

## **1. Общие принципы**

Регенерация служит для удаления частиц, скопившихся на стенках фильтра твердых частиц.

Регенерация заключается в периодическом сжигании аккумулированных в фильтре частиц.

Регенерация может происходить естественным путем, если температура отработавших газов достаточна для этого.

Регенерация может выполняться по команде компьютера управления двигателем, если температура отработавших газов недостаточна, а сажевый фильтр загрязнен.

Для этого компьютер управления двигателем искусственно повышает температуру отработавших газов посредством последующего впрыска : Этот процесс называется «принудительная регенерация».

**ПРИМЕЧАНИЕ** : Условия эксплуатации оказывают непосредственное влияние на температуру отработавших газов и, как следствие, температуру внутри сажевого фильтра.

Компьютер управления двигателем осуществляет непрерывное управление следующими элементами :

- Состояние фильтра ; Наблюдение за уровнем загрязненности сажевого фильтра
- Принудительная регенерация ; Выполнение принудительной регенерации

## **2. Функция : Наблюдение за уровнем загрязненности сажевого фильтра**

Назначение :

- Определение состояния сажевого фильтра (уровень загрязненности)
- При необходимости – подача команды на включение функции принудительной регенерации
- Обеспечение эффективного выполнения принудительной регенерации

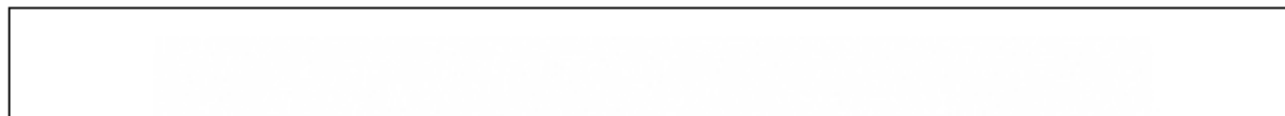
Основные данные, используемые для контроля за состоянием сажевого фильтра :

- Вычисление массы сажи, находящейся внутри сажевого фильтра
- Перепад давления (измерение)
- Температура отработавших газов (на выходе из каталитического нейтрализатора)
- Объем нагнетаемого воздуха

**ПРИМЕЧАНИЕ** : Эти данные зависят от уровня загрязненности сажевого фильтра.

## **3. Вычисление массы сажи, находящейся внутри сажевого фильтра**

Более подробно : Вычисление массы сажи.



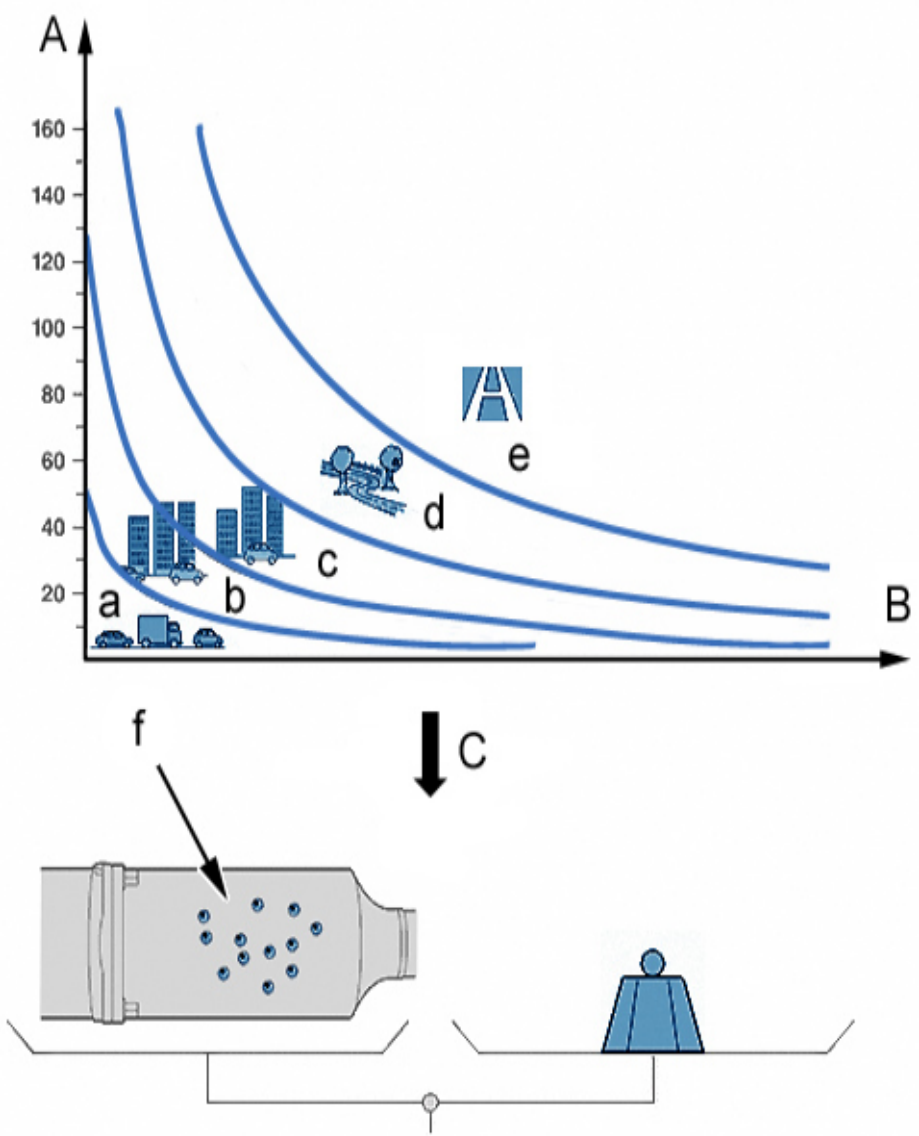


Рисунок : В11А00GP

Обозначения :

- "А" Скорость автомобиля (км/ч)
- "В" Крутящий момент (дН.м)
- "С" Вычисление массы сажи, находящейся внутри сажевого фильтра

- "f" Сажа (= углерод) скапливается внутри сажевого фильтра

Различают 5 типов движения		
Метка	Обозначение	Средний пробег между регенерациями
"a"	Затрудненное уличное движение	200 км
"b"	Нормальное уличное движение	350 км
"c"	Свободное уличное движение	500 км
"d"	Движение по дорогам	850 км
"e"	Движение по автомагистралям	1500 км

Компьютер управления двигателем имеет базовую матрицу, позволяющую ему моделировать массу сажи, накопленной в сажевом фильтре, в зависимости от дорожных условий, в которых эксплуатируется автомобиль.

Тип дорожных условий определяется на основании следующих параметров :

- Крутящий момент двигателя
- Скорость автомобиля

В течение каждого часа езды компьютер управления двигателем определяет тип дорожных условий, в которых находится автомобиль.

Для каждого из типов компьютер управления двигателем вычисляет массу сажи (г/мин) :

- Это значение складывается со значением, полученным ранее. Таким образом, суммарное значение показывает общую массу сажи, накопившейся с момента последней регенерации
- Суммированием этих масс можно определить теоретический момент времени для проведения регенерации

История использования автомобиля (Компьютер управления двигателем сохраняет данные по дорожным условиям за последние 5 регенераций) :

- Записи о дорожных условиях обновляются каждый час
- Компьютер управления двигателем составляет дорожный профиль автомобиля и определяет наиболее подходящий момент времени для начала регенерации сажевого фильтра в соответствии с историей использования автомобиля

#### 4. Безопасность функционирования : Перепад давления

**ВНИМАНИЕ** : Дифференциальное давление используется сажевым фильтром и/или двигателем только как средство обеспечения безопасности. В случае переполнения или закупоривания фильтра (дорожные условия менее благоприятны).

Наличие частиц сажи в фильтре приводит к возникновению перепада давления (дифференциального давления между входом и выходом).

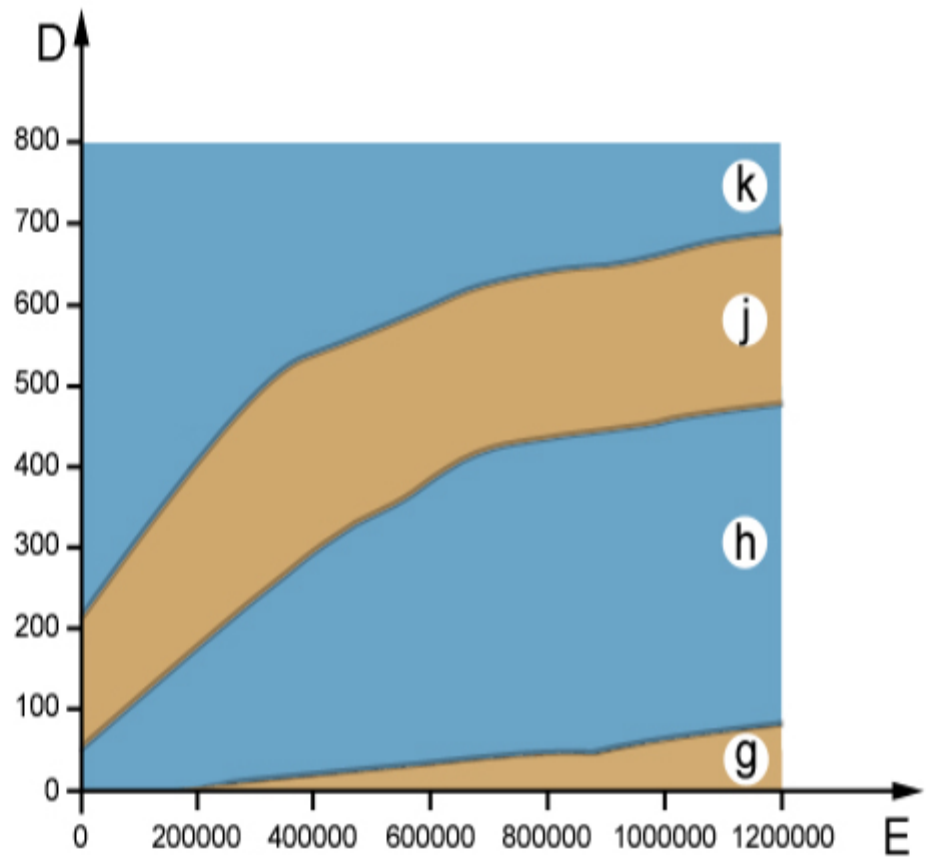
Это значение непрерывно измеряется и показывает уровень загрязненности сажевого фильтра.

Компьютер управления двигателем записаны кривые, определяющие 4 уровня функционирования, на основе которых вычисляется объемный расход отработавших газов.

Пропускная способность фильтра по объему отработавших газов вычисляется в основном на основании следующих параметров :

- Перепад давления
- Объем нагнетаемого воздуха
- Атмосферное давление
- Температура отработавших газов (на выходе из каталитического нейтрализатора)

##### 4.1. Уровень загрязненности сажевого фильтра





- "D" Перепад давления Давление воздуха во впускном трубопроводе.
- "E" Пропускная способность фильтра по объему отработавших газов (л/ч).
- "g" Утечка из фильтра.
- "h" Промежуточная зона.
- "j" Фильтр чрезмерно забит.
- "k" Засорен фильтр.

**ПРИМЕЧАНИЕ :** Определение текущего состояния фильтра производится измерением параметров при помощи средств диагностики.

Зоны " g " - " k " характеризуют уровень засоренности сажевого фильтра. Задача компьютера управления двигателем – поддерживать параметры фильтра в зоне "h" (независимо от пробега автомобиля). Для возвращения параметров фильтра в зону " h " компьютер управления двигателем осуществляет его принудительную регенерацию (в зависимости от дорожных условий).

**ПРИМЕЧАНИЕ :** В зонах " g " и " k " имеет место аномальное дифференциальное давление.

Компьютер управления двигателем подает команду на проведение принудительной регенерации фильтра в следующих случаях : Уровень засоренности фильтра находится в зоне " j " или " k " .

#### **4.2. Утечка из фильтра (Зона "g")**

Дифференциальное давление меньше порогового значения, определяемого пропускной способностью фильтра.

Возможные причины неисправности :

- Ошибка в показаниях датчика дифференциального давления
- Нарушение герметичности выпускного канала, см. информацию о трубах выше/ниже
- Действительно имеют место утечки из фильтра

Компьютер управления двигателем отменяет текущие запросы на проведение принудительной регенерации и подает сигнал о неисправности.

**ПРИМЕЧАНИЕ :** Дефект «утечка из фильтра» может возникнуть вследствие чрезмерной температуры во время регенерации. Поэтому масса сгоревших частиц сажи очень важна.

#### **4.3. Фильтр чрезмерно забит (Зона "j")**

Так называемое состояние предупреждения.

#### **4.4. Засорен фильтр (Зона "k")**

Дифференциальное давление постоянно превышает 800 мбар (максимально допустимое противодействие двигателя) или другое пороговое значение, определяемое объемным расходом.

Возможные причины неисправности :

- Принудительная регенерация неэффективна
- Фильтр закупорен церином
- Ошибка в показаниях датчика дифференциального давления
- Отсутствие добавки к топливу

Компьютер управления двигателем отменяет текущие запросы на проведение принудительной регенерации и подает сигнал о неисправности.

**ОБЯЗАТЕЛЬНО** : В случае появления сигнала «фильтр закупорен» необходимо найти причину засорения, вызвавшую повреждение фильтра.

## 5. Коррекция уровня засоренности, в случае наличия церина

Церин входит в состав топлива :

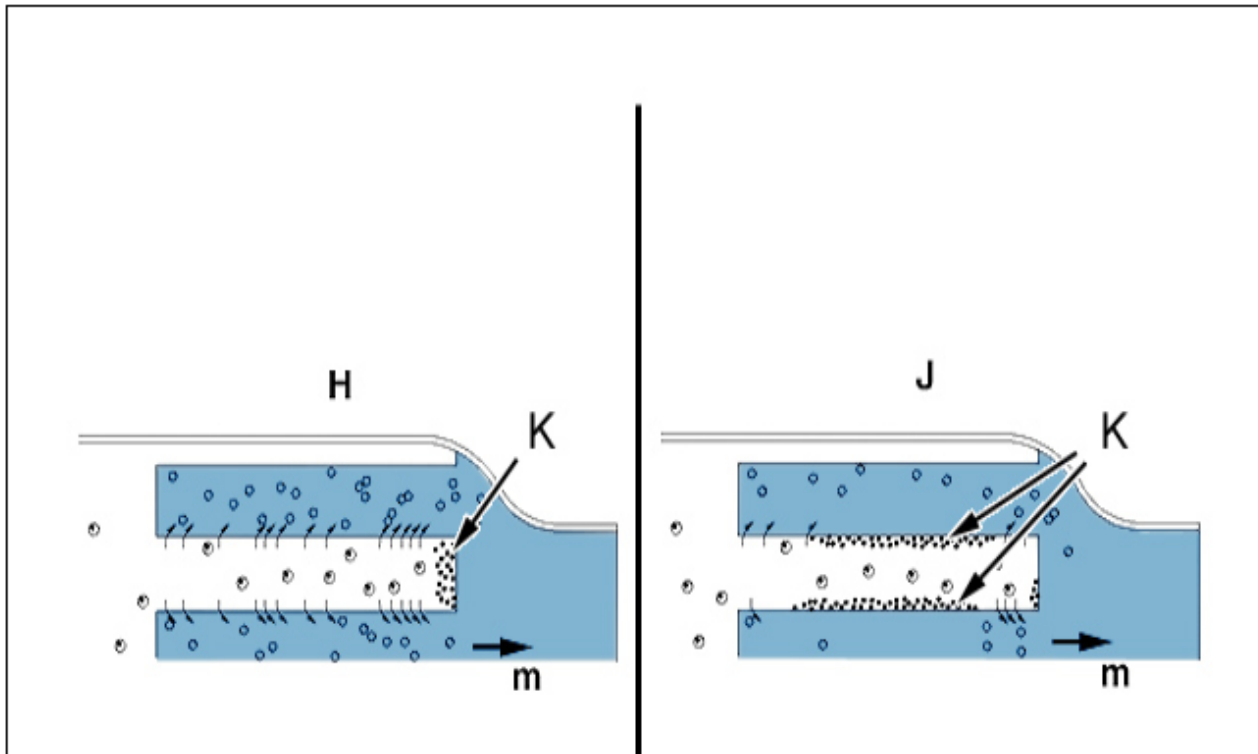
- Не сгорает вместе с сажей
- Накапливается в стенках сажевого фильтра

Компьютер управления двигателем постоянно адаптирует значения базовой матрицы в зависимости от количества накопленного в сажевом фильтре церина.

## 6. Влияние дорожных условий на дифференциальное давление

Изменение дифференциального давления одинаково зависит от следующих параметров :

- Расход топлива (присадки к топливу) (количество добавки, накопленное в фильтре)
- Условия эксплуатации автомобиля (начало послеопрыскивания)
- Температура отработавших газов
- Скорость прохождения отработавших газов через сажевый фильтр



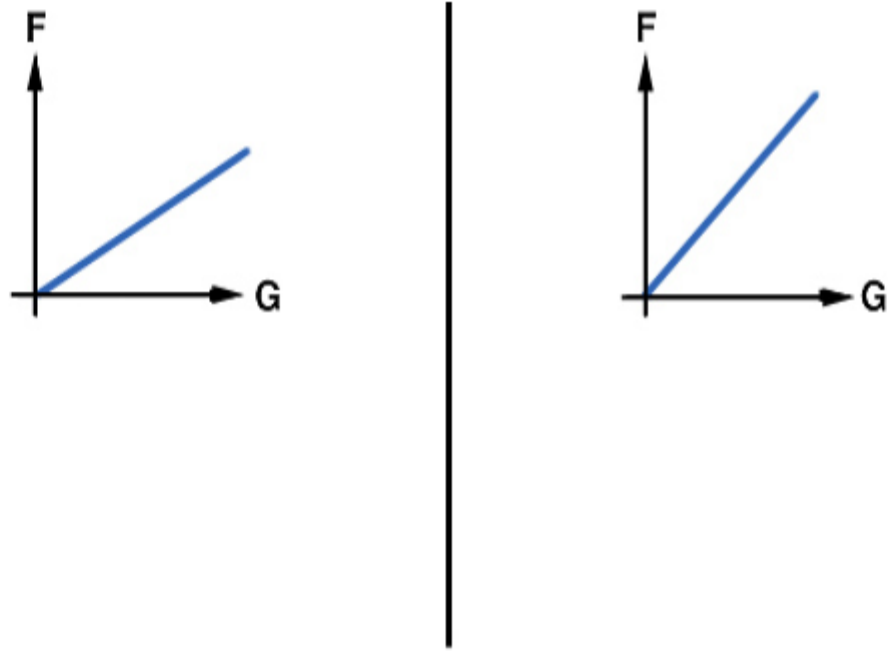


Рисунок : В1НА0В1Р



- "F" Пропускная способность фильтра по объему отработавших газов (л/ч).
- "G" Перепад давления Давление воздуха во впускном трубопроводе.
- "Н" Езда по дорогам и автомагистралям (перед регенерацией).
- "J" Езда по городу (перед регенерацией).
- "К" Отходы (церин, сажа, несгоревшие углеводороды, отходы масла...).
- "m" Фильтры отработавших газов.

Пример "Н" :

- Отходы накапливаются в глубине сажевого фильтра
- Газ проходит через каналы, дифференциальное давление в норме

Пример "J" :

- Отходы накапливаются в виде слоев пленки на каналах
- Проход газа через каналы затруднен, дифференциальное давление повышается

**ВНИМАНИЕ** : При одном и том же количестве церина и одном и том же километраже дифференциальное давление может быть различно.

## 7. Функция : Выполнение принудительной регенерации

Назначение :

- Управление функциями контроля состояния фильтра
- При необходимости, запуск регенерации фильтра в зависимости от его состояния по результатам контроля
- Определение необходимого уровня интенсивности регенерации
- Контроль влияния послепрыскивания на работу двигателя

Регенерация заключается в периодическом сжигании частиц, накапливающихся в фильтре, и позволяет поддерживать параметры фильтра в зоне " h ".

Регенерация фильтра зависит от температуры отработавших газов, которая может быть ниже температуры горения сажи.

Существует два метода регенерации :

- Естественная регенерация
- Искусственная регенерация (принудительная регенерация)

### **7.1. Естественная регенерация**

Когда температура отработавших газов достигает порогового значения регенерации (увеличение нагрузки на двигатель) ; Частицы в сажевом фильтре сгорают естественным путем. Никаких внешних действий для осуществления регенерации не требуется.

### **7.2. Искусственная регенерация (принудительная регенерация)**

Принудительная регенерация—это ряд действий, предпринимаемых компьютером управления двигателем для увеличения температуры отработавших газов до порогового значения регенерации.

### **7.3. Необходимо определить уровень принудительной регенерации**

Предусмотрены два типа помощи регенерации в зависимости от термического состояния системы выпуска :

- Принудительная регенерация уровня 1 Значения базовой матрицы, соответствующие невысокой температуре отработавших газов (на непрогретом двигателе (предварительный подогрев каталитического нейтрализатора до 250°C)
- Принудительная регенерация уровня 2 (значения базовой матрицы для горячей выпускной системы. Температура превышает 250°C)

### **7.4. Принудительная регенерация уровня 1**

Когда в результате контроля обнаруживается изменение рабочей зоны, подается команда на запуск принудительной регенерации уровня 1 (пример: переход из зоны " j " в зону " k ").

В ответ на запрос запуска принудительной регенерации компьютер управления двигателем выполняет следующие действия :

- Запрещение работы системы рециркуляции отработавших газов (EGR)
- Подает команду на запуск устройств-потребителей энергии (Заднее стекло с электроподогревом, Электровентилятор системы охлаждения)
- Регулировка основного впрыска для увеличения температуры отработавших газов

### **7.5. Принудительная регенерация уровня 2**

Выполняется по тому же принципу, что и принудительная регенерация уровня 1, однако используются более строгие значения базовой матрицы, позволяющие повысить температуру до большего уровня.

Переход от принудительной регенерации уровня 1 к принудительной регенерации 2 происходит при следующих условиях :

- Температура в системе выпуска
- Пока температура не поднялась до 250°C

Компьютер двигателя дает команду на последующий впрыск.

### **7.6. Условия включения принудительной регенерации (по результатам контроля)**

Параметры, в результате оценки которых может быть включена принудительная регенерация :

- Масса сажи, накопившейся в сажевом фильтре
- Перепад давления

Параметры	Характер сигнала	Помощь при регенерации
Масса сажи, накопившейся в сажевом фильтре (вычисляемый)	Включение	Масса сажи, накопившейся в сажевом фильтре со времени последней регенерации (превышает пороговое значение) (*)
	Выключение	Продолжительность работы в режиме послевпрыскивания (превышает пороговое значение) (*)
Перепад давления (измерение)	Включение	Перепад давления (превышает пороговое значение)
	Выключение	Продолжительность работы в режиме послевпрыскивания (превышает фиксированное пороговое значение)

(\*) В зависимости от дорожных условий.

### 7.7. Перепад давления

Включение принудительной регенерации по параметру измерения дифференциального давления может осуществляться независимо от включения по результатам вычисления массы сажи.

В случае наступления условия включения принудительной регенерации, необходимо прекратить регенерацию, отсчет времени последующего впрыска для осуществления которой имеет место или уже окончился (это позволяет полностью сжечь сажу, в ходе нормальной работы).

Установление временных рамок для послевпрыскивания позволяет :

- Избежать слишком продолжительного послевпрыскивания (износ, ухудшение смазки двигателя)
- Ограничить расход топлива

### 7.8. Другие условия включения принудительной регенерации:

Другие условия : Температура двигателя не должна быть ниже 60 °C.

## 8. Последствия включения принудительной регенерации

### 8.1. Запрет остановки теплового двигателя

При каждой активации функции принудительной регенерации компьютер гибридного привода запрещает компьютеру управления двигателем остановку теплового двигателя.

### 8.2. Запрещение работы системы рециркуляции отработавших газов (EGR)

При каждом включении принудительной регенерации компьютер управления двигателем запрещает работу системы рециркуляции отработавших газов (EGR) : Клапан системы рециркуляции отработавших газов закрывается (нагнетание прекращается).

### 8.3. Включение устройств-потребителей энергии

Включение устройств-потребителей энергии :

- Позволяет увеличить момента сопротивления генератора, что приводит к повышению нагрузки на двигатель
- Способствует повышению температуры отработавших газов
- Позволяет быстро переместить рабочую точку двигателя в положение, в котором включается послевпрыскивание

Компьютер двигателя дает команду на подключение крупных потребителей электроэнергии (команда насыщения генератора).

Для защиты от резкого падения напряжения подключение потребителей электроэнергии осуществляется поэтапно, компьютер двигателя выжидает 10 секунд перед подключением каждого следующего потребителя.

Порядок подключения потребителей электроэнергии : (\*) :

- Запрос блока BSII на включение обогрева заднего стекла

- Управление электровентилятором
- Управление свечами предварительного нагрева

(\*) Определяется уровнем загрузки автомобиля (так что напряжение аккумуляторной батареи превышает 12,8 В).

**ПРИМЕЧАНИЕ** : Отключение потребителей электроэнергии осуществляется в порядке, обратном порядку их подключения, поэтапно с выдержкой времени в 5 секунд.

#### **8.4. Закрытие дозатора блока дроссельной заслонки- Система клапанов**

Во время проведения регенерации управление давлением турбонаддува становится регулируемым независимо от частоты вращения коленвала.

Дозатор блока дроссельной заслонки меняет давление подаваемого на впуск воздуха в зависимости от открытия заслонки.

При этом компьютер двигателя адаптирует давление турбонаддува в соответствии с давлением подаваемого на впуск воздуха.

На дозатор блока дроссельной заслонки подается сигнал управления для регулировки расхода воздуха турбонаддува.

Закрытие дозатора дроссельной заслонки позволяет обеспечить следующее :

- Ограничение количества свежего воздуха, поступающего в двигатель
- Обогащение горючей смеси
- Увеличение нагрузки на двигатель
- Способствует повышению температуры отработавших газов
- Позволяет быстро переместить рабочую точку двигателя в положение, в котором включается послевпрыскивание

#### **8.5. Последующий впрыск**

Катализатор, установленный в верхней части сажевого фильтра, является катализатором окисления.

В присутствии несгоревших углеводородов (НС) тепловой КПД катализатора повышается.

Температура отработавших газов растет.

При послевпрыскивании :

- Топливо впрыскивается после прохождения верхней мертвой точки (положение коленчатого вала 20 - 120 °)
- Температура канала выпуска отработавших газов постепенно повышается до порогового значения регенерации

После достижения этой температуры послевпрыскивание продолжается до полного уничтожения несгоревших частиц топлива.

Объем подачи топлива и продолжительность послевпрыскивания определяются по базовой матрице, по которой определяются условия работы двигателя.

Полный расход впрыскиваемого топлива с учетом последующего впрыска должен остаться неизменным.

**ПРИМЕЧАНИЕ** : Последующий впрыск на холостом ходу и при возврате к холостому ходу позволяет избежать охлаждения сажевого фильтра.

#### **8.6. Влияние на работу двигателя**

При постоянной частоте вращения и нагрузке послевпрыскивание приводит к увеличению крутящего момента двигателя.

Для того чтобы сохранить плавность хода и избежать рывков двигателя при последующем впрыске, внутренняя логика компьютера управления двигателем использует следующие стратегии :

- Снижение объема топлива при основном впрыскивании
- Регулировка давления наддува

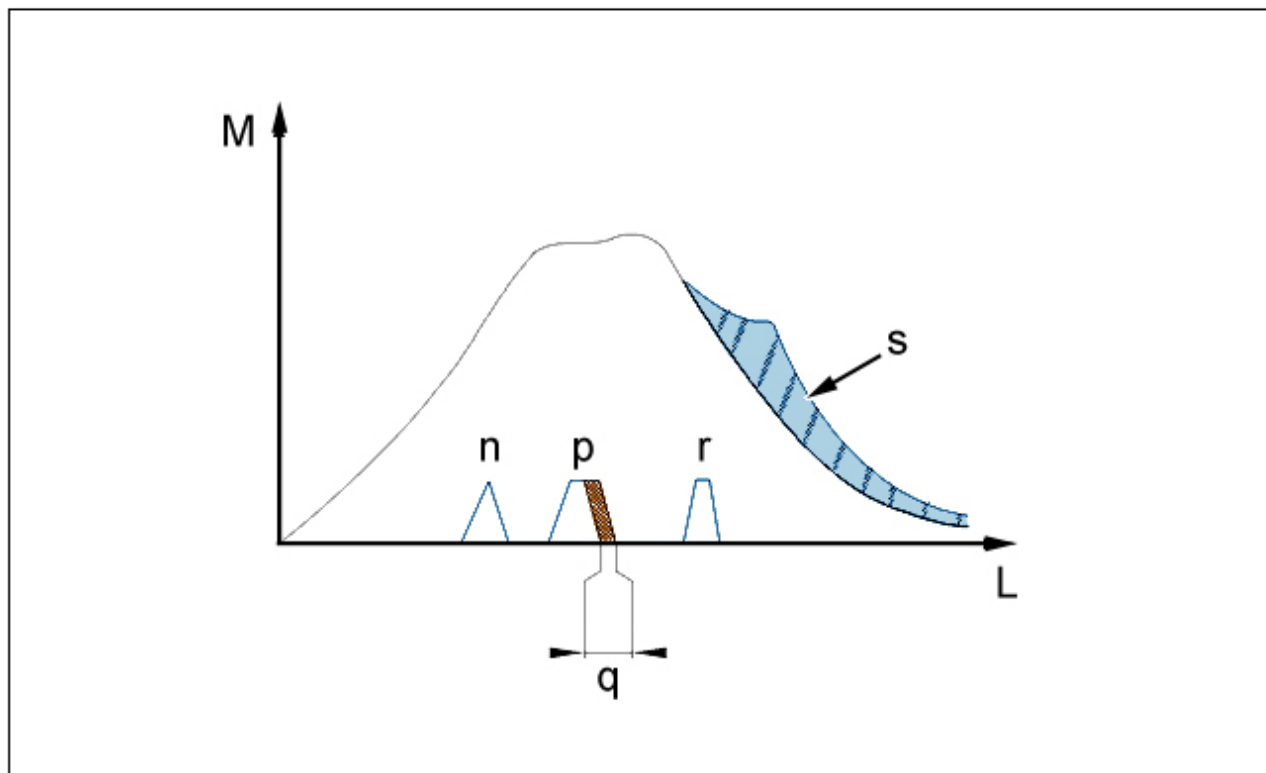


Рисунок : B1HA0B2D

"M" Давление в цилиндре (Бар).

"L" Время (Секунд).

"n" Предварительное впрыскивание.

"p" Основной впрыск.

"q" Сокращение времени основного впрыскивания.

"r" Последующий впрыск.

"s" Снижение давления в цилиндре.

Снижение объема топлива основного впрыскивания позволяет компенсировать прирост крутящего момента, возникающий из-за послевпрыскивания.

Для поддержания постоянного крутящего момента во время принудительной регенерации соответствующим образом регулируется давление наддува.

## 9. Вывод на дисплей ошибок - Режимы аварийной работы

### 9.1. Вывод на дисплей ошибок

Появление в системе фильтрации несгоревших частиц топлива определенных неисправностей отображается диагностическим индикатором двигателя.

Визуальный сигнализатор неисправности сажевого фильтра включается при наличии ошибок, связанных со следующими элементами или информацией :

- Датчик перепада давления
- Датчики температуры отработавших газов (на выходе из каталитического нейтрализатора)

- Противопылевой фильтр пробит

Когда сажевый фильтр забит, на панели приборов включается визуальный сигнализатор забитого сажевого фильтра.

## 9.2. Режимы аварийной работы

Система впрыскивания может работать в следующих аварийных режимах : Режим работы с ограниченным объемом подачи топлива.

## 9.3. Объем подачи топлива ограничен

В этом аварийном режиме работы ограничен объем подачи топлива и частота вращения двигателя не может быть выше 2750 об/мин.

Система впрыскивания переходит в режим ограничения подачи топлива при неисправности одного из следующих элементов :

- Сажевый фильтр засорен
- Датчик перепада давления (\*)

## 9.4. Добавление присадки к топливу - Работа в аварийных режимах

При наличии неисправностей в системе добавления присадки к топливу используется 3 основных стратегии :

- Крышка топливного бака неисправна : Компьютер управления двигателем использует информацию о скорости автомобиля в совокупности с информацией, полученной от датчика уровня топлива, для впрыскивания добавки
- Неисправность датчика уровня топлива : Компьютер управления двигателем производит подачу добавки в соответствии с уровнем топлива ; Во время открытия/закрытия крышки топливного бака
- Неисправность связи по мультиплексной сети CAN : Компьютер управления двигателем производит подачу добавки в соответствии с уровнем топлива ; В случае потери связи более чем на 10 секунд

# 10. Функция информирования водителя

## 10.1. Получаемый из диагностики

Нормальная работа индикатора :

- Индикатор загорается при включении зажигания
- После включения зажигания индикатор горит в течение 4 секунд, после чего гаснет

Работа индикатора при наличии неисправностей :

- Индикатор загорается при включении зажигания
- Индикатор остается гореть

## 10.2. Риск забивания фильтра твердых частиц

В случае длительной работы при малой частоте вращения принудительная регенерация может оказаться неэффективной (недостаточная температура отработавших газов).

Фильтр закупоривается сажей.

Компьютер управления двигателем информирует BSI 1.

Блок BSI1 требует вывода на многофункциональный экран сообщения (риск забития фильтра твердых частиц) в следующих случаях :

Неисправность противосажевого фильтра (Фильтр чрезмерно забит).

Сообщение имеет целью оповестить водителя о необходимости выбрать стиль вождения, который позволил бы произвести регенерацию сажевого фильтра.

В течение 100 километров после появления сообщения водителю следует не менее 3 минут подряд ехать со скоростью, превышающей 50 км/ч. После этого сообщение погаснет.

В случае если эта рекомендация не будет выполнена, сажевый фильтр закупорится : Сажевый фильтр засорен.

Компьютер управления двигателем информирует BSI 1 о том, что требуется :

- Запросить включение визуального сигнализатора забитого сажевого фильтра
- Подать команду на вывод предупреждающего сообщения на многофункциональный дисплей (отклонение системы защиты от загрязнения окружающей среды)

### **10.3. Достигнут максимальный уровень добавки в топливо**

Компьютер двигателя информирует блок BSI1, который запрашивает вывод на многофункциональный дисплей соответствующего сообщения (минимальный уровень присадки к топливу) (после включения зажигания) (\*).

(\*). В соответствии с комплектацией автомобиля.

Индикатор технического обслуживания гаснет, если.

После заполнения резервуара для добавки к топливу индикатор технического обслуживания остается гореть до тех пор, пока не будет сброшен на ноль счетчик объема добавки к топливу.