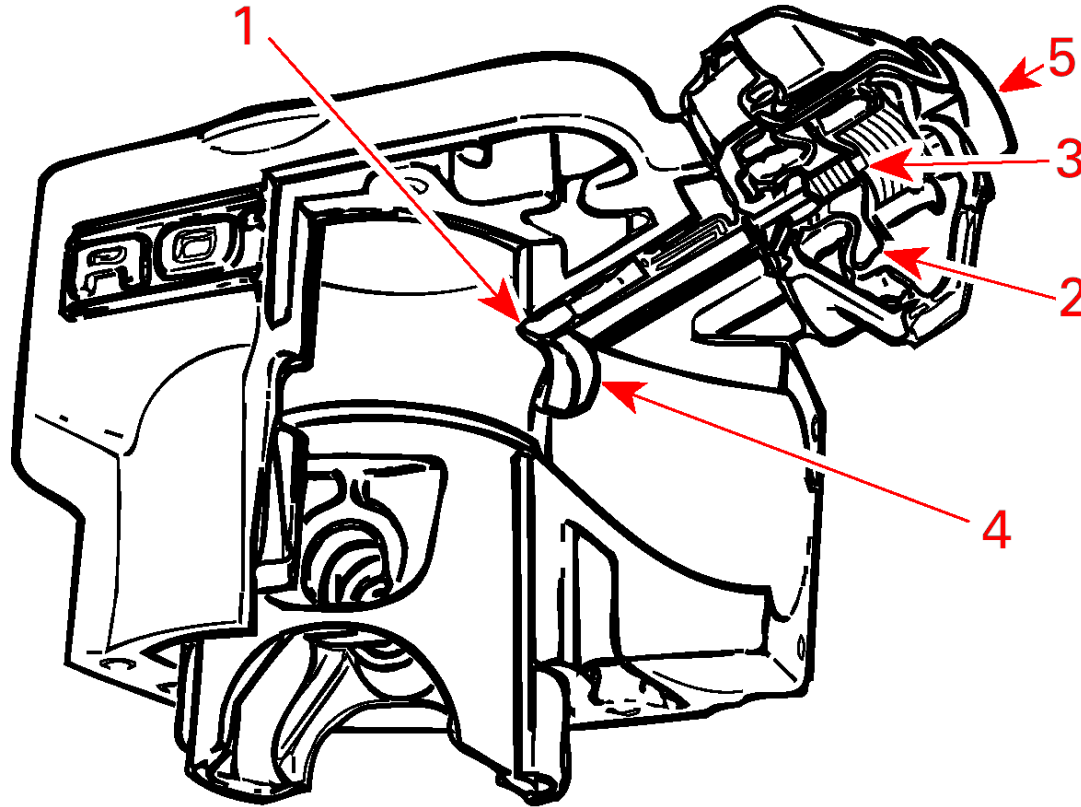


# Регулирование выпускной системы впрыском воды



1. Шланг подачи воды на регулирующий клапан
2. Шланг подачи регулируемого потока воды
3. Коллектор впрыска воды в глушитель

# Система R.A.V.E. - клапана

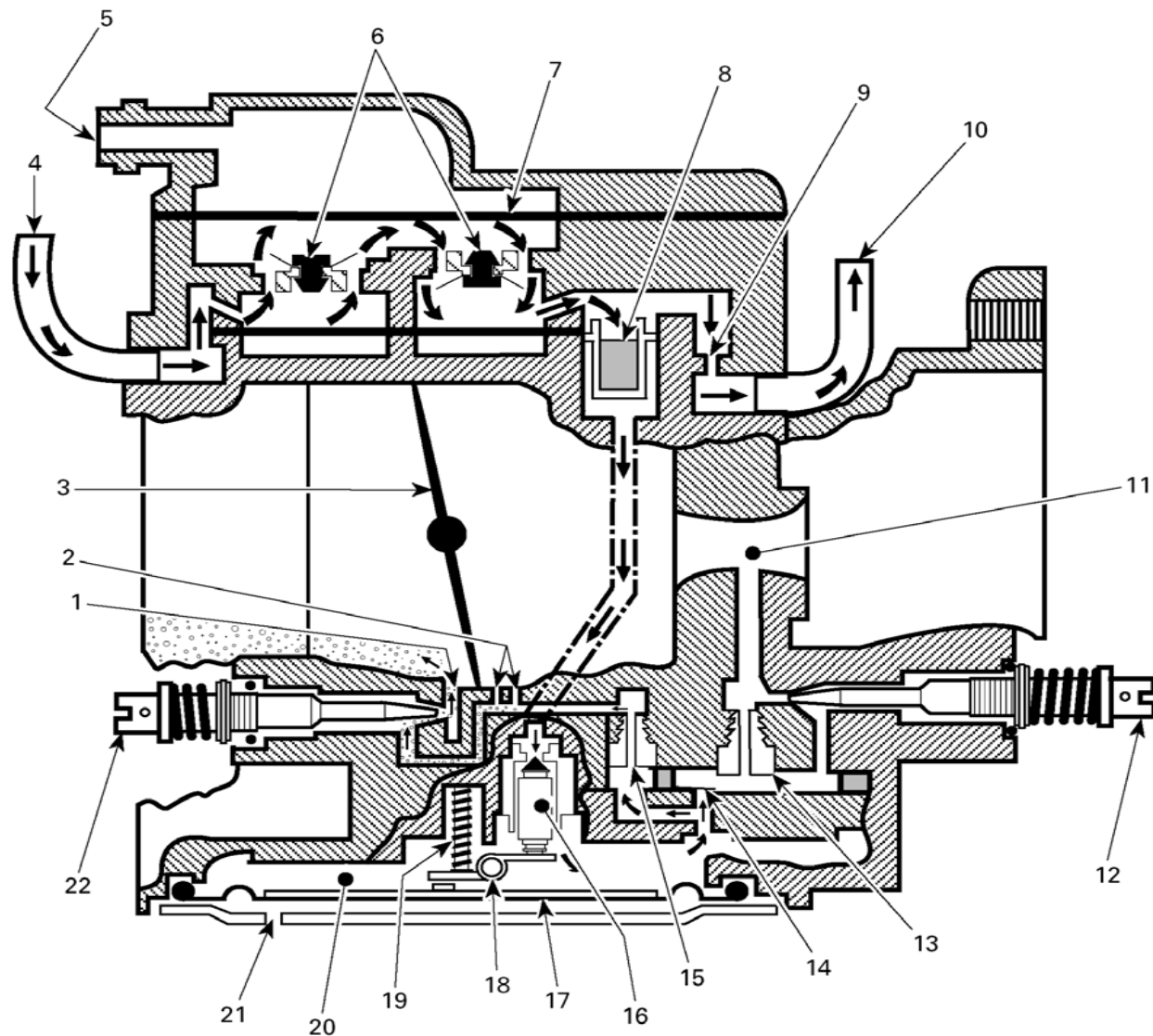


1. Скользящий клапан гильотинного типа
2. Диафрагма
3. Пружина
4. Выпускной порт
5. Пластиковый регулировочный винт

# Карбюратор MIKUNI

## Холостые обороты

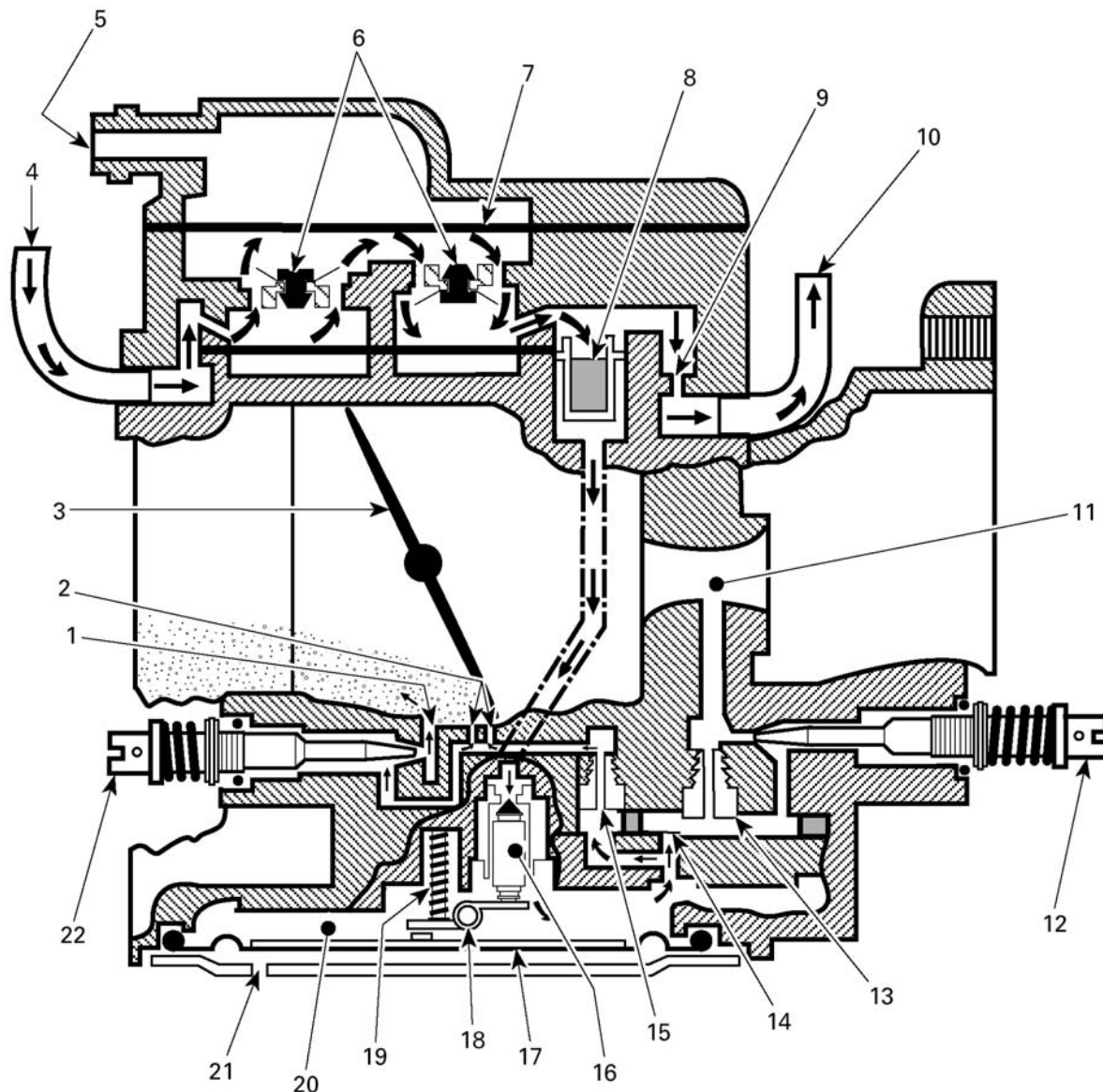
1. Выпускное отверстие х.х.
2. Байпас
3. Дроссельная заслонка
4. Шланг подачи топлива
5. Пульсация
6. Невозвратные клапаны
7. Диафрагма
8. Фильтр
9. Ограничитель
10. «Обратка»
11. Сопло
12. Регулятор высоких оборотов
13. Главный жиклер
14. Клапан «анти-сифон»
15. Жиклер х.х.
16. Игольчатый клапан в сборе
17. Диафрагма регулятора
18. Рычаг
19. Пружина рычага
20. Топливная камера
21. Вентиляционное отверстие
22. Регулятор х.х.



# Карбюратор MIKUNI

## 1/4 ГАЗА

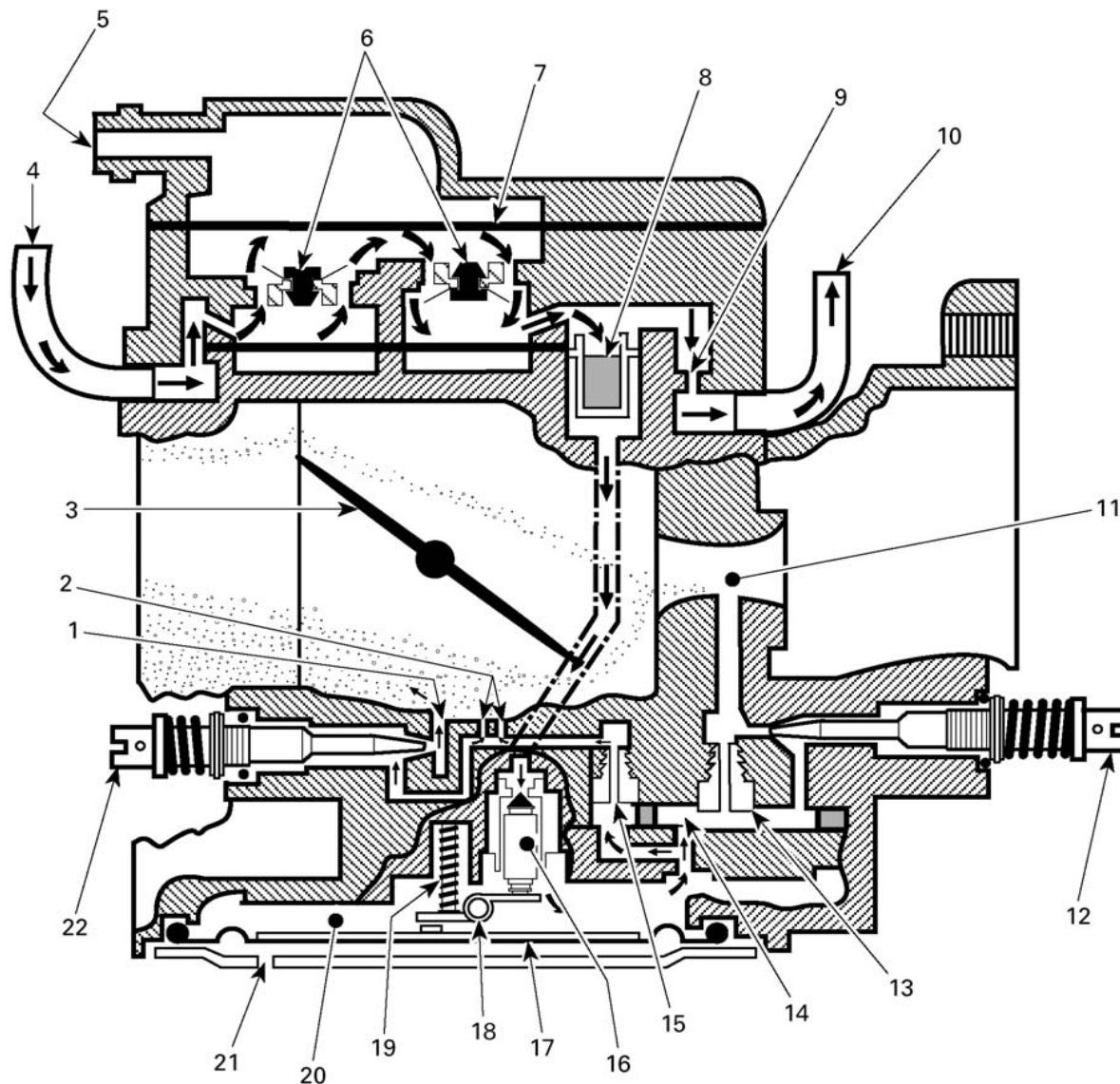
1. Выпускное отверстие х.х.
2. Байпас
3. Дроссельная заслонка
4. Шланг подачи топлива
5. Пульсация
6. Невозвратные клапаны
7. Диафрагма
8. Фильтр
9. Ограничитель
10. «Обратка»
11. Сопло
12. Регулятор высоких оборотов
13. Главный жиклер
14. Клапан «анти-сифон»
15. Жиклер х.х.
16. Игольчатый клапан в сборе
17. Диафрагма регулятора
18. Рычаг
19. Пружина рычага
20. Топливная камера
21. Вентиляционное отверстие
22. Регулятор х.х.



# Карбюратор MIKUNI

## 1/2 ГАЗА

1. Выпускное отверстие х.х.
2. Байпас
3. Дроссельная заслонка
4. Шланг подачи топлива
5. Пульсация
6. Невозвратные клапаны
7. Диафрагма
8. Фильтр
9. Ограничитель
10. «Обратка»
11. Сопло
12. Регулятор высоких оборотов
13. Главный жиклер
14. Клапан «анти-сифон»
15. Жиклер х.х.
16. Игольчатый клапан в сборе
17. Диафрагма регулятора
18. Рычаг
19. Пружина рычага
20. Топливная камера
21. Вентиляционное отверстие
22. Регулятор х.х.

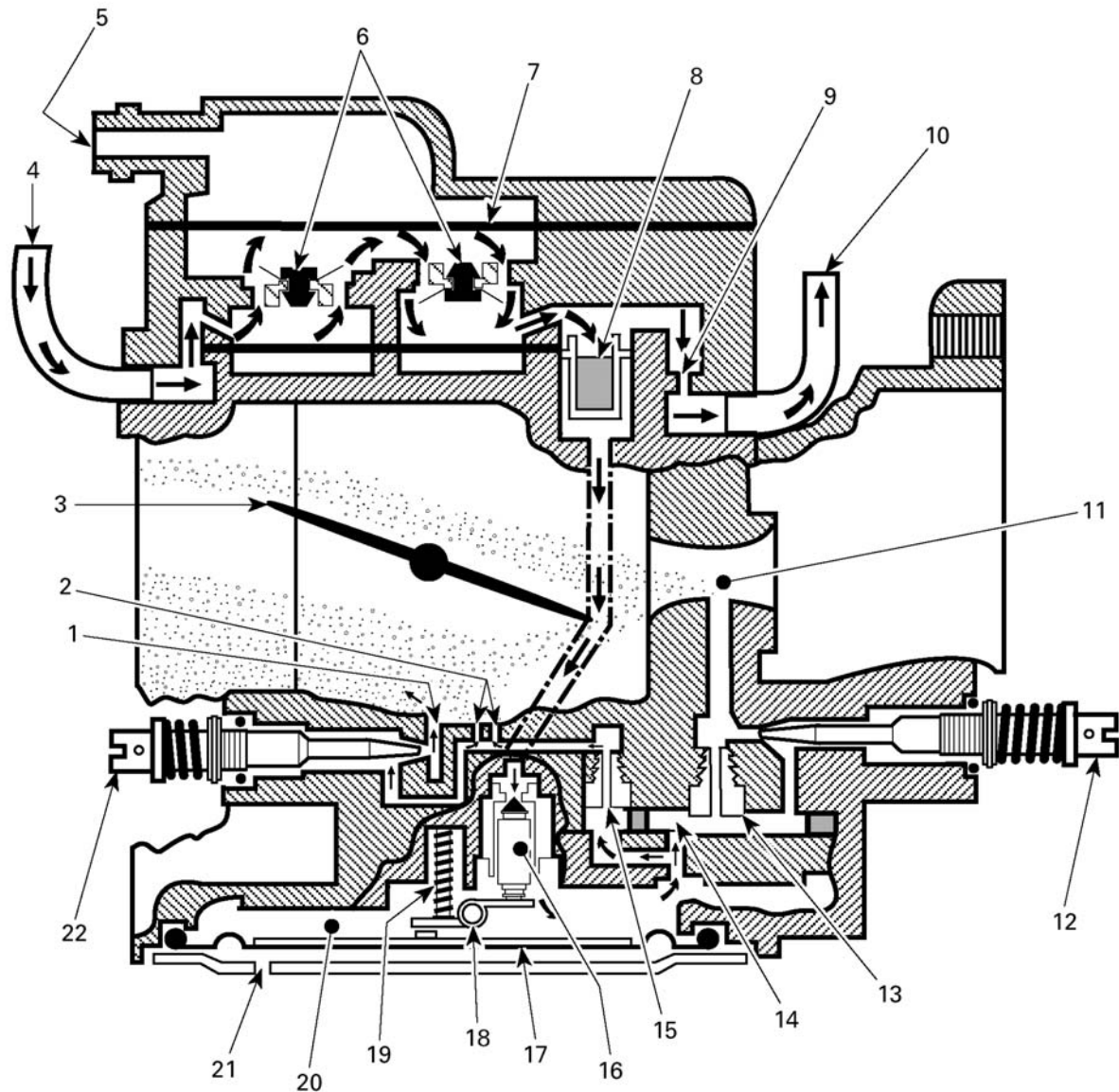




# Карбюратор MIKUNI

## 3/4 ГАЗА

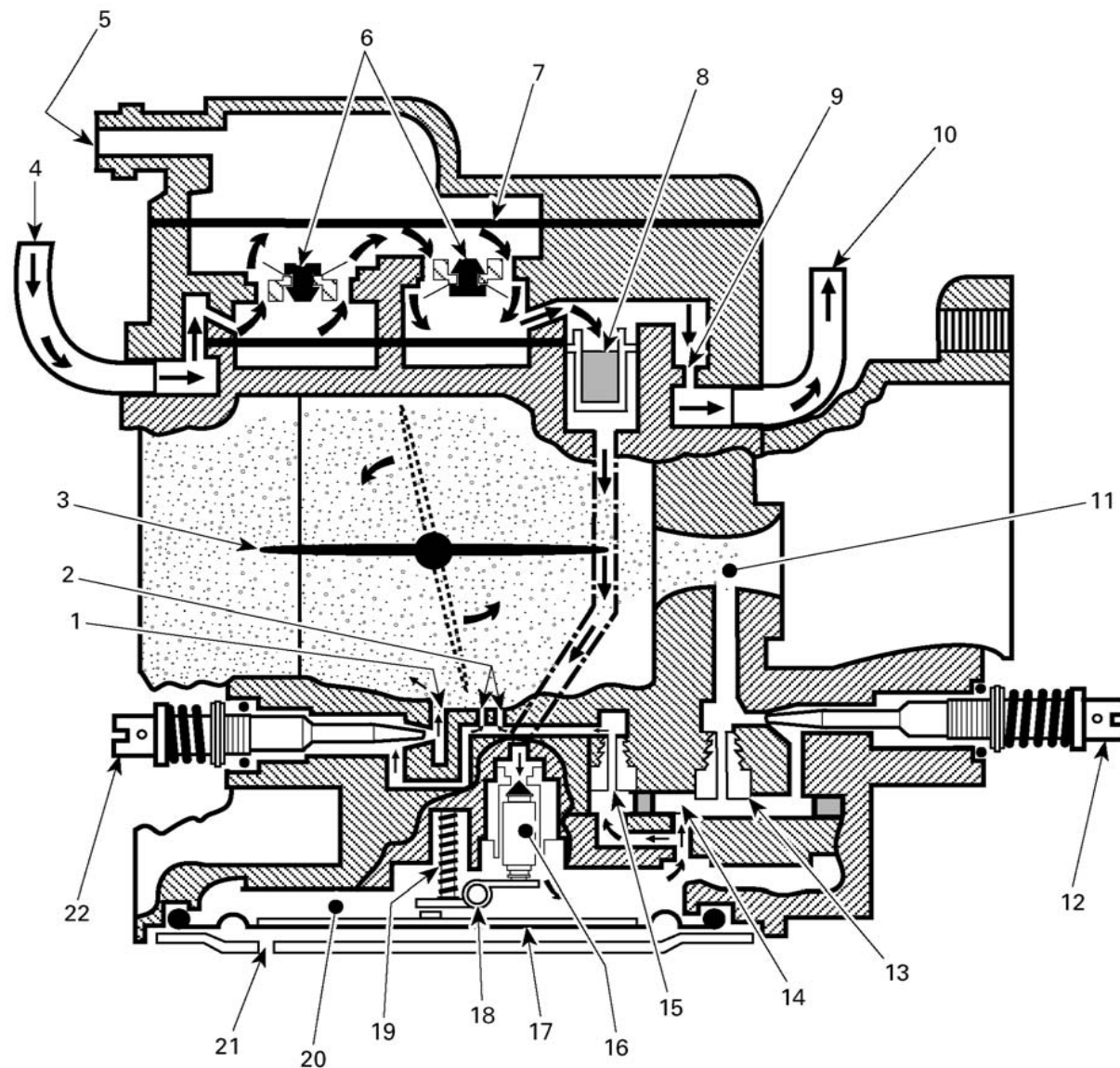
1. Выпускное отверстие х.х.
2. Байпас
3. Дроссельная заслонка
4. Шланг подачи топлива
5. Пульсация
6. Невозвратные клапаны
7. Диафрагма
8. Фильтр
9. Ограничитель
10. «Обратка»
11. Сопло
12. Регулятор высоких оборотов
13. Главный жиклер
14. Клапан «анти-сифон»
15. Жиклер х.х.
16. Игольчатый клапан в сборе
17. Диафрагма регулятора
18. Рычаг
19. Пружина рычага
20. Топливная камера
21. Вентиляционное отверстие
22. Регулятор х.х.



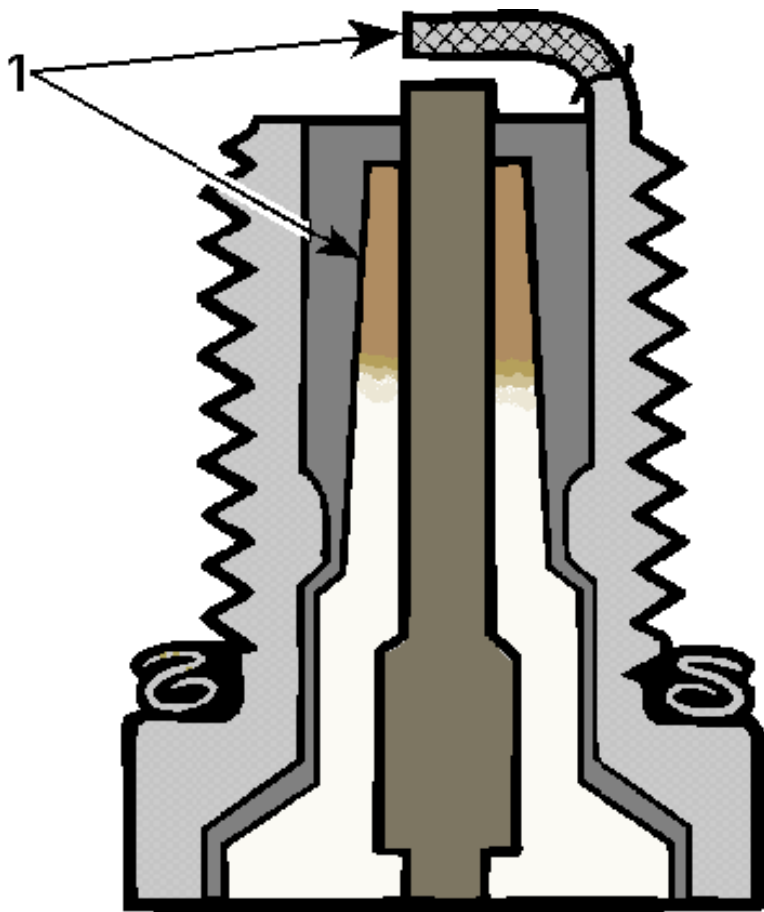
# Карбюратор MIKUNI

## Полный газ

1. Выпускное отверстие х.х.
2. Байпас
3. Дроссельная заслонка
4. Шланг подачи топлива
5. Пульсация
6. Невозвратные клапаны
7. Диафрагма
8. Фильтр
9. Ограничитель
10. «Обратка»
11. Сопло
12. Регулятор высоких оборотов
13. Главный жиклер
14. Клапан «анти-сифон»
15. Жиклер х.х.
16. Игольчатый клапан в сборе
17. Диафрагма регулятора
18. Рычаг
19. Пружина рычага
20. Топливная камера
21. Вентиляционное отверстие
22. Регулятор х.х.



# Контроль правильности карбюрации по состоянию свечи зажигания



1. Контролируемые места

Всегда обращайтесь внимание на цвет свечи зажигания и рабочую поверхность поршня для правильного подбора карбюрации и выбора жиклеров. Цвет свечи и поршня показывает условия приготовления смеси.

Темно-коричневый или черный цвет характеризует избыточно богатую смесь, в то время, как светло-бежевый или белый цвет указывает на слишком бедную смесь. При правильном приготовлении смеси цвет должен быть средне-коричневый (песочный).

Второй метод определения правильности температурного режима – проверка электрода массы. Он должен быть обесцвечен приблизительно на 3/4 своей длины. Более короткое или более длинное обесцвечивание указывает на более горячее или более холодное состояние свечи.

## Примечание:

Для контроля нужно использовать лишь новые свечи.

# ROTAX FUEL INJECTION (RFI)

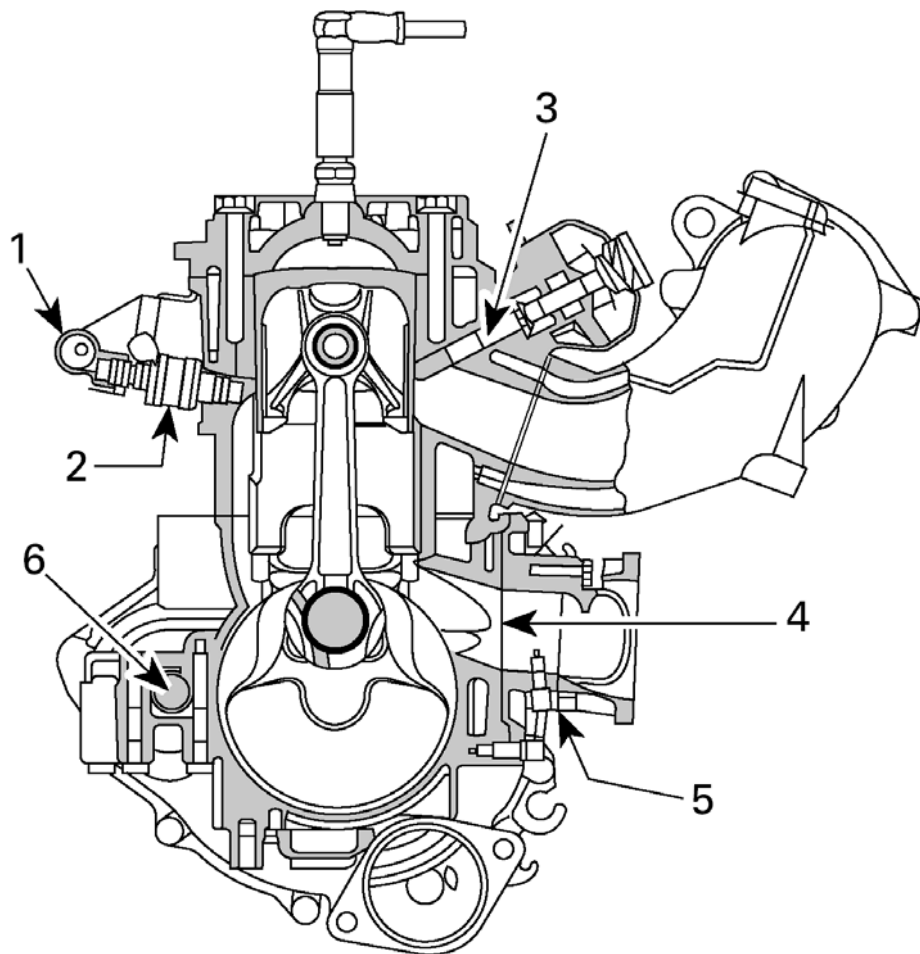
Двигатель ROTAX 787 RFI в разрезе

## Общий взгляд на систему

Данная система впрыска, применяемая на GTX RFI и GSX RFI, разработана BOMBARDIER-ROTAX совместно с Bosch.

Система называется Semi-Direct Injection (CDI), так как впрыск топлива в цилиндр осуществляется при открытых трансферных и выпускных портах.

Это – первая система электронного впрыска, примененного на водных мотоциклах. Впервые она была представлена на модели GTX RFI 1998 модельного года.



- 1. Топливная рамка
- 2. Топливный инжектор
- 3. RAVE - клапан

- 4. Золотниковый клапан
- 5. Невозвратный клапан впрыска масла
- 6. Балансировочный вал

# ROTAX FUEL INJECTION (RFI)

## Преимущества топливного впрыска:

- Снижение токсичности выхлопа - до 40%.
- Снижение расхода топлива - до 15% (в зависимости от нагрузки).
- Более легкий запуск двигателя - не нужен обогатитель.
- Улучшение переходного реагирования на акселератор.
- Глаже и четче приемистость.
- Стабильнее холостые обороты
- Автоматическая подстройка при высокогорном использовании.

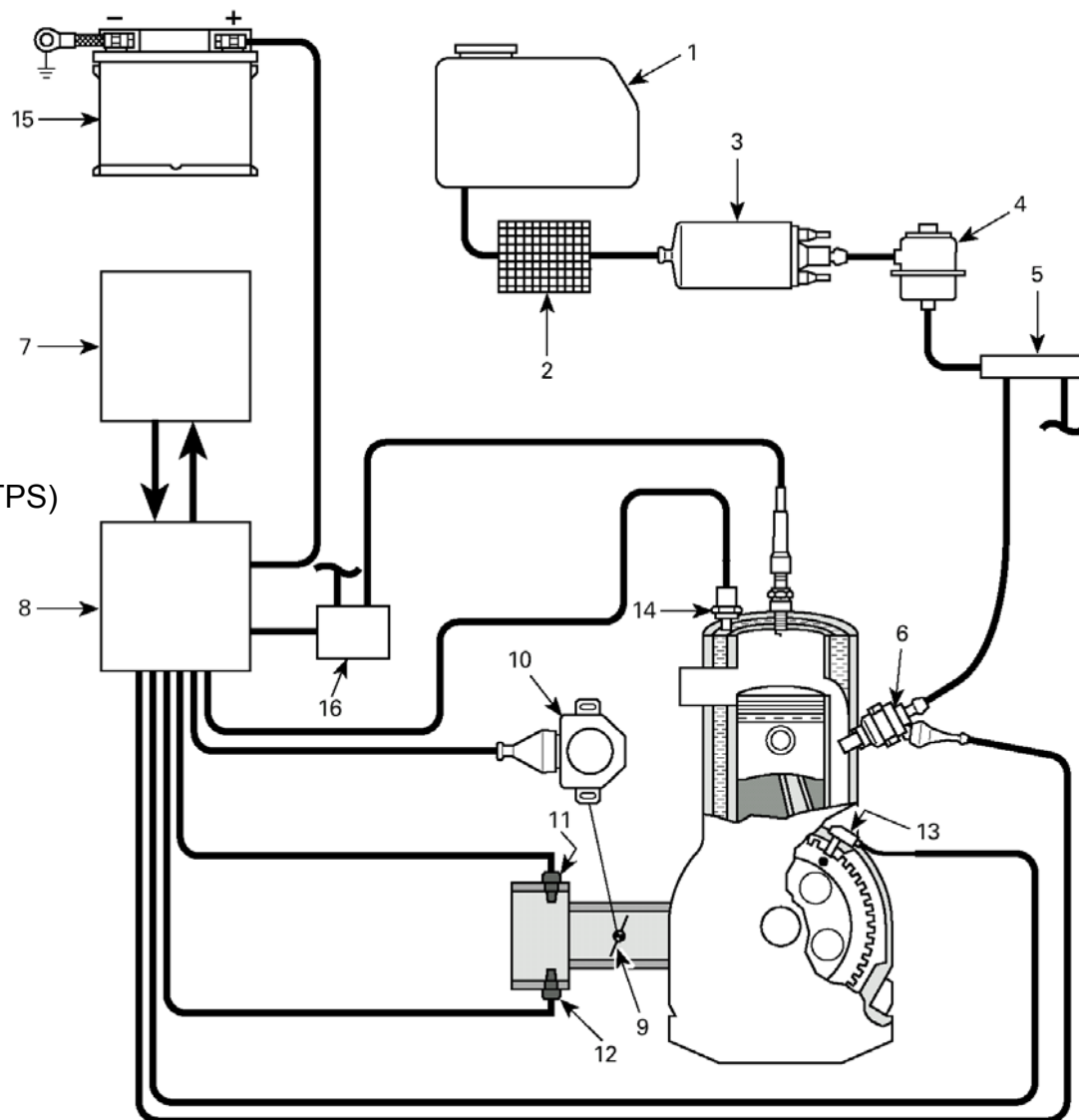
## Особенности системы RFI:

- Электронная система управления двигателем, основанная на Bosch "Motronic".
- Использование компонентов, испытанных на автомобилях.
- Распределенный впрыск и распределенное зажигание.
- Индивидуальный контроль по каждому цилиндру.
- Электронное управление R.A.V.E.- клапанами.
- Ограничитель оборотов.
- Датчик давления для автоматической компенсации высоты над уровнем моря.
- Дополнительная защита от угона, включенная в систему DESS.
- Связь с МРЕМ (vehicle ECU).
- Сервисная диагностика через МРЕМ.

# ROTAX FUEL INJECTION (RFI)

## СИСТЕМА ВПРЫСКА ТОПЛИВА

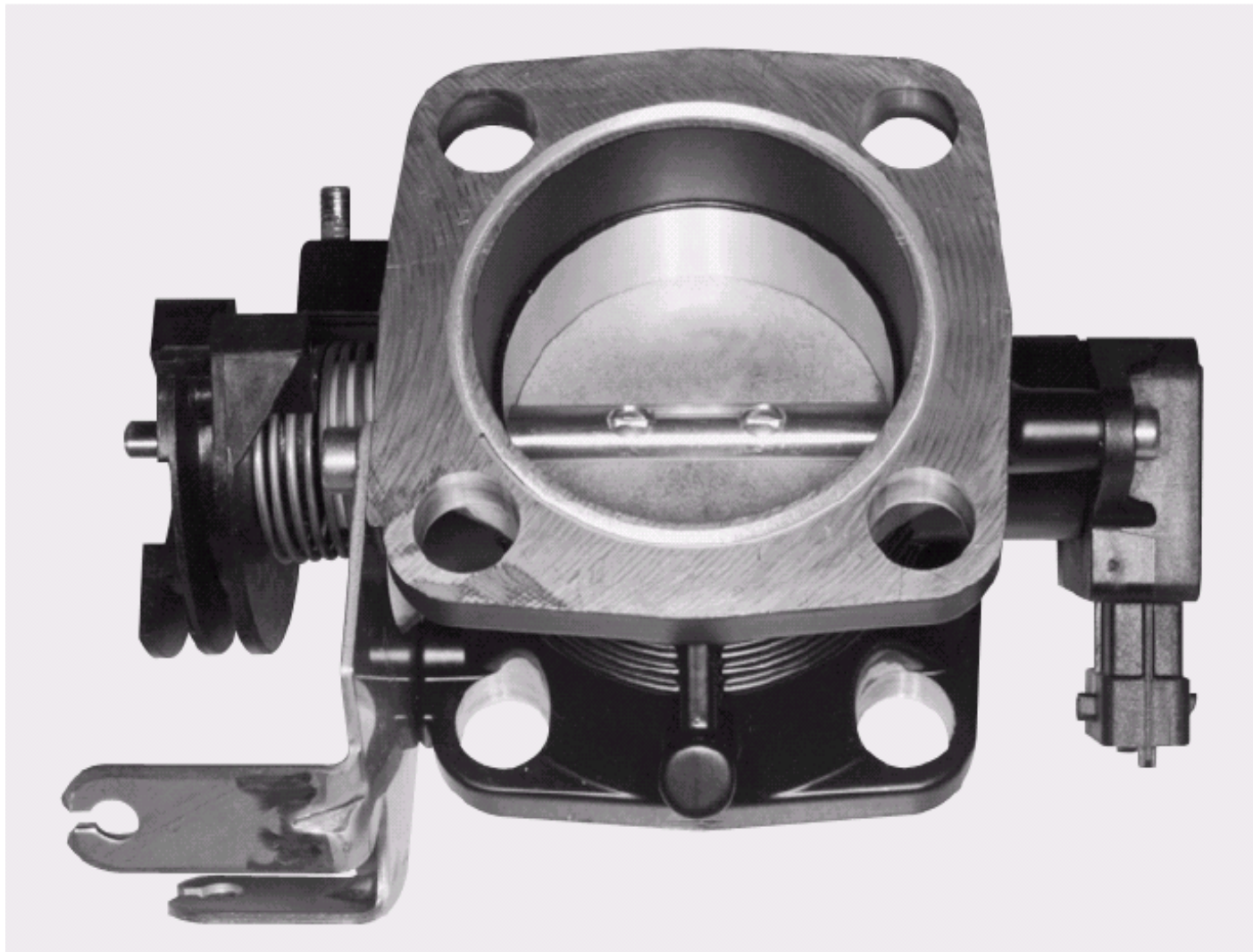
1. Топливный бак
2. Топливный фильтр
3. Бензонасос
4. Регулятор давления
5. Топливная рамка
6. Топливный инжектор
7. ECU
8. MPEM
9. Дроссельная заслонка
10. Датчик положения дроссельной заслонки (TPS)
11. Датчик давления воздуха (APS)
12. Датчик температуры воздуха (ATS)
13. Датчик положения коленвала (CPS)
14. Датчик температуры воды (WTS)
15. АКБ (12V)
16. Катушка зажигания



# Принцип действия компонентов RFI

## Впуск воздуха

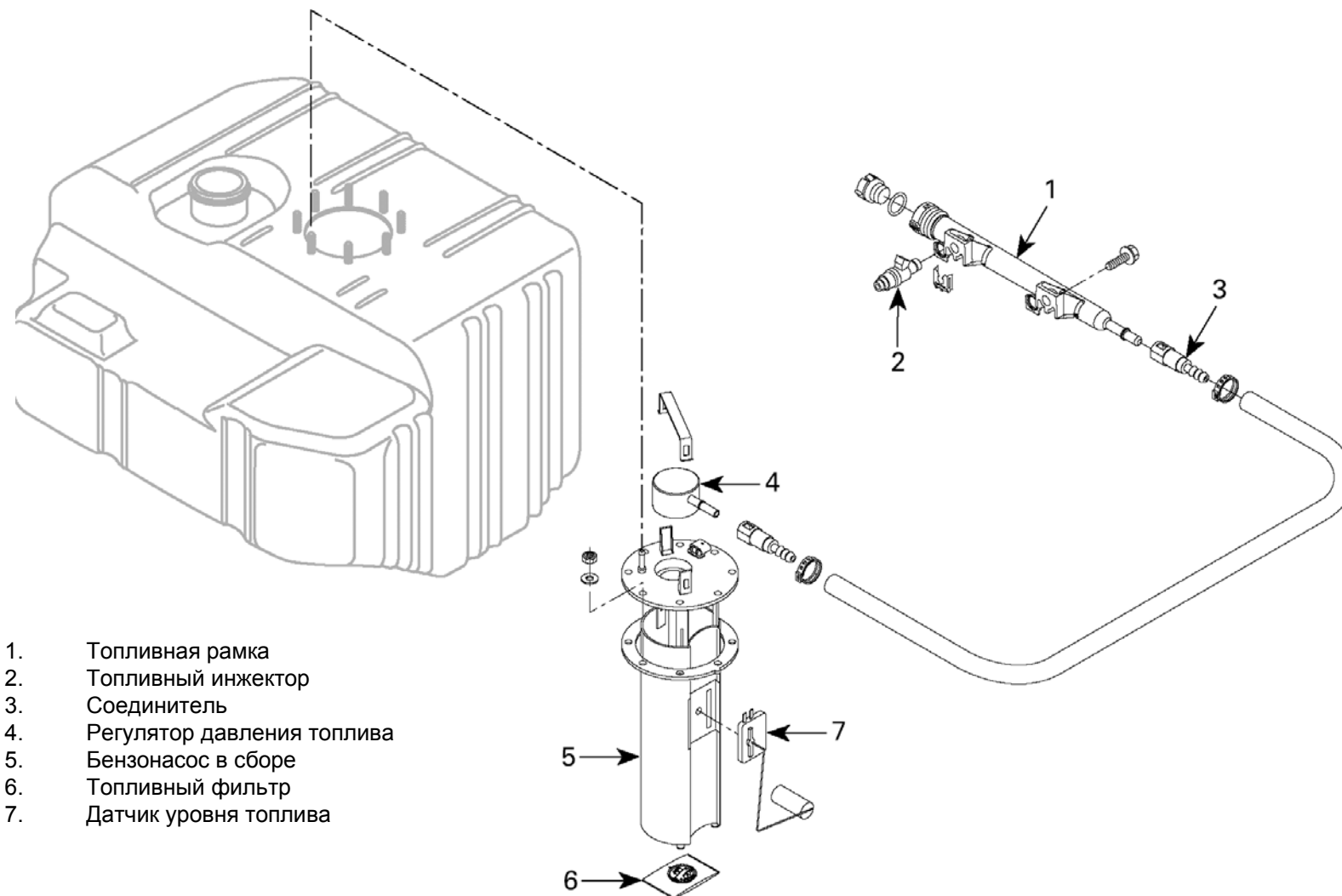
56-мм дроссель обеспечивает подачу воздуха в количестве, необходимом для работы двигателя. Количество воздуха, всасываемого в картер, управляется открытием дроссельной заслонки.



# Принцип действия компонентов RFI

## Система подачи топлива

Система предназначена для обеспечения двигателя необходимым количеством топлива на всех рабочих режимах.





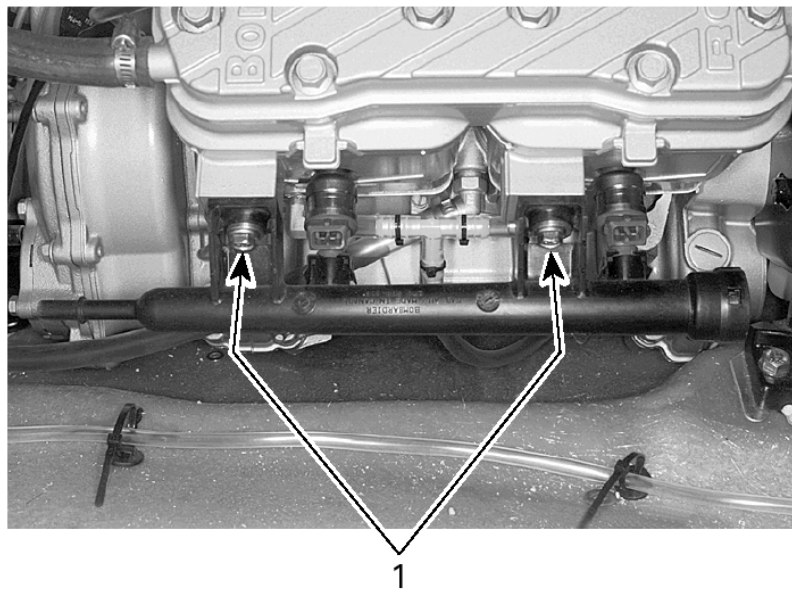
# Принцип действия компонентов RFI

## Топливная рамка

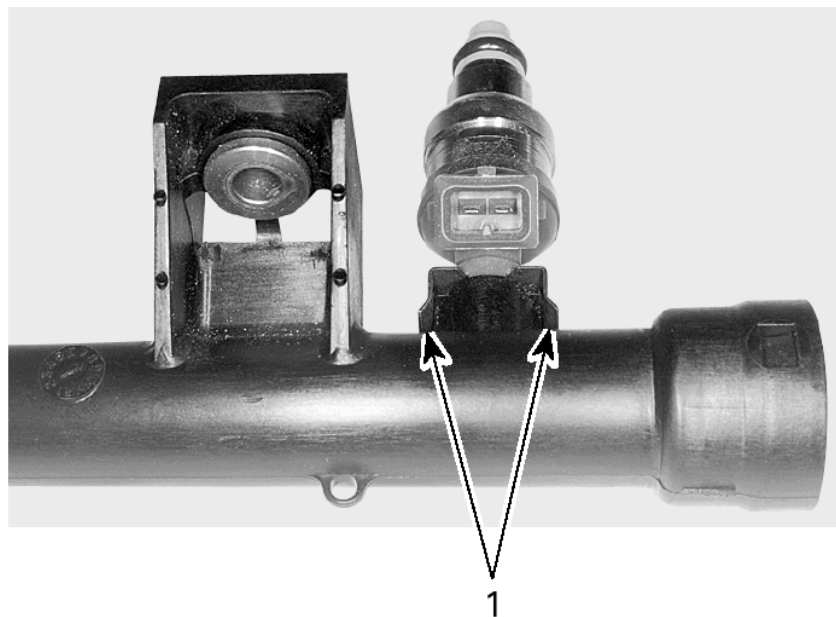
Топливная рамка обеспечивает равномерное распределение топлива между инжекторами.

## Топливный инжектор

Основное предназначение топливного инжектора – впрыск точно отмеренного количества топлива в двигатель. Два топливных инжектора установлены на топливной рамке. Они распыляют топливо непосредственно в цилиндр в то время, когда трансферный и выпускной порты открыты.



1. Рамка крепится к двигателю винтами

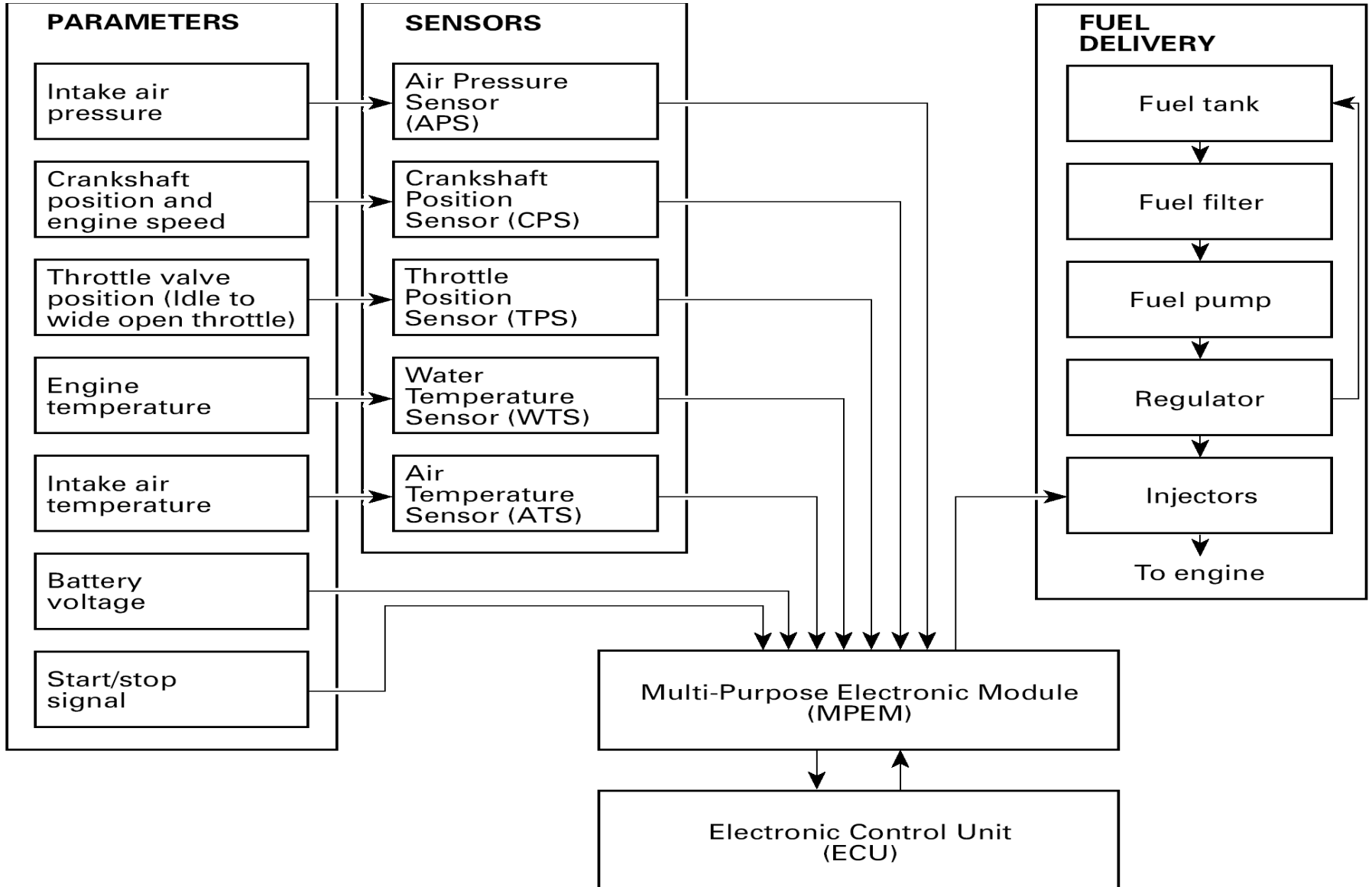


1. Инжектор крепится к рамке зажимом

Дозировка топлива определяется продолжительностью импульса. Продолжительность импульса рассчитывается блоком ECU для определения оптимального количества топлива при данной скорости/нагрузке.

Продолжительность импульса на нормальных рабочих режимах – от 2 до 5 мс.

# ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ



# Основные принципы работы системы RFI

Система использует поступающие от двигателя сигналы для определения интервала открытия инжектора для оптимального соотношения бензина и воздуха в рабочей смеси. Система базируется на информации о положении дроссельной заслонки и количестве оборотов двигателя. Эта система называется системой «ALPHA – N» типа.

- Величина угла открытия дроссельной заслонки влияет на загрузку двигателя. Информация о положении дросселя поступает в ECU от TPS.
- Количество оборотов двигателя (а также положение коленвала) контролируется индукционным датчиком скорости двигателя, называемым датчиком положения коленвала (CPS).

Кроме того, в ECU поступают такие сигналы как:

- Температура двигателя (WTS)
- Температура воздуха (ATS)
- Абсолютное давление во впускном коллекторе (APS)
- Текущее напряжение АКБ (Датчик напряжения АКБ находится внутри ECU)

ECU обрабатывает входящую информацию и выдает сигналы на исполнительные устройства:

- Топливные инжекторы (управление потоком топлива и моментом впрыска)
- Катушка зажигания (управление моментом искры)
- Соленоид RAVE-клапана (управление открытием и закрытием)
- Реле бензонасоса (управление включением и выключением)

# Основные принципы работы системы RFI

<b>Входящая информация</b>	<b>Датчик</b>
Скорость двигателя	CPS
Положение коленвала	CPS
Акселерация	TPS
Температура воздуха	ATS
Температура двигателя	WTS
Атмосферное давление	MAPS
Напряжение АКБ	Voltage sensor internal to ECU

<b>Выходящая информация</b>	<b>Управляемые устройства</b>
Количество топлива и момент впрыска	Инжекторы
Момент зажигания	Катушки зажигания
Управление RAVE-клапаном	Электрический соленоид
Управление бензонасосом	Электрическое реле
Контрольная информация	ИНФО-центр
Информация связи с МРЕМ	RS232 serial port

# Функции ECU

ECU является системой BOSCH MA2.5, основанной на автомобильной системе MOTRONIC, модифицированной специально для 2-цилиндрового двигателя SEA-DOO ROTAX в двухтактном исполнении. Она имеет 64К ПЗУ, содержащее всю программную и калибровочную информацию. Система производит расчет топлива и момента зажигания каждые 1/2 оборота коленвала и постоянно связана с МРЕМ, DESS, АКБ и ограничителем оборотов.

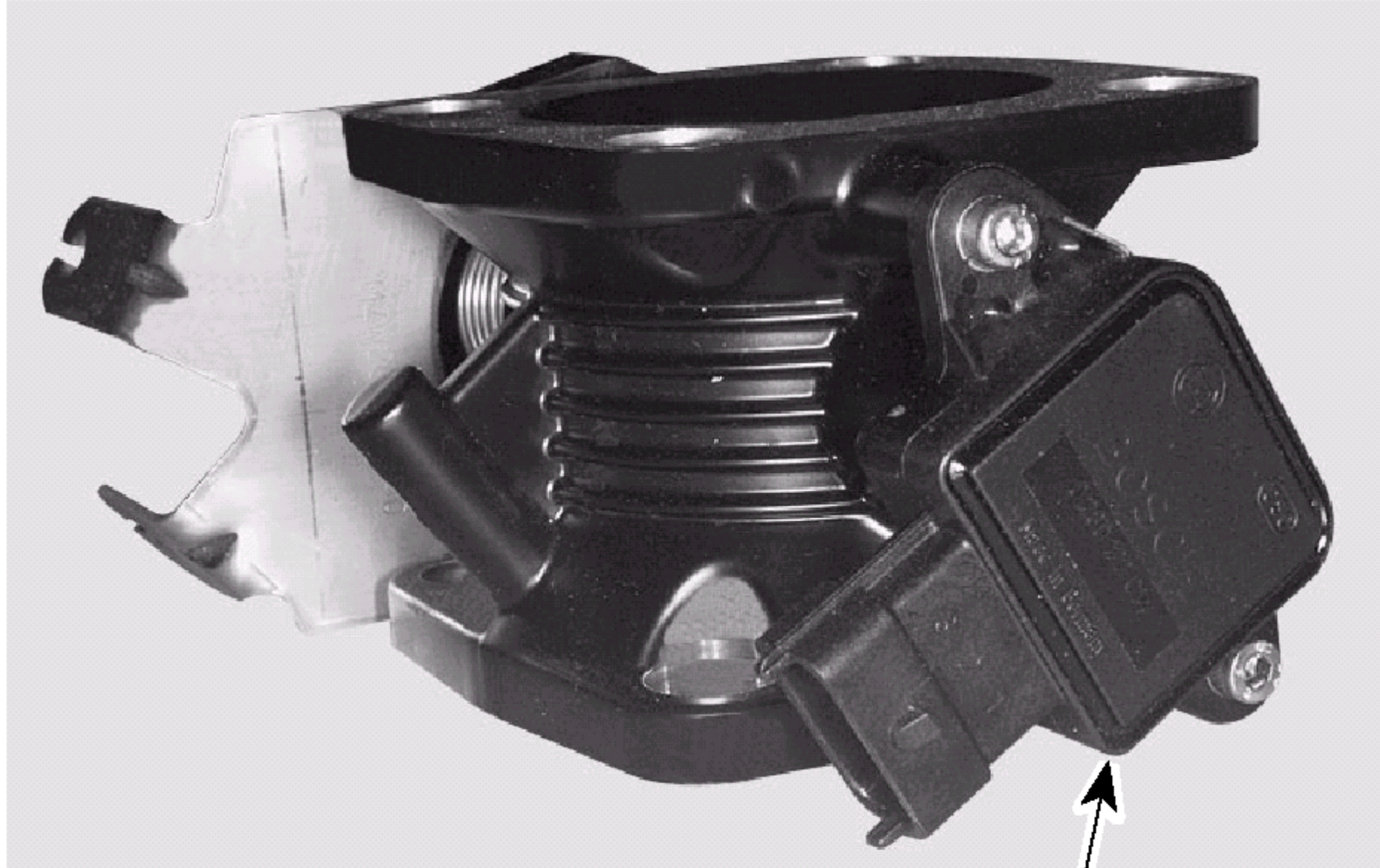
## Основными функциями этой системы являются:

- Расчет количества топлива и момент впрыска
- Расчет искрообразования
- Открытие и закрытие RAVE-клапана
- Ограничение оборотов
- Компенсация температуры двигателя
- Компенсация температуры воздуха
- Компенсация высоты над уровнем моря
- Компенсация напряжения бортовой сети
- Компенсация ускорения и замедления
- Регуляция топлива и зажигания при запуске двигателя
- Компенсация послестартового прогрева двигателя.

## Специальные функции:

- Защита двигателя при затоплении
- Диагностика систем
- Сервисный доступ
- Установка, проверка и регулировка угла опережения зажигания
- Регулировка TPS



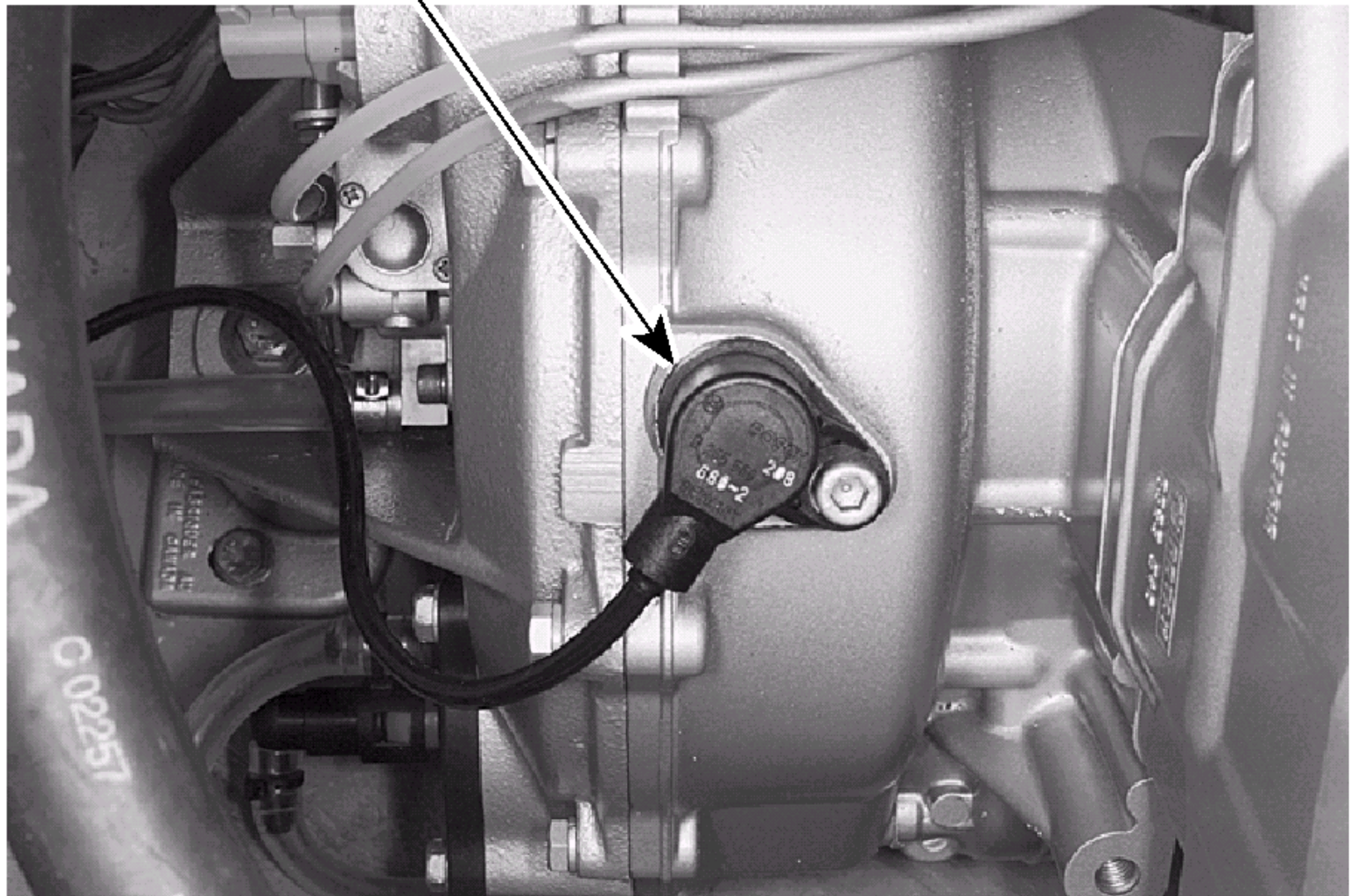


F07F0EA

1

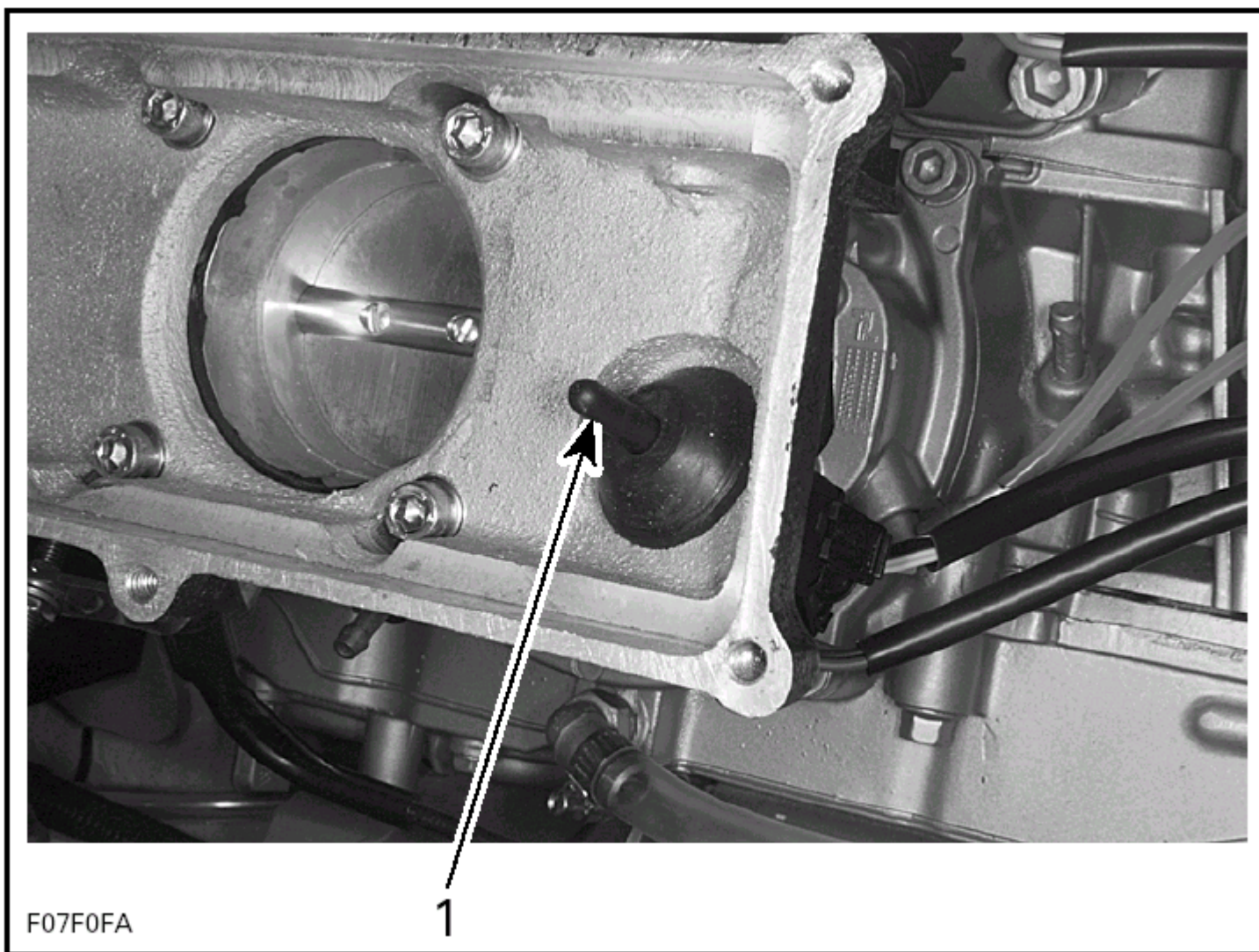
1. Throttle position sensor (TPS)





F07H0CA

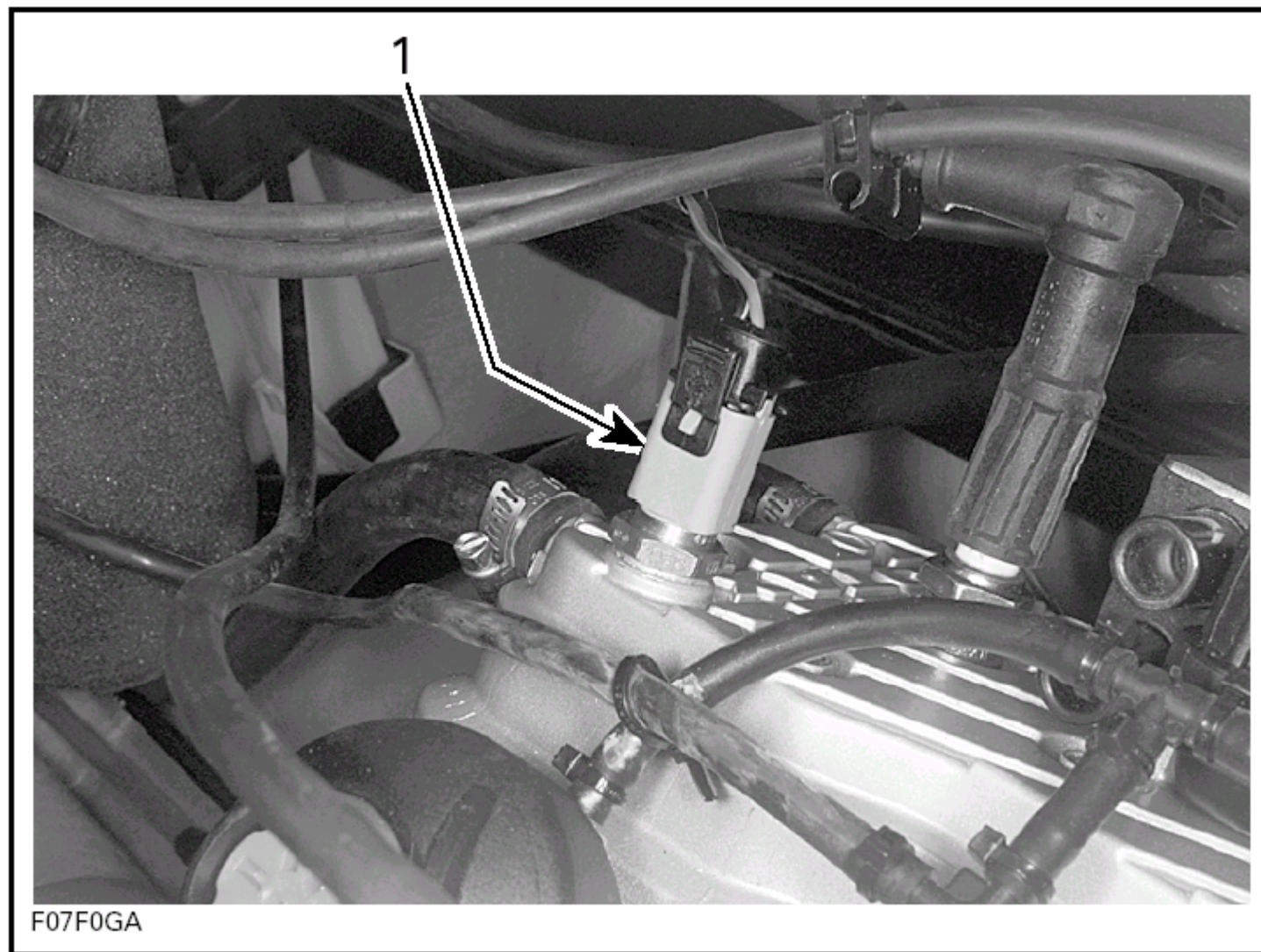
1. Crankshaft position sensor (CPS)



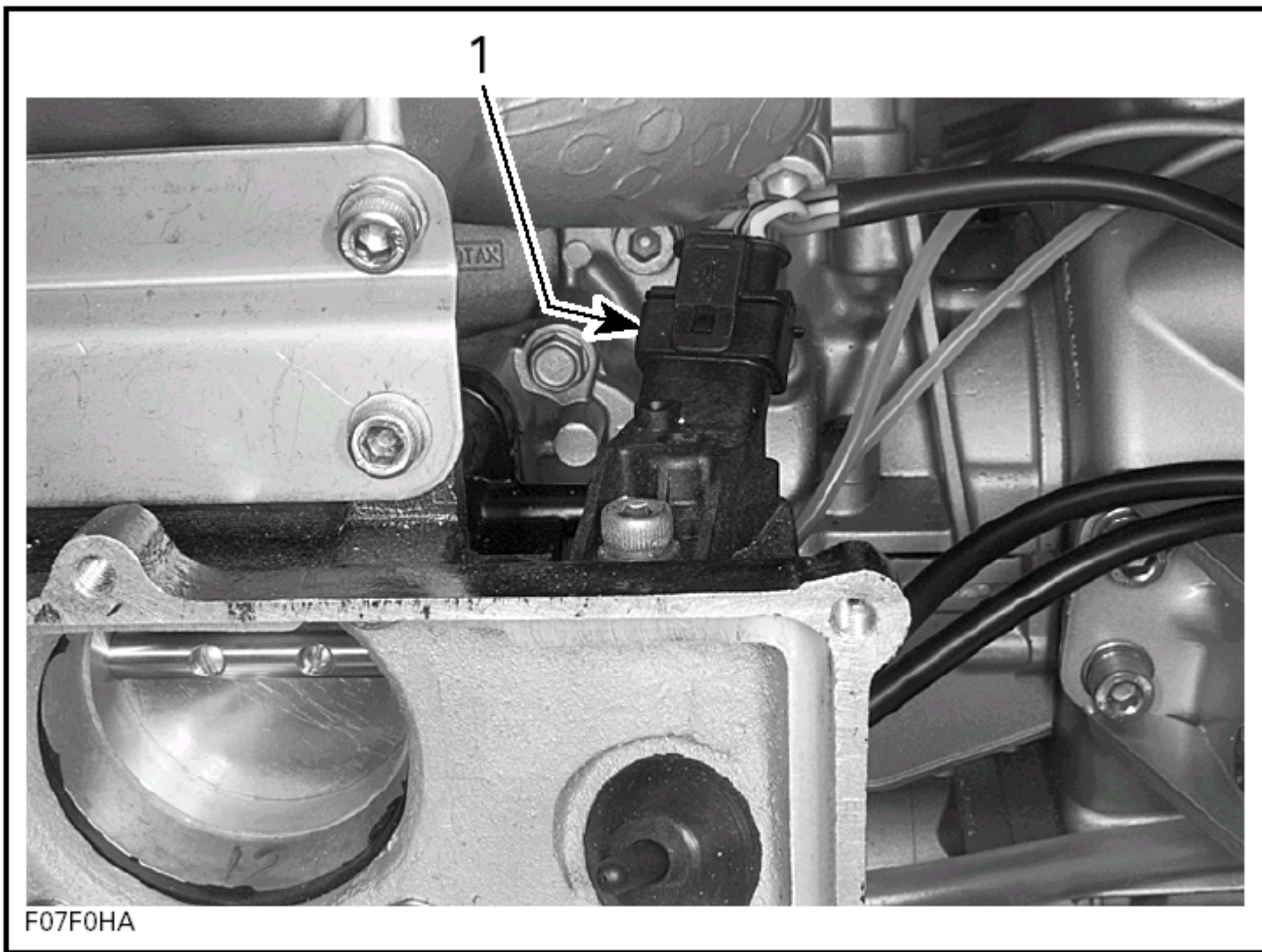
F07F0FA

1. Air temperature sensor (ATS)





1. *Water temperature sensor (WTS)*

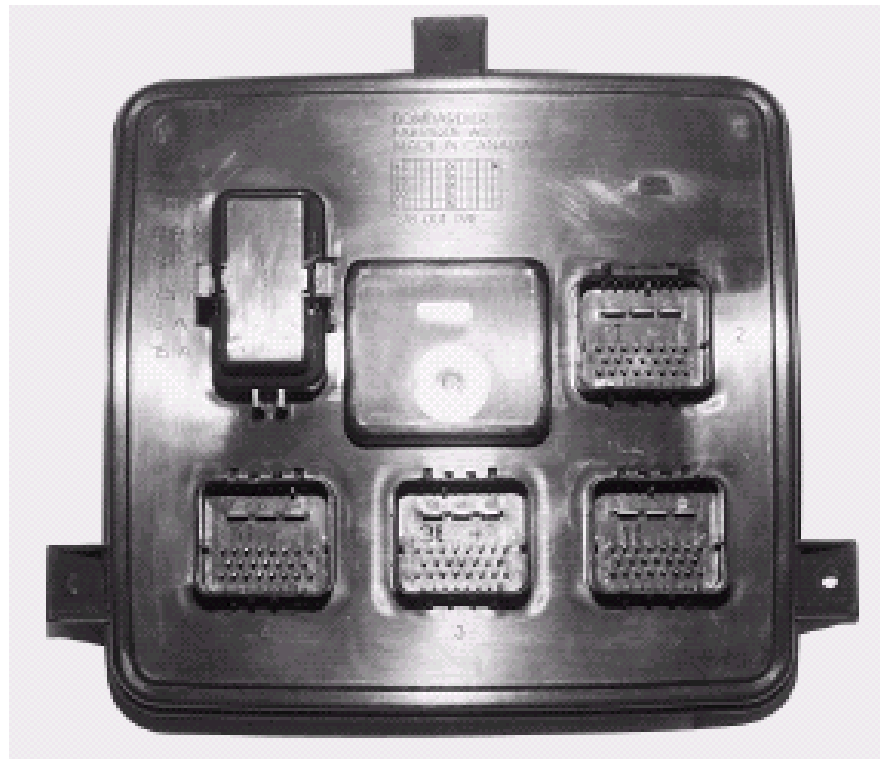


1. Air pressure sensor (APS)

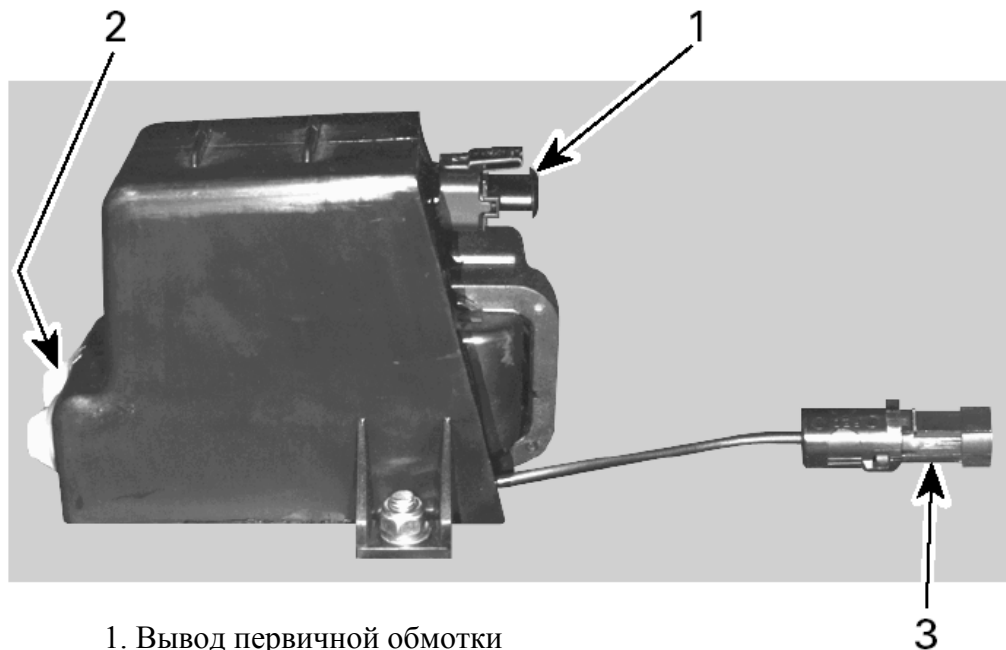
# Multi-Purpose Electronic Module (MPEM)

## Функции MPEM:

- Интерпретация входящей информации
- Распределение информации
- Остановка и запуск двигателя
- Таймер
- Учет рабочих часов
- Управление системой D.E.S.S.



# Катушка зажигания



1. Вывод первичной обмотки
2. Вывод вторичной обмотки
3. Контакт заземления

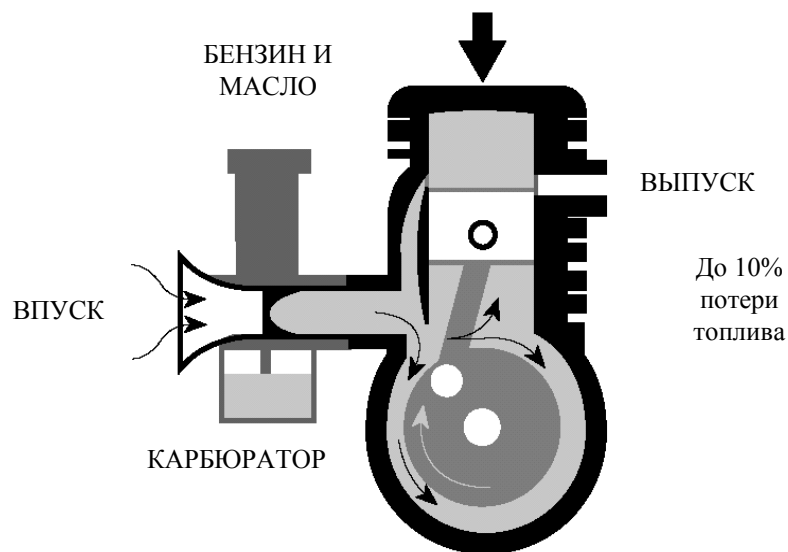
Катушка зажигания вырабатывает высокое напряжение для свечей зажигания.

Фактически это – две отдельных катушки в одном корпусе, способные выдавать высоковольтный разряд на каждый цилиндр индивидуально.

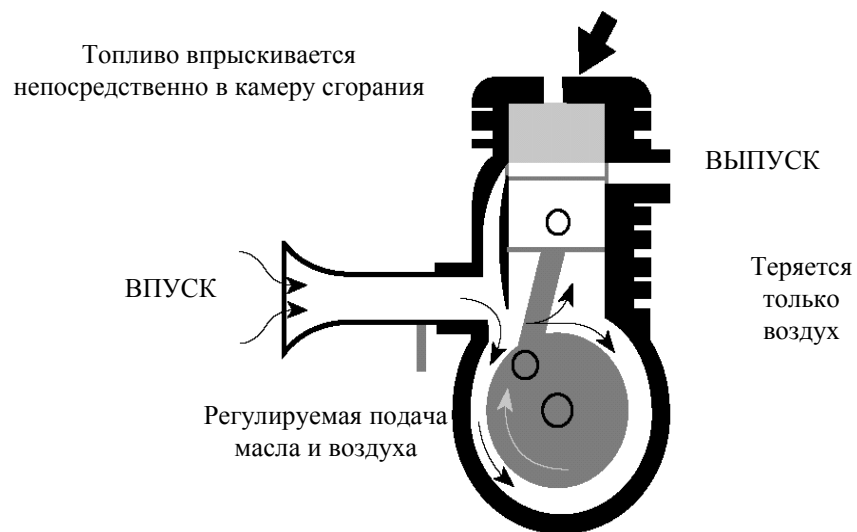
Катушка приспособлена конкретно для SEA-DOO. Она имеет специальное покрытие для предотвращения коррозии.

# Прямой впрыск «DI» (DIRECT INJECTION)

КЛАССИЧЕСКИЙ 2-ТАКТНЫЙ  
ДВИГАТЕЛЬ



ДВИГАТЕЛЬ С ПРЯМЫМ ВПРЫСКОМ  
«ORBITAL»



## Преимущества системы DI:

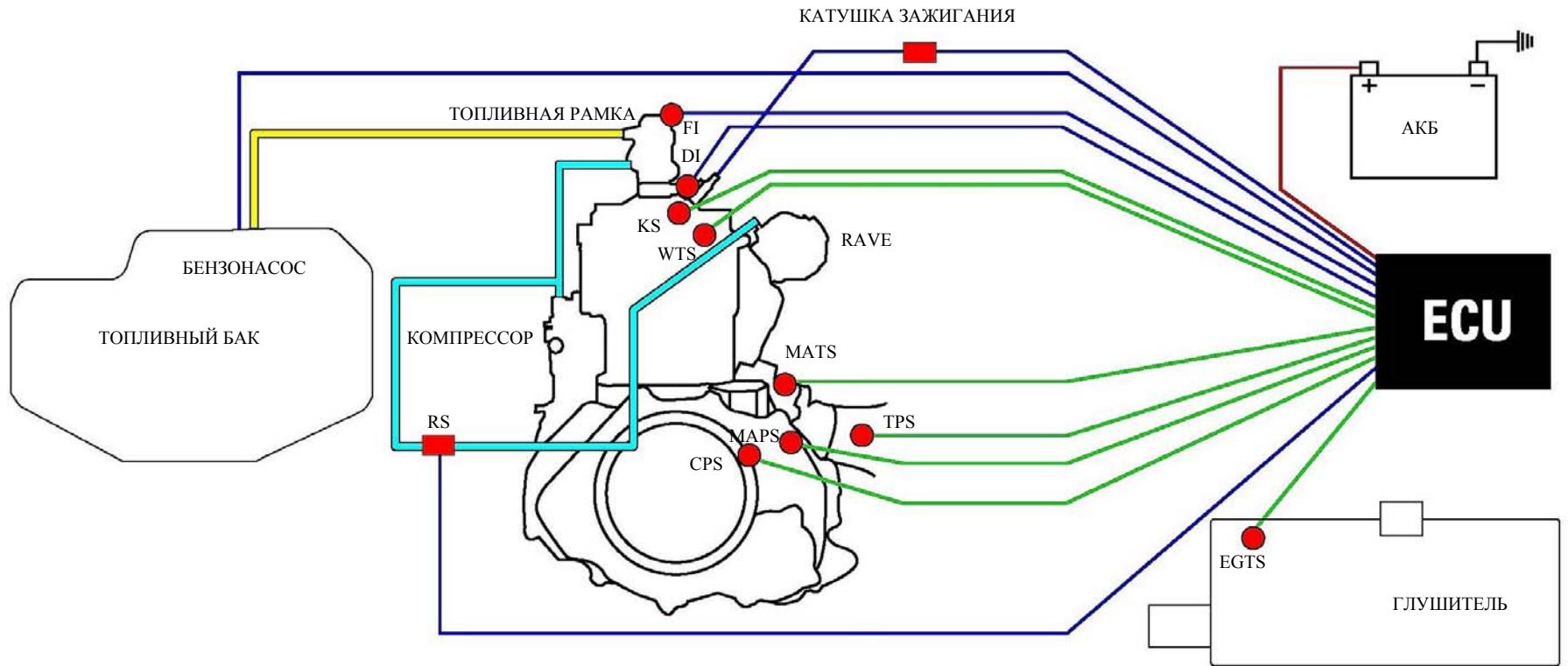
- ❖ Существенное снижение содержания вредных примесей выхлопа без использования катализатора (отвечает требованиям стандарта до 2006 года).
- ❖ Экономия топлива на 30-40%, особенно на малых оборотах.
- ❖ Улучшение управляемости двигателя.
- ❖ Улучшение стабильности холостых оборотов.
- ❖ Практическое отсутствие дыма в выхлопе.
- ❖ Сохранение отношения мощности к весу и размерам двигателя.

## Новые особенности, характерные для DI:

- Использование учебного ключа. (ECU имеет возможность ограничить максимальные обороты путем изменения параметров впрыска).
- Применения датчика детонации.
- Использование датчика температуры в выхлопных газах.
- Полная интеграция Megatech/Orbital в ECU.
- Возможность всесторонней диагностики и сервиса.
- Контроль работы двигателя



# Схема работы ECU



## Условные обозначения

<span style="color: green;">—</span>	Входные сигналы	CPS	Датчик положения коленвала	MAPS	Датчик давления воздуха на впуске
<span style="color: blue;">—</span>	Выходные сигналы	DI	Инжектор	MATS	Датчик температуры воздуха на впуске
<span style="color: yellow;">—</span>	Бензин	ECU	Блок контроля	RAVE	RAVE-клапан
<span style="color: cyan;">—</span>	Воздух	EGTS	Датчик температуры выхлопных газов	RS	RAVE-соленоид
		FI	Топливная форсунка	TPS	Датчик положения дроссельной заслонки
		KS	Датчик детонации	WTS	Датчик температуры охлаждающей жидкости

# Принцип действия системы DI

Процесс сгорания «Orbital» OCP (Orbital Combustion Process) обеспечивает многослойное сгорание в результате прямого впрыска полностью атометризованного топливного «тумана» (5 мкм). Это достигнуто применением системы пневматического наддува, уникальной геометрии камеры сгорания и блока ECU, осуществляющего точнейшее управление процессом сгорания.



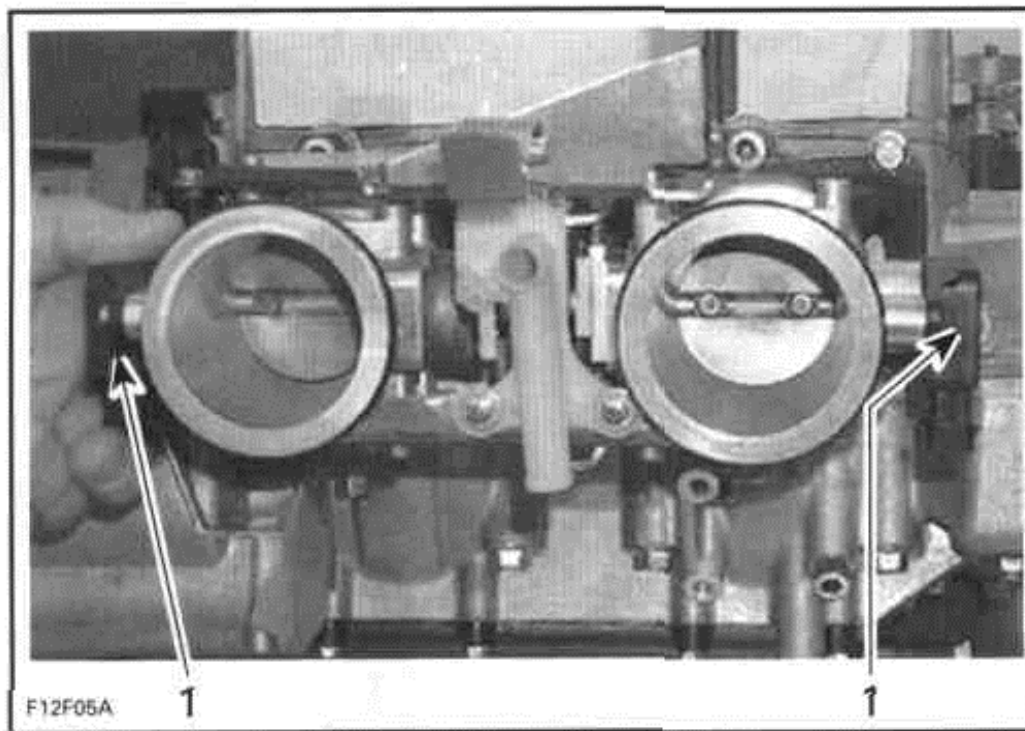
Управление впрыском осуществляется таким образом, чтобы топливная смесь попадала в камеру сгорания после полного закрытия выпускного окна (для минимизации потерь несгоревшей смеси через выпускной порт). Многослойность впрыска в цилиндр позволяет осуществить точнейшее управление процессом сгорания, тем самым, снизив содержание вредных примесей в выхлопе и увеличить экономию топлива.

ECU получает сигналы о нагрузке двигателя от датчика TPS и о положении коленвала от датчика CPS в качестве первичной информации для расчета и управления впрыском и выбором момента зажигания.



# Воздушный поток

Необходимый для процесса сгорания воздух подается непосредственно в корпус двигателя через два 46-мм дросселя. Воздушный поток управляется двумя дроссельными заслонками. Затем воздух подается через лепестковые клапаны в картер.

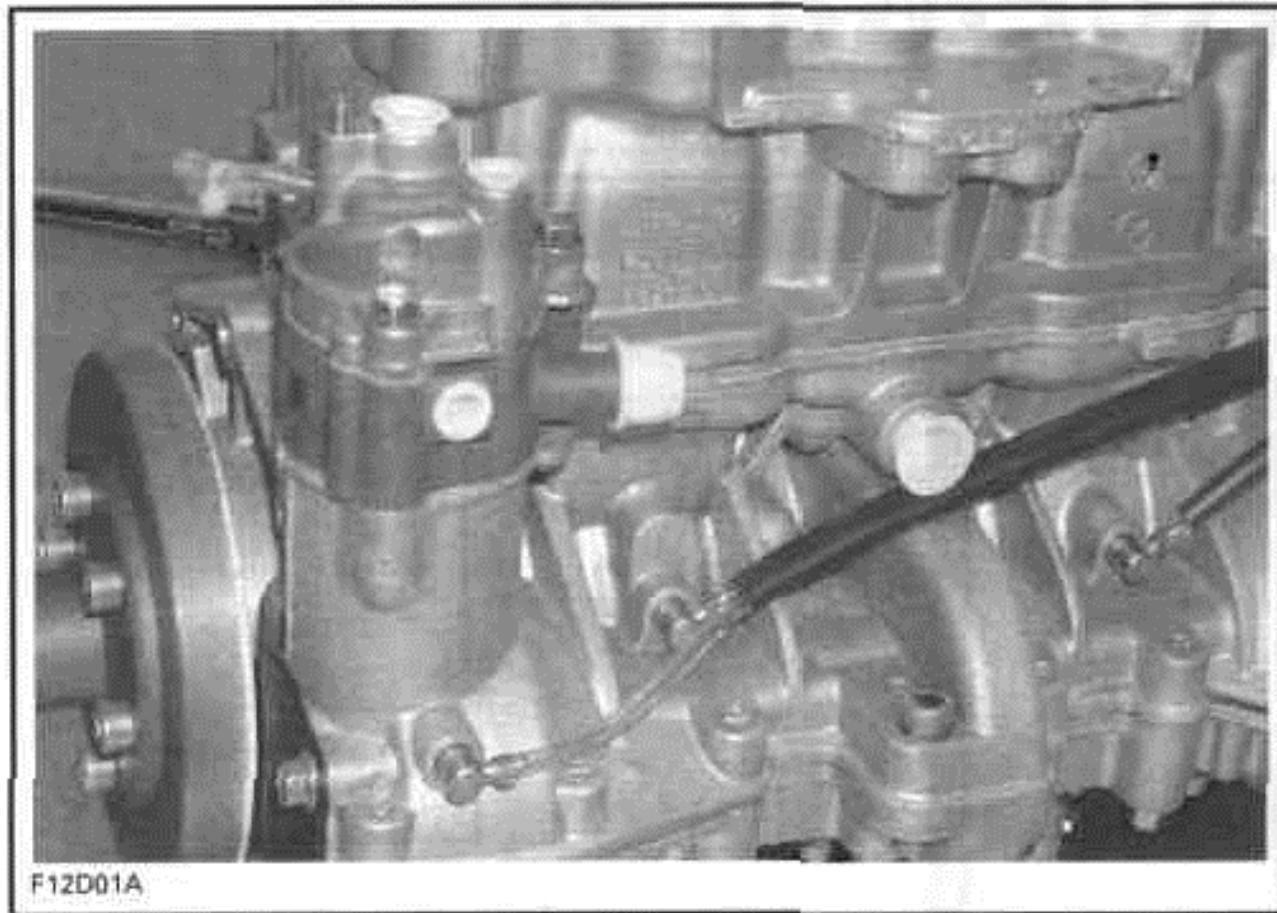


***Двойной 46-мм дроссель***

*1. Датчик положения дросселя (TPS)*

# СИСТЕМА НАДДУВА ВОЗДУХА

Воздушный компрессор обеспечивает подачу сжатого воздуха, необходимого для распыления топлива в воздушном инжекторе. Компрессор объединен с двигателем и имеет механический привод от балансировочного вала. Также он обеспечивает систему сжатым воздухом, необходимым для работы RAVE-клапанов.



Поскольку процесс сгорания происходит в течение нескольких миллисекунд, точнейший расчет впрыска и момента подачи искры имеет критически важное значение для оптимальной работы двигателя.

Основной принцип работы двигателя тот же, что и у остальных 2-тактных двигателей. Воздух подается внутрь картера и поскольку поршень движется вниз к BDC, воздух из картера выдавливается через трансферные порты в цилиндр. Так как коленвал продолжает вращение, впускное и выпускное окна закрываются поршнем. После закрытия этих окон топливо может быть впрыснуто в цилиндр.

Датчики (TPS, CPS, ATS) подают сигналы в ECU, который соотнеся эти данные с сигналами от MAPS, определяет моменты активации инжекторов и вырабатывания искры катушками зажигания.

В момент, когда поршень достигает рассчитанного положения, ECU открывает топливную форсунку, и топливо под давлением 106 PSI (730 kPa) устремляется в расширитель воздушной камеры топливной рамки, где смешивается с воздухом. Затем открывается инжектор, разряжая воздушно-топливную смесь внутрь камеры сгорания. Там смесь поджигается от свечи зажигания.

# Работа топливной рамки

**SEA400.**

## Топливная рамка

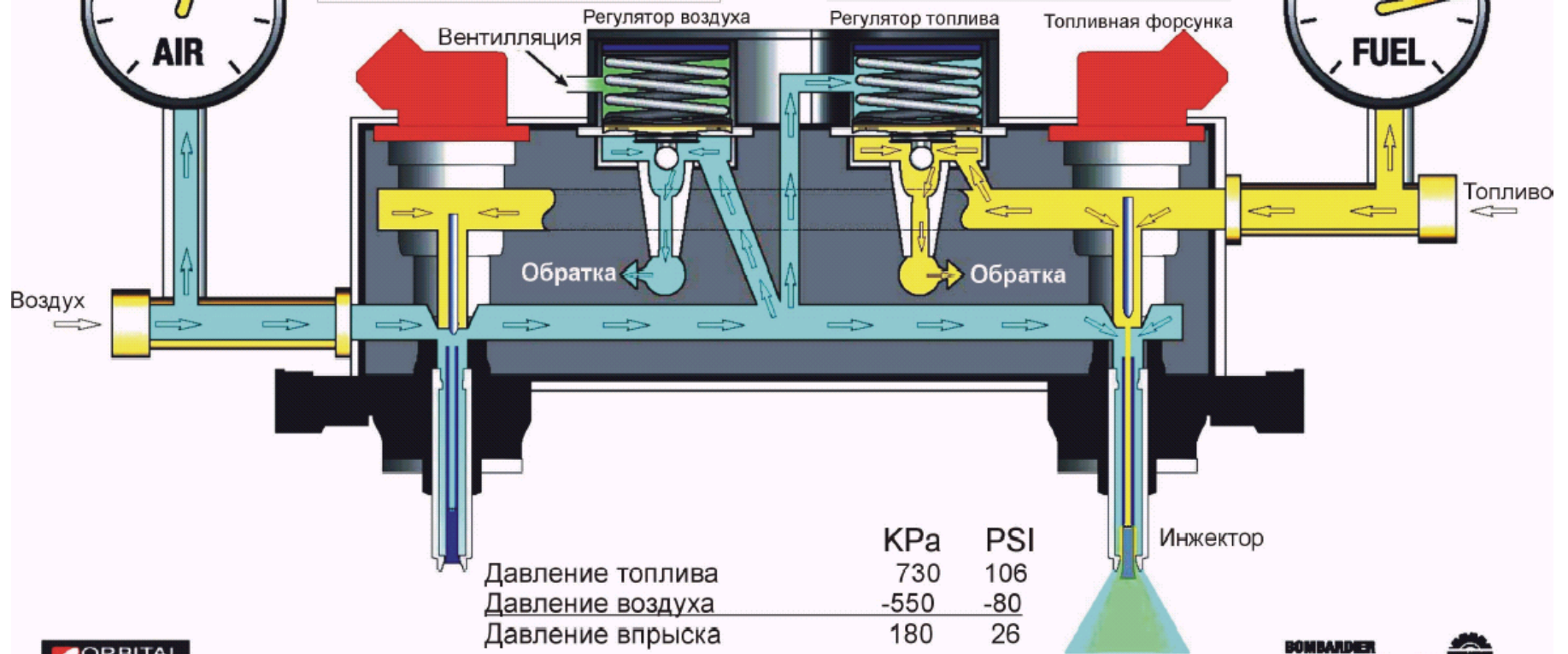
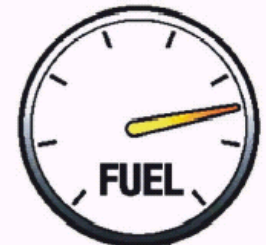
550 kPa  
(80 PSI)

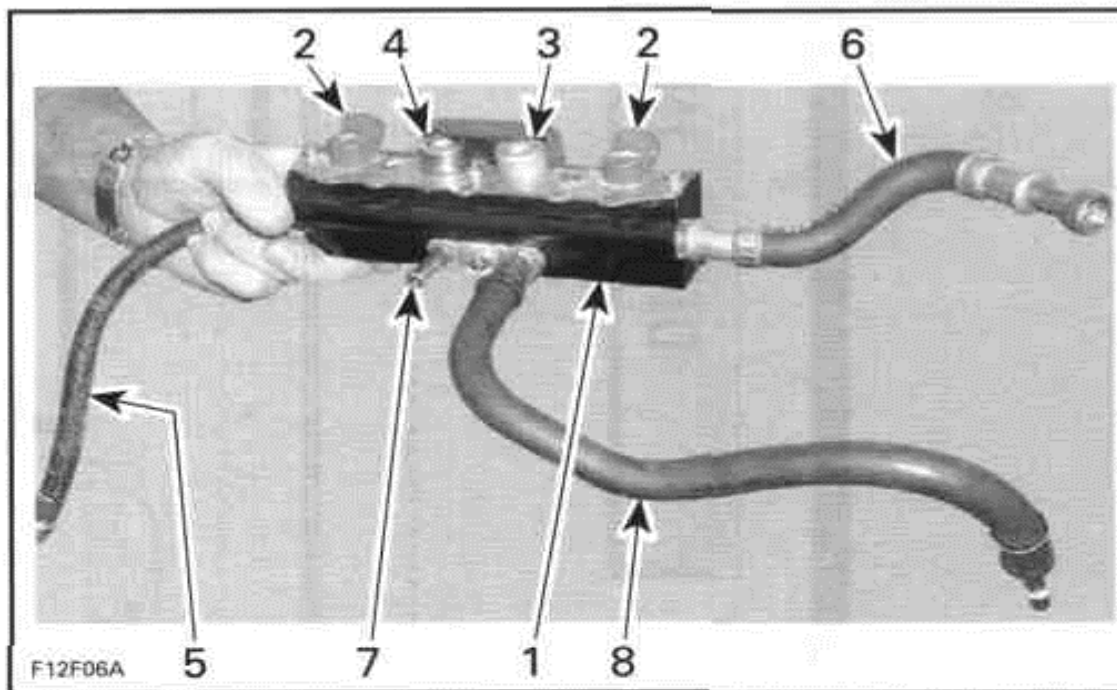


Воздух		
Давление	kPa	PSI
Атмосферное	100	15
Пружина	+450	+65
Суммарное	550	80

Топливо		
Давление	kPa	PSI
Воздух	550	80
Пружина	+180	+26
Суммарное	730	106

730 kPa  
(106 PSI)





1. Воздушно-топливная рамка
2. Топливная форсунка
3. Регулятор давления топлива
4. Регулятор давления воздуха
5. Впускной воздушный патрубок
6. Впускной топливный шланг
7. Воздушная обратка
8. Топливная обратка

# Модуль топливного насоса

Модуль размещен внутри топливного бака и состоит из топливного насоса и датчика уровня топлива.

## Характеристики топливного насоса

Тип	AIRTEX Единая циркуляционная камера
Рабочее напряжение	13,5 V
Номинальный ток	6 A
Производительность	25 GPH (95 л/ч)
Рабочее давление	106 PSI (730 kPa)

### Топливный насос

Топливный насос создает номинальное рабочее давление топлива приблизительно 730 kPa (106 PSI).

### Топливный фильтр

Ячеистый фильтр находится в нижней части топливного модуля внутри топливного бака. Кроме того, в топливопроводе, проходящем внутри рамки, установлен встроенный топливный фильтр.



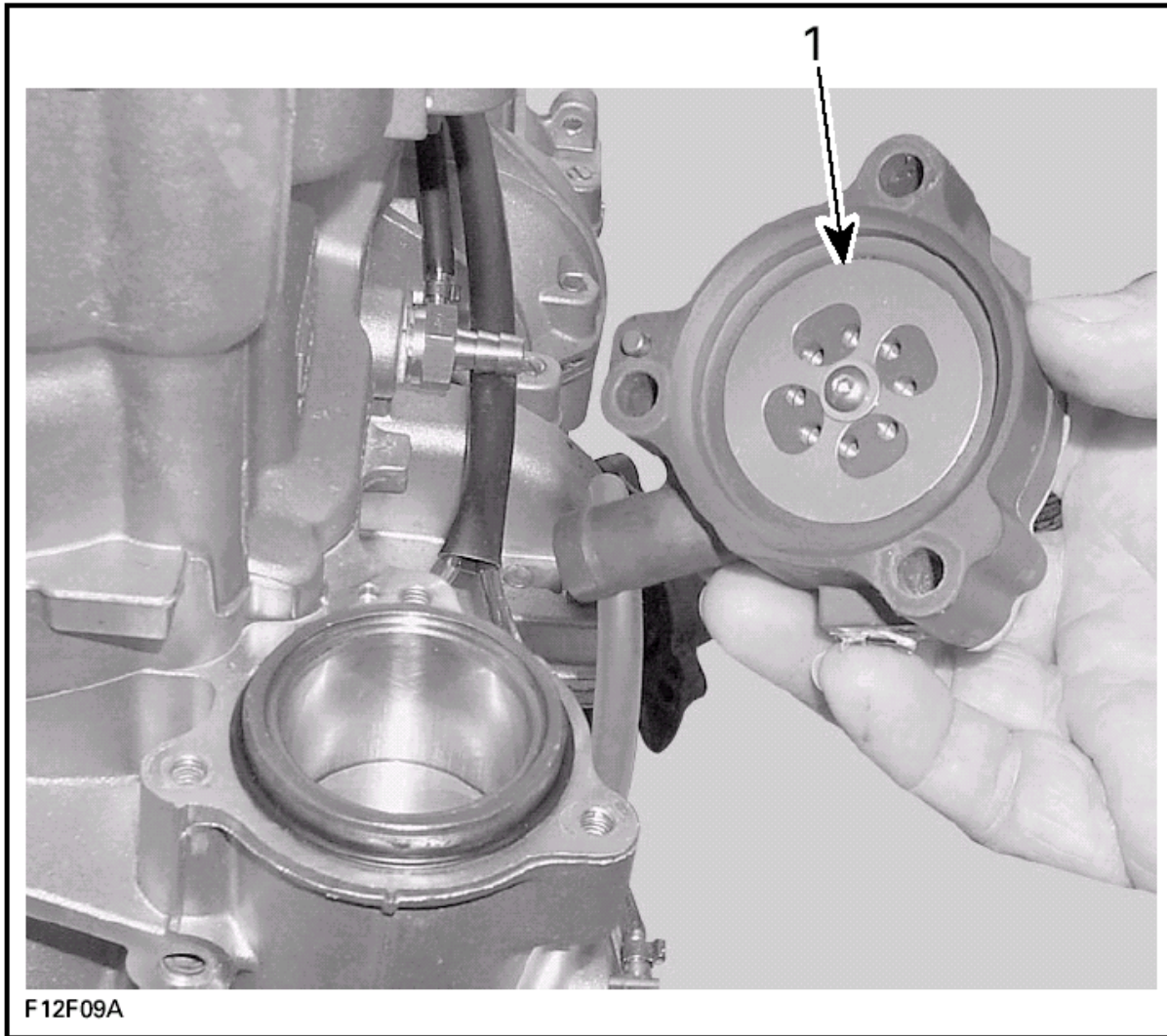
**ВНИМАНИЕ!**

**Начальная установка величины рабочего давления регулятора произведена изготовителем и регулировкам не подлежит.**



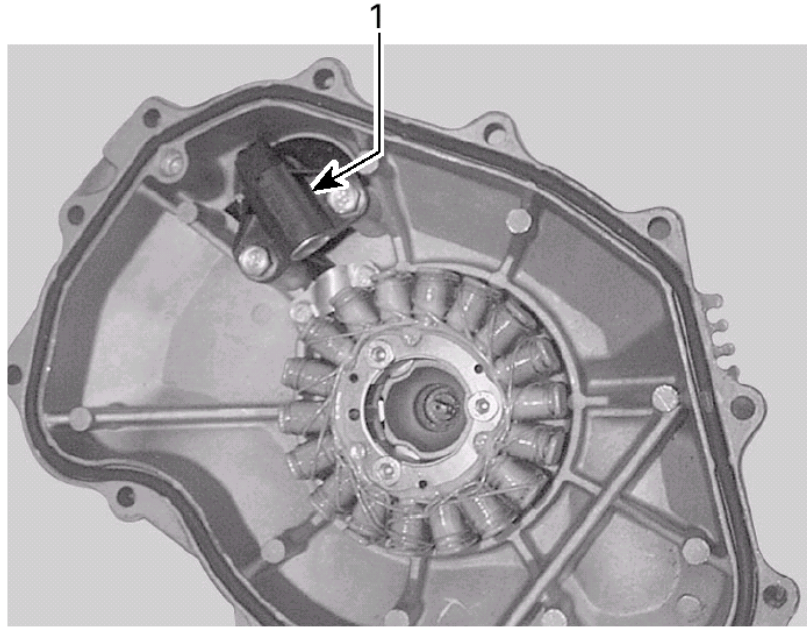


# Воздушный компрессор



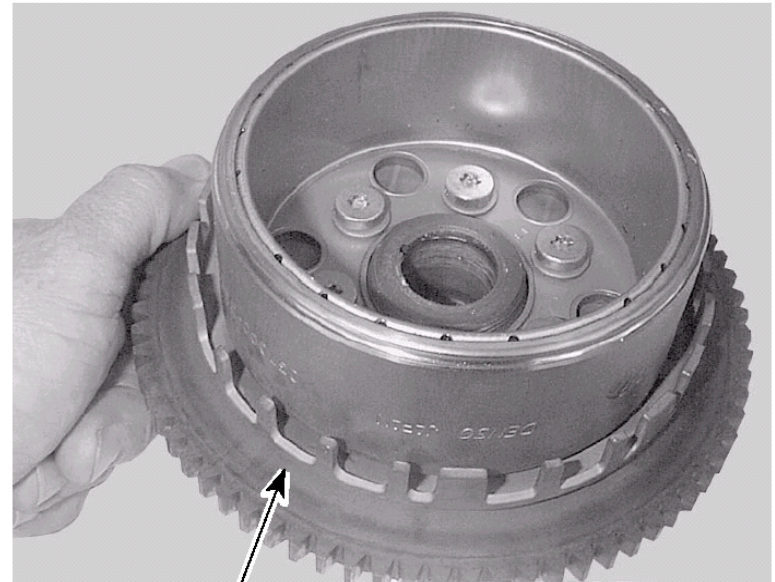
1. Золотник

# Датчик положения коленвала



F12H04A

1. CPS



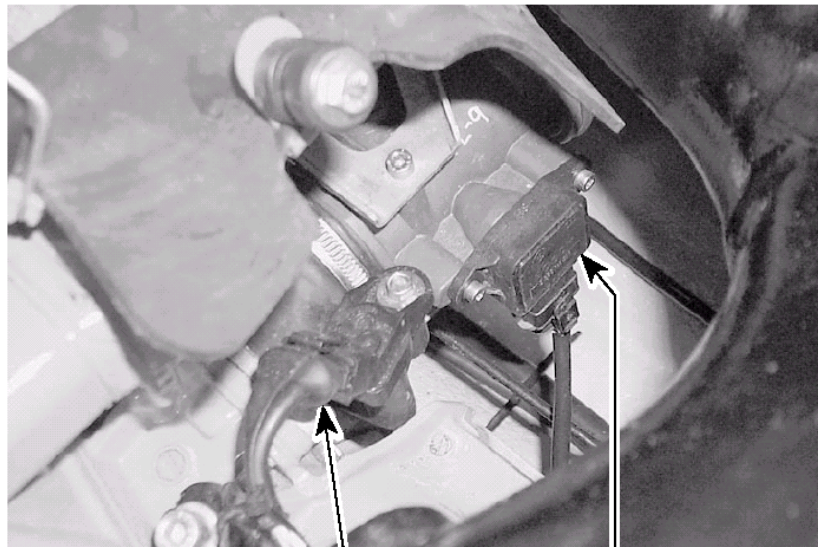
F12H05A

1. 24-зубое колесо



# Датчик положения дросселя

**MAG**



F12F0AA

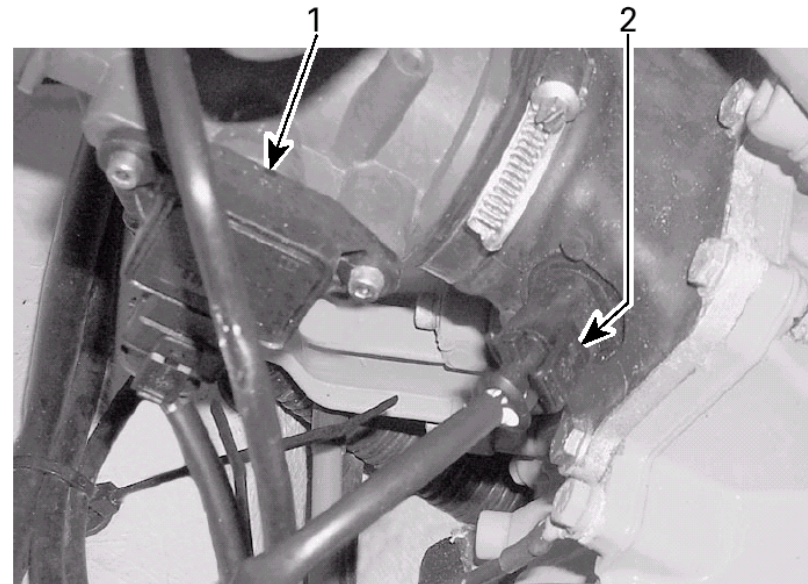
2

1

1. TPS

2. MAPS

**PTO**

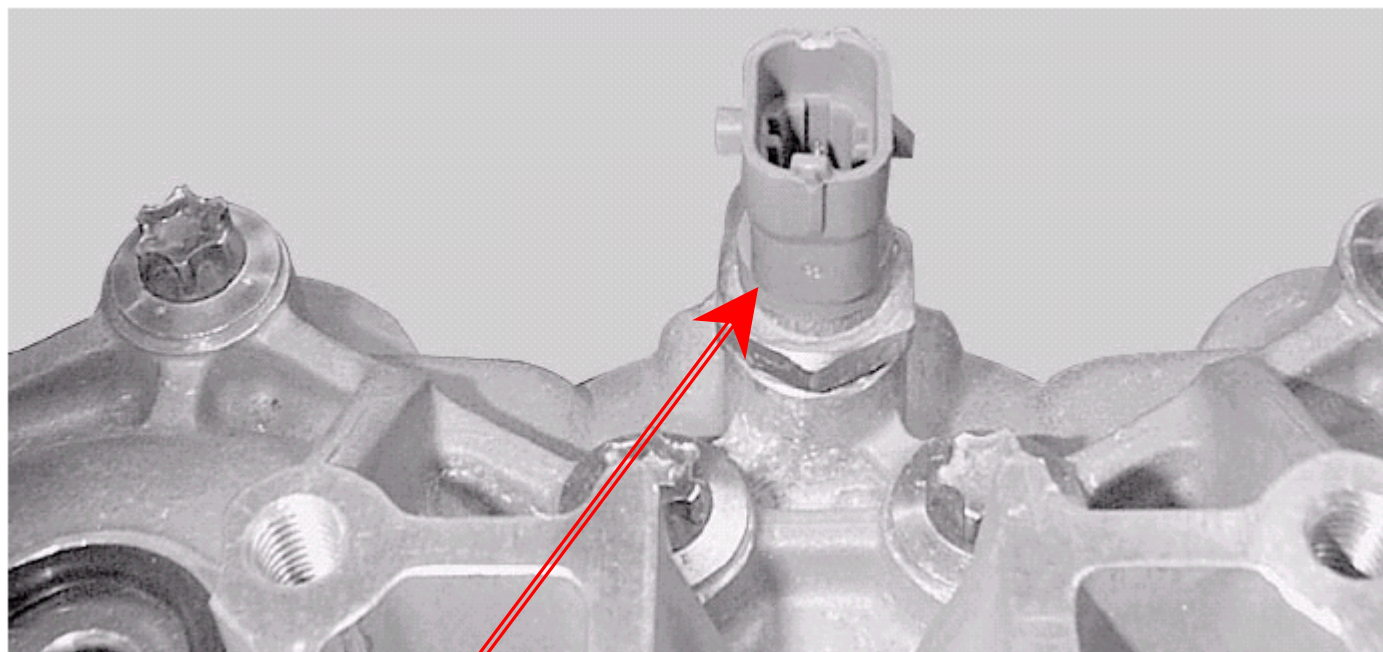


F12F0BA

1. TPS

2. MATS

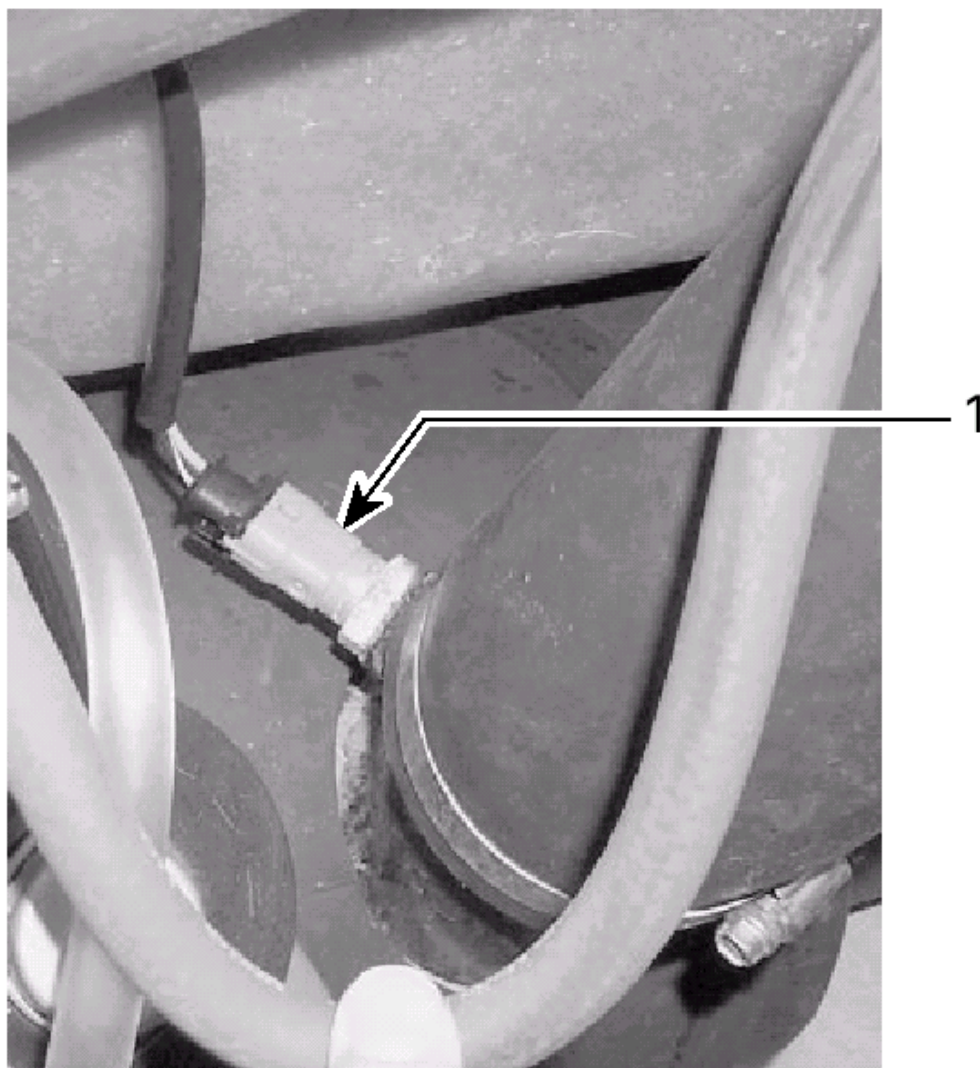
# Датчик температуры двигателя



F12E06A

WTS (Показан при снятой топливной рамке)

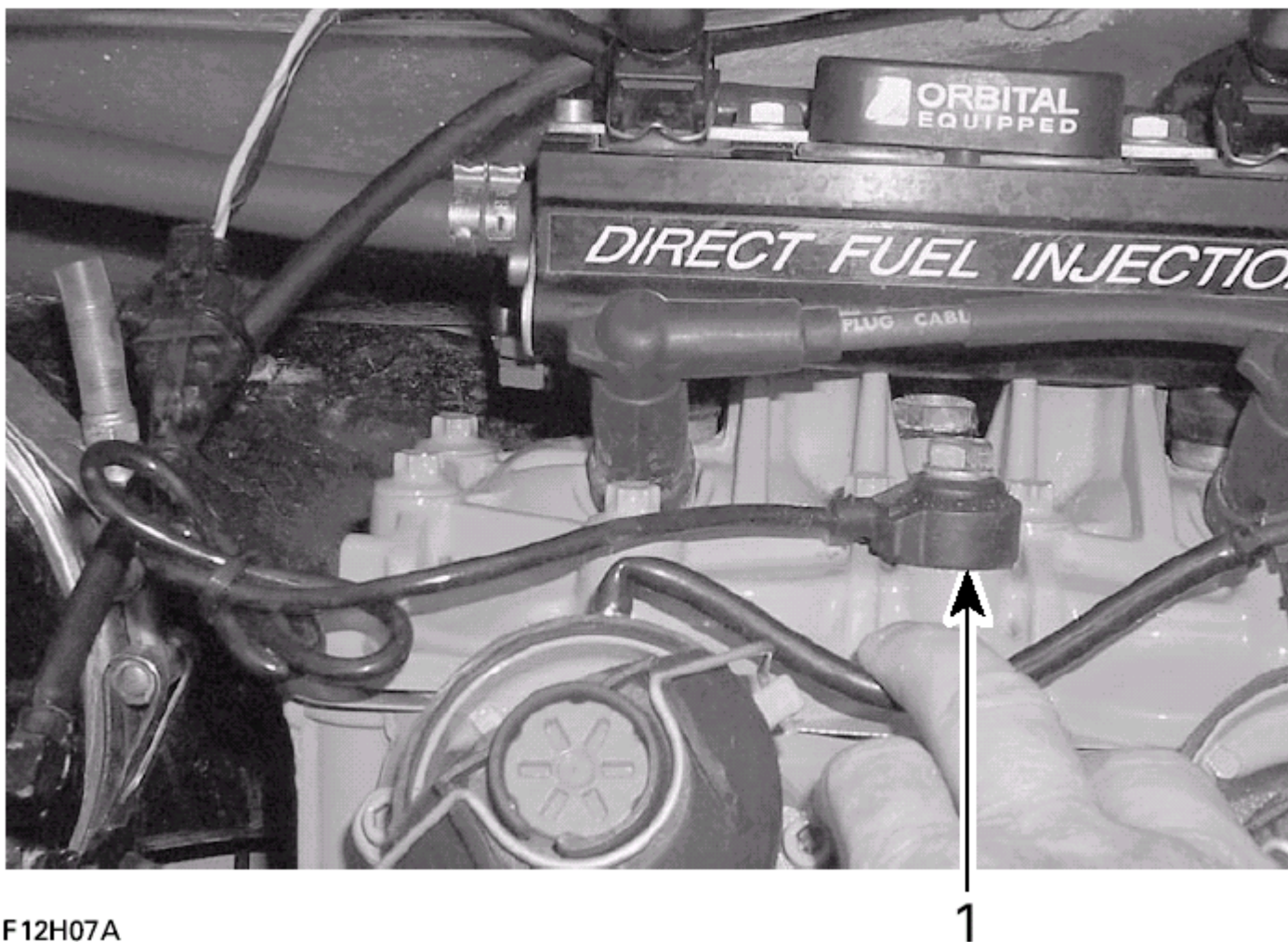
# Датчик температуры выхлопных газов



1. EGTS

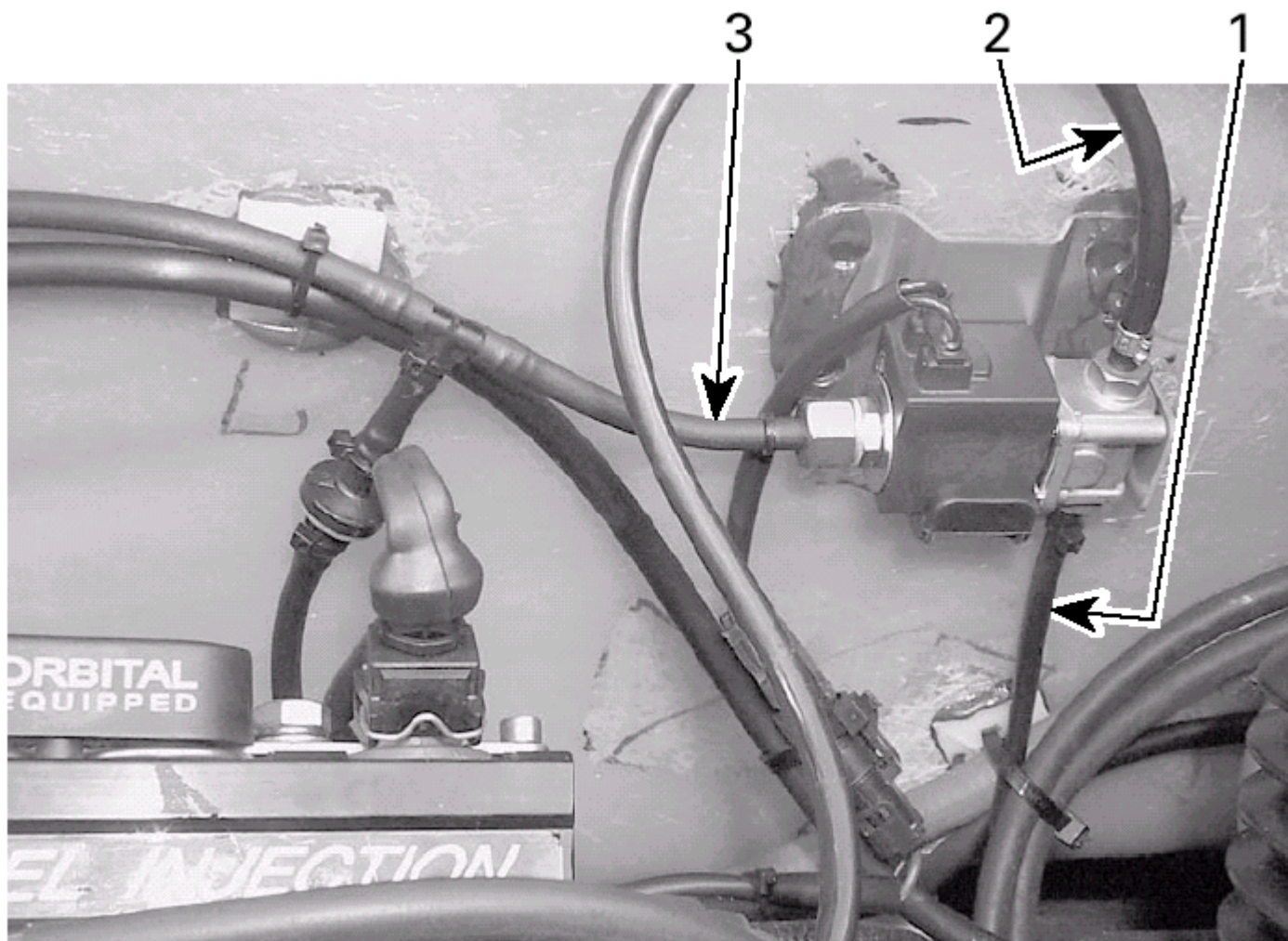


# Датчик детонации



1. Датчик детонации KS установлен на головке цилиндров

## R.A.V.E.-соленоид



F12H08A

1. От компрессора
2. К RAVE-клапану
3. К воздухозаборной коробке