**Давления в системе KE-jetronic**

Приношу глубокую благодарность всем участникам форума Audi-club, особенно Misha190E и Urgubab за помощь в понимании работы КЕ. Отдельное спасибо ктн Иванкову В.И., доценту ПК "Автосервис" за многое его терпение в беседах со мной по устройству КЕ. Спасибо всем, опубликовавшим фотографии и рисунки КЕ в интернете. Если у вас возникнут вопросы копирайта своих материалов, с удовольствием помещу ваше авторство на них.

**Введение**

Автомобили с системой впрыска KE-jetronic выпускались с 1982 по 1993 год такими известными фирмами, как Mercedes, Ford, AUDI, Volkswagen. Подобные машины достаточно широко распространены и в России. Вследствие того, что производитель и разработчик KE-jetronic фирма Bosch давала гарантию на свои компоненты на 8 лет, даже самые свежие автомобили с этой системой имеют проблемы с впрыском.  
KE-jetronic является механическим системой впрыска с электронной коррекцией. Поэтому для правильного понимания работы КЕ необходимо в первую очередь разобраться с механической частью, а именно с давлениями топлива в разных частях дозатора и иметь начальное представление о теории регулирования. **КЕ настраивается в первую очередь по гидравлике, а электронные регулировки лишь уточняют работу дозатора, но никак наоборот**. По мнению автора, подавляющее большинство ремонтников слишком увлекаются электроникой, "накручивая" регулировки дозатора и доводя его порой до полной неработоспособности. Можно смело сказать, что специалистов, умеющих чинить KE, единицы, что создает большие проблемы для владельцев. Доказательством этому служит то, что на момент написания пособия количество просмотров в Интернете темы о ремонте КЕ на одном форуме Audi-club составило 50000! Скорее всего, причина этого в том, что отсутствует информация о работе механики впрыска. Для восполнения этого пробела предназначена эта работа. Подразумевается, что читатель имеет начальное представление об устройстве дозатора.

**Теоретические азы гидравлики дозатора.**

Главной задачей дозатора является обеспечение нужного расхода топлива, соответствующего расходу воздуха. Дозатор устроен таким образом, что при изменении расхода воздуха изменяется размер специального отверстия для прохождения топлива. Для того, чтобы расход топлива, проходящего через это отверстие, был прямо пропорционален площади отверстия, необходимо соблюдение одного условия. Разность давлений топлива до отверстия и после отверстия должна быть неизменной при любой площади этого отверстия.

Расход топлива Q за время t

**Q =F/t**

где F - объем топлива.

Объем топлива F, проходящего через отверстие сечением S

**F=S\*L**

где L - длина трубки сечением S

Тогда

**Q=F/t=(S\*L)/t=S\*(L/t) =S\*V**

где **V=L/t** - скорость топлива

Итак, расход топлива через отверстие пропорционален площади отверстия и скорости прохождения через него топлива. Скорость потока топлива должна поддерживаться неизменной. Скорость зависит от разности давлений до и после отверстия. Если, например, разность давлений равняется нулю, расхода нет и скорость равна нулю.

Главный вывод наших рассуждений: для правильной работы дозатора необходимо поддерживать разницу давлений до и после дозировочных отверстий неизменной при любом расходе.

**Давление до дозировочных отверстий называется системным** и поддерживается регулятором давления РД на уровне 5.4 атм для автомобилей Mercedes или 6.3 атм для AUDI.

Давление после дозировочных отверстий - это давление в верхней камере дозатора. Оно зависит от тока через ЭГРД. Если ток не меняется, давление в верхней камере тоже не меняется.

Если системное давление и давление в верхней камере дозатора неизменны, то и разность между ними тоже неизменна.

**Разница между давлением до дозировочных отверстий и после называется дифференциальным давлением.**

Вследствие небольшого отличия между давлениями в нижней и верхней камерах дозатора, считают дифдавлением разницу между системным давлением и давлением в нижней камере дозатора.

Обычно дифдавление равно 0.4 атм при нулевом управляющем токе ЭГРД.

Выводы: **расход топлива через форсунки зависит только от**

1. системного давления
2. от дифдавления
3. от размера дозировочного отверстия (которое, в свою очередь, зависит от расхода воздуха)

**Давления в дозаторе**



**Рисунок 1 - Давление в дозаторе**

Между верхней и нижней камерами дозатора находится мембрана. На мембрану снизу действует давление в нижней камере Рн и давление, оказываемое пружиной Рп. На мембрану сверху действует давление Рв.

Если давление в верхней камере Рв превысит Рн+Рп, мембрана переместится вниз и увеличится зазор для поступления топлива к форсунке, что приведет к снижению Рв

Если давление в верхней камере Рв станет меньше Рн+Рп, мембрана переместится вверх и уменьшится зазор для поступления топлива к форсунке, что приведет к увеличению Рв

Другими словами, поддерживается равновесие давлений:

**Рв=Рн+Рп**

Давление, оказываемое пружиной неизменно

**Рп=0.2 атм**

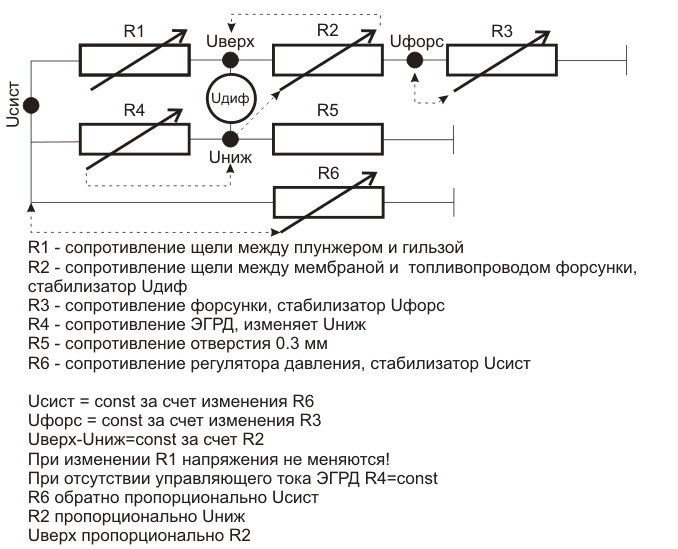
Следовательно

**Рв = Рн + 0.2 атм**

Давление в верхней камере меньше системного за счет слива топлива через форсунки. Давление в верхней камере при понижении давления в нижней может упасть вплоть до давления закрытия форсунок.  
Давление в верхней камере зависит только от давления в нижней камере и от усилия пружины в нижней камере и больше ни от чего. Повысить давление в верхней камере сверх нормы может или забитая форсунка или подтекание топлива через резиновое уплотнение, минуя дозировочное отверстие (щель в гильзе высотой 5 мм и шириной 0.2 мм). Понизить давление в верхней камере сверх нормы может сильно текущая форсунка или забитая щель (дозировочное отверстие) гильзы дозатора. Оба эти случая исключительно редки и могут не рассматриваться на практике.

Давление в нижней камере меньше системного за счет сопротивления прохождению топлива через ЭГРД и за счет слива топлива с нижней камеры через калиброванное отверстие диаметром 0.3 мм. Давление в нижней камере зависит от системного давления, от забитости сливного отверстия 0.3 мм и от самого ЭГРД.

Для улучшенного понимания соотношения и взаимосвязи давлений предлагается электрическая схема - аналог работы дозатора, где напряжение - аналог давления, а ток - аналог расхода.

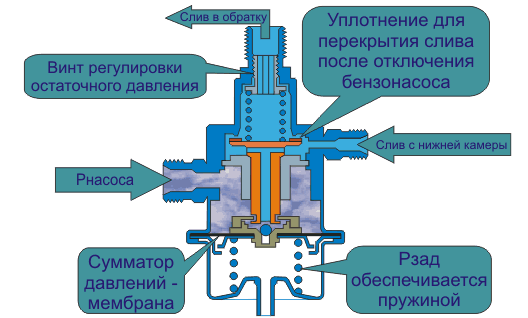


**Рисунок 2 - Электросхема - аналог давлений в дозаторе**

**ЭГРД**

ЭГРД представляет собой отверстие, размер которого зависит от винта регулировки на корпусе ЭГРД и от тока управления ЭГРД. Ток подается от ЭБУ. Выворачивая винт, мы перекрываем отверстие ЭГРД и этим уменьшаем поступление топлива в нижнюю камеру и, соответственно, давление в ней. Соответственно уменьшается давление в верхней камере за счет большего слива топлива через форсунки. Смесь становится богаче (больше бензина). Аналогично при положительном токе управления смесь тоже становится богаче.

**Регулятор системного давления**



**Рисунок 3 - Регулятор системного давления**

Регулятор системного давления (РСД) должен поддерживать системное давление неизменным при любом расходе топлива на любых оборотах - от ХХ до максимальной нагрузки.

Топливо под давлением, развиваемым насосом, поступает на РСД. В РСД давление понижается до системного. Внутри регулятора находится подпружиненная мембрана (аналогично мембране дозатора между верхней и нижней камерами). При превышении давления топлива выше нормы происходит сдвиг мембраны вниз (по рис.3) и излишек топлива сливается через отверстие в штоке над шариком в обратку. Системное давление зависит от нижней пружины (по рис.3). Равновесие давлений наступает, когда

**Рниж.пружины = Рсист**

В процессе работы подвижный шток оранжевого цвета под действием верхней пружины опускается вниз до упора в серый неподвижный стакан и всегда находится в упоре, пока давление насоса превышает системное давление. При выключении зажигания, когда давление насоса упадет ниже системного, под действием нижней пружины мембрана пойдет вверх, толкая собой шарик и шток. Мембрана будет перемещаться вверх, пока шток не перекроет слив и не установится равновесие

**Рнижн.пружины = Рверх.пружины + Рост.**

где Рост - остаточное давление топлива после выключения бензонасоса, при котором наступает равновесие давлений.

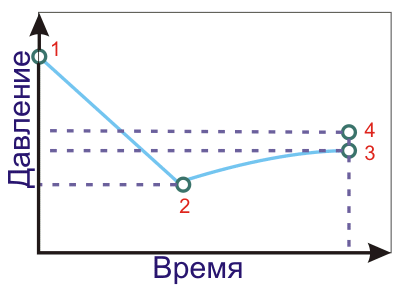
Из двух предыдущих формул следует, что

**Рсист= Рверх.пружины + Рост**

Следовательно

**Рост = Рсист - Рверх.пружины**

Остаточное давление мы можем изменить винтом регулировки остаточного давления в РСД. Вкручивая винт, мы увеличиваем усилие верхней пружины и уменьшаем остаточное давление. Выкручивая винт, мы ослабляем усилие верхней пружины и увеличиваем остаточное давление.  
После выключения зажигания топливо в зоне между верхней камерой дозатора и форсунками не будет изолировано от РСД плунжером дозатора, ведь как бы ни было точно изготовлено сопряжение плунжер - гильза (букса), зазор в этом сопряжении все равно присутствует и топливо с верхней камеры медленно стравится через этот зазор до остаточного давления.   
При пониженном остаточном давлении после выключения двигателя происходит следующее. Топливо, находящееся в дозаторе и подводящем бензопроводе, при разогреве от еще горячего двигателя испаряется. Паровые топливные пробки, расширяясь, могут дойти до бензонасоса. Насос из-за низкой плотности паров бензина не сможет создать давление при запуске двигателя и поэтому запуск будет плохим. Возможно, двигатель вообще не заведется, пока не остынет.  
Давление топлива, находящегося в дозаторе и подводящем бензопроводе, при разогреве от еще горячего двигателя увеличивается. Если остаточное давление повышенное, возможно его увеличение от нагрева до давления открывания форсунок и подтекание топлива через форсунки.



**Рисунок 4 - График изменения давления после выключения двигателя.**

1 - системное давление; 2 - остаточное давление; 3 - рост давления от нагрева двигателя;   
4 - давление открывания форсунок

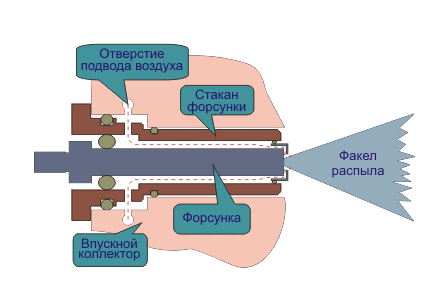
**Форсунки**

Форсунка представляет собой подпружиненный клапан, который открывается при определенном давлении и пропускает топливо во впускной коллектор. Можно увидеть прямую аналогию между форсункой и РСД, только РСД излишек системного давления стравливает в слив (обратку), а форсунка излишек давления открытия форсунки стравливает во впускной коллектор. Другими словами, форсунка в своем роде тоже регулятор давления.

Открываются форсунки при давлении около 3.5 атм., а закрываются при чуть более низком давлении - 3 атм.

Мнение о том, что давление открытия форсунок влияет на работу впрыска, неверно. Определяет количество топлива, прошедшее через форсунки только дифдавление, расход воздуха (через перемещение плунжера дозатора) и системное давление (см. [Теоретические азы гидравлики дозатора](http://iamdiagnost.narod.ru/KE_jetronic/KE_Mechanical.html#HidroTheory)). Более важно, чтобы форсунки не текли при остаточном давлении (влияет на запуск на горячую, т.к. натекшее через форсунки топливо, пока двигатель заглушен, переобогатит смесь в момент запуска). Также важно, чтобы форсунки более-менее распыляли топливо при небольших расходах (плохой распыл ухудшает смесеобразование и, следовательно, стабильность работы двигателя на ХХ, на больших оборотах плохой распыл уже не сказывается).

При обдуве воздухом топлива на выходе из форсунки улучшается смесеобразование. Подобная конструкция применяется на автомобилях AUDI.



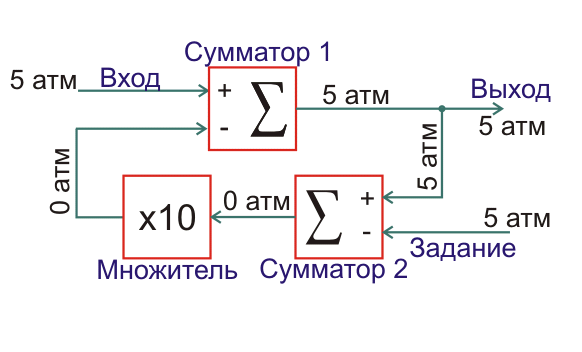
**Рисунок 5 - Форсунка с обдувом воздуха**

Основное условие для успешной работы данной конструкции - это герметичность всех уплотнений. И если где-то будет подсасываться воздух, то двигатель обречен на неустойчивую работу на холостом ходу, поэтому необходимо очень тщательно проверять уплотнительные кольца, и если они вызывают подозрение, менять их на новые. Не допускаются сколы и трещины на самом стакане.  
При снятии форсунок очень часто при неосторожном обращении ломают стаканы. Правильно топливные трубки откручивать сначала от дозатора, а потом аккуратно вытаскивать форсунки из коллектора вместе с трубками. Трубки от форсунок, соблюдая осторожность, откручивают потом.  
Лучше выпрессовывать форсунки на еще горячем двигателе при нагретом до 80"С коллекторе.

**Азы теории регулирования**

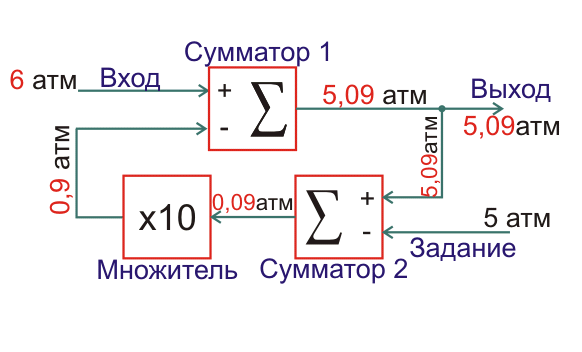
Мы видим в разных частях КЕ три однотипных узла - подпружиненную мембрану, регулирующую количество топлива над ней. Этот узел находится в РСД, в дозаторе (мембрана между верхней и нижней камерой) и в форсунке (правда, в ней не мембрана, но идея ее работы такая же).

В теории автоматического регулирования подобный узел называется П-регулятором, где П означает "Пропорциональный". В подобном регуляторе невозможно полностью устранить отклонение регулируемого параметра от нормы. Отклонение можно только уменьшить. Во сколько раз уменьшается отклонение, определяет т.н. коэффициент пропорциональности.



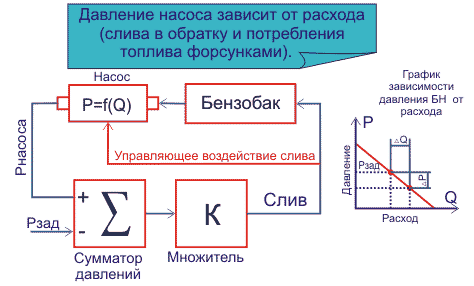
**Рисунок 6 - П-регулятор давления. Сигнал в норме. Пример**

Задача регулятора - обеспечить равенство заданию давления на выходе вне зависимости от изменений давления на входе.



**Рисунок 7 - П-регулятор давления. Отклонение от нормы. Пример**

Как видно из рисунка 7, при отклонении входного давления от задания на 1 атм, на выходе отклонение получается меньше в 10 раз, но не устраняется полностью.



**Рисунок 8 - П-регулятор давления в KE-jetronic**

Элементы П-регулятора в РСД показаны на рис.3. Множитель К зависит от конструктивных особенностей регулятора (в случае РСД множитель К определяет влияние зазора между шариком и серым штоком на системное давление)

**Обогащение топлива дозатором при разгоне  
(резком нажатии на газ)**

По достижении температуры двигателя свыше 80 градусов ЭБУ не обогащает смесь при разгоне путем управления током ЭГРД. С задачей обогащения справляется сам дозатор.

Расход воздуха через расходомер

**Q=v\*S,**

где v - скорость воздуха, S - площадь сечения дозатора, через которое проходит воздух.

Вывод формулы был осуществлен выше.   
Скорость v прямо пропорциональна разности давлений p2-p1, которые и двигают этот воздух, т.е.

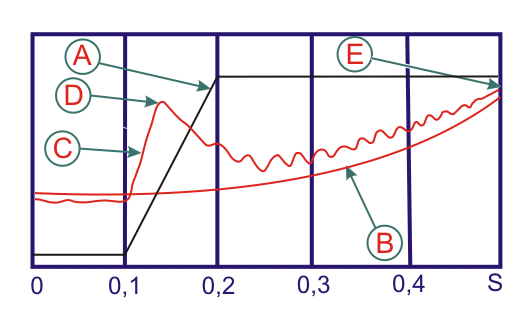
**v=(p2-p1)\*k,**

где к - коэффициент пропорциональности, учитывающий сопротивление прохождению воздуха между участками с давлениями р1 и р2, р2 - давление до напорного диска, р1 - давление после напорного диска

Итак, расход воздуха

**Q=(p2-p1)\*k\*S**

В момент резкого нажатия на газ с холостого хода (ХХ) р2 практически равно атмосферному давлению, а р1 минимально, так как резко открытая дроссельная заслонка молниеносно пропускает разряжение впускного коллектора под напорный диск. Получается, Q (расход) в этот момент очень большой, максимально достижимый большой, если резко газовать с ХХ.  
Тут же разряжение под напорным диском становится несколько меньше (давление выше) за счет проникновения воздуха сверху напорного диска и расход соответственно уменьшается.



**Рисунок 9 - Процесс ускорения**

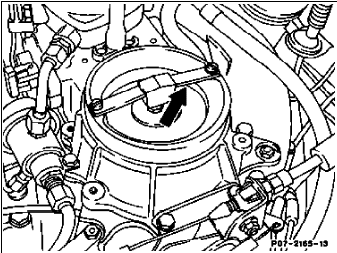
А - открытие заслонки: В - скорость двигателя: С - подъем пластины воздушного датчика: D - отклонение от режима ускорения: Е - подъем пластины воздушного датчика при максимальной скорости двигателя

**Регулировки дозатора**

Настраивать гидравлическую и механическую части дозатора рекомендуется в порядке, в котором описываются эти настройки. И, безусловно, до настройки электрической части.

**Начальное положение напорного диска**

Перевод инструкции Bosch для двигателя 102 Mercedes:



**Рисунок 10 - Начальное положение напорного диска**

"Проверьте начальную позицию (незаведенный двигатель - diagnost) напорного диска (НД). Верхний край НД должен быть выровнен с верхним краем цилиндрической части дозатора. Точка измерения размещается непосредственно под пружинной скобой (стрелка).  
Допускается позиция выше до 0.2 мм"



**Рисунок 11 - Втулка регулировки начального положения НД (Mercedes)**

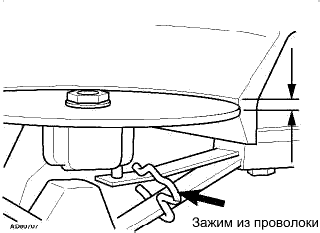
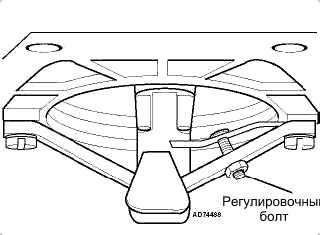
Регулируется начальная позиция при помощи втулки, запрессованной рядом с регулировочным винтом СО. Если НД выше, втулку надо забить глубже. Если начальная позиция НД ниже нормы, надо снимать дозатор и выбивать втулку снизу вверх, что сопряжено с трудностями. Естественно, необходимо соблюдать осторожность при забивании втулки, чтобы не утопить ее больше, чем надо.

На Audi (дальнейшая информация из Autodata) убедитесь, что верхний край НД на 1,9-3,0 мм ниже верхней воронки дозатора. Конкретное значение можно прочесть на наклейке на НД.



**Рисунок 12 - начальное положение напорного диска Audi**

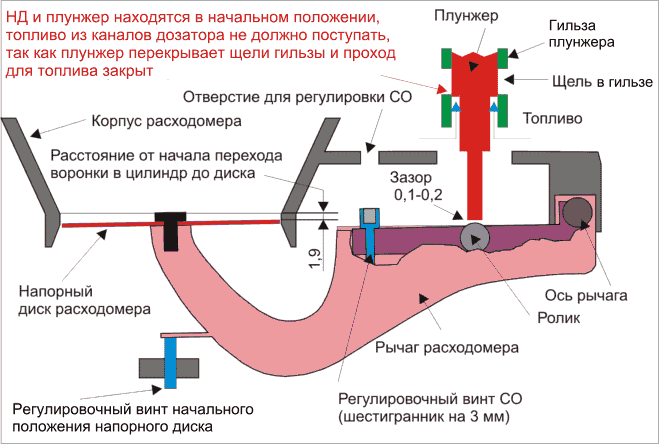
При необходимости установите правильное начальное положение НД, изгибая проволочный зажим или регулируя его болтом, в зависимости от того, какая конструкция дозатора у вас. Не изгибайте пружинящую пластину!

**Рисунок 13 - регулировка начального положения напорного диска на Audi**

**Начальное (базовое) положение плунжера**

При легком нажатии на напорный диск на незаведенном двигателе должен ощущаться свободный ход НД величиной 1-2 мм. Это происходит потому, что существует зазор между плунжером и рычагом расходомера.

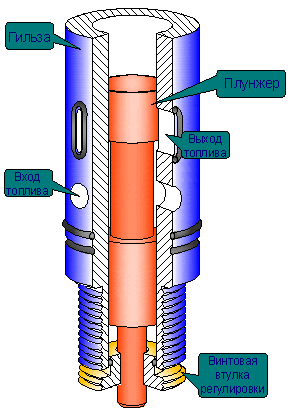


**Рисунок 14. Расходомер AUDI. Базовые установки**

На незаведенной машине плунжер находится в начальном (базовом) положении и упирается в винтовую втулку установки базового положения плунжера. Эту втулку можно перемещать по резьбе выше или ниже. Плунжер, упираясь во втулку, тоже будет перемещаться выше или ниже. При этом будет меняться зазор между плунжером и рычагом расходомера и соответственно свободный ход НД.

Правильное начальное положение плунжера определяют по величине свободного хода НД.

Если свободный ход НД менее 1 или более 2 мм, начальное положение плунжера надо регулировать перемещением втулки. Вворачивая (выворачивая) винтовую втулку на 0,1 мм, мы увеличиваем (уменьшаем) свободный ход НД примерно на 0,7 мм

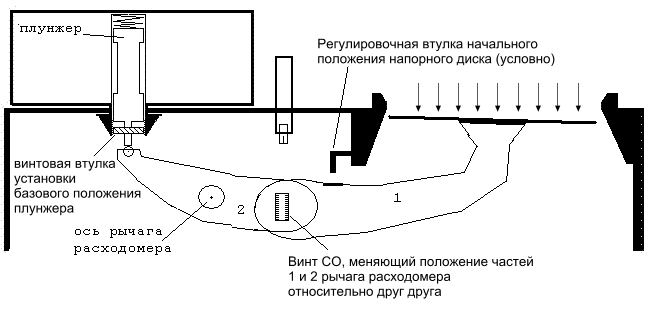


**Рисунок 15 - Плунжер и гильза в разрезе (упрощенно)**

Отсутствие свободного хода НД из-за неправильного начального положения НД (зазор между плунжером и рычагом дозатора равен нулю) приводит к тому, что на незаведенном двигателе НД через рычаг давит на плунжер и поэтому щели гильзы в начальном положении не перекрываются плунжером, топлива будет слишком много и машина не будет заводиться.

Если свободный ход велик, а начальное положение НД правильное, значит, винтовая втулка установлена слишком высоко и щели гильзы в начальном положении также не перекрываются плунжером, топлива будет слишком много и машина не будет заводиться.

Проверить правильность базового (начального) положения плунжера можно, подключив на незаведенной машине принудительно бензонасос и открутив трубки, идущие на форсунки от дозатора. Топливо не должно литься из отверстий дозатора.



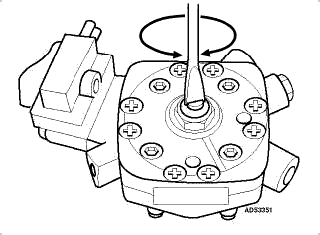
**Рисунок 16 - Дозатор Mercedes - регулировки**

Методика выставления начального положения плунжера от Urgubab'a на Audi (с небольшой коррекцией терминов - diagnost):

"Откручиваем дозатор от расходомера, чтобы можно было добраться до винтовой втулки плунжера. Запускаем принудительно насос. Из каналов дозатора не должно вытекать топливо. Начинаем медленно закручивать винтовую втулку и наблюдать за выходом топлива. Как только уровень топлива в каналах дозатора начнет повышаться, значит, кромка плунжера чуть приоткрыла щель гильзы. Чуть выворачиваем винтовую втулку и проверяем, подключив принудительно бензонасос. Топливо не должно выходить. Но при малейшем нажатии на плунжер, уровень должен повыситься. Можно с подключенными форсунками потом проверить по звуку. При подключении бензонасоса, форсунки не должны пищать".



**Рисунок 17 - винтовая втулка регулировки базового положения плунжера  
(дозатор перевернут)**



**Рисунок 18 - регулировка базового положения плунжера**

Бывают особенно тяжелые случаи, когда дозатор полностью разрегулирован (после вмешательства непрофессионала). Проблема осложняется тем, что на свободный ход НД влияет не только начальное положение плунжера, но и в некоторой степени винт регулировки СО. Двигатель после подобного вмешательства обычно не заводится. В подобном случае в условиях полной неопределенности на AUDI поступают следующим образом.

1. Демонтируем дозатор и без него устанавливаем начальное положение НД
2. Выкручиваем (или вкручиваем) винтовую втулку, добиваясь, чтобы винтовая втулка была вровень (заподлицо) с гайкой, крепящей гильзу плунжера (см. [рис. 17](http://iamdiagnost.narod.ru/KE_jetronic/KE_Mechanical.html#picture_17)). В этой позиции гарантированно плунжер перекрывает щели гильзы и топливо не потечет через форсунки на незаведенном двигателе.
3. Отсоединяем дозатор от расходомера
4. Рычаг расходомера находится в начальном положении. Глубиномером (колумбусом - штангенциркулем) меряем расстояние от ролика рычага расходомера (над ним располагался плунжер дозатора) до плоскости крепления дозатора с тремя отверстиями. Добиваемся, крутя винт регулировки СО, расстояния 22,2-22,4 мм.



**Рисунок 19. Регулировка винтом СО. Выставляем глубину расположения ролика**

1. При подобных настройках двигатель уже должен заводиться (свободный ход плунжера будет отсутствовать, ведь винтовая втулка слишком выкручена, но это не помешает завестись). Все собираем. Заводим двигатель, разогреваем его и регулируем СО на ХХ винтом регулировки СО.
2. Осталось добиться свободного хода плунжера. Для этого снимаем дозатор, вкручиваем винтовую втулку на 0,6 мм. При этом свободный ход плунжера будет близок к норме.
3. Монтируем дозатор, подсоединяем подвод топлива и обратку. Включаем принудительно БН. Меряем свободный ход плунжера. Если необходимо, корректируем величину свободного хода, вворачивая/выворачивая винтовую втулку.

Небольшое изменение начального (базового) положения плунжера не влияет на СО, если свободный ход НД расходомера в допуске при условии правильного выставления начального положения напорного диска.

**Измерение системного давления**

Системное давление (СД) является базовой величиной, от которого зависит работа дозатора. Поэтому необходимо определить величину и стабильность СД на всех оборотах двигателя, не только на ХХ, но и при максимальных оборотах.



**Рисунок 20 - Точки подключения манометра для измерения системного давления**

На автомобилях AUDI (двигатели NF/NG/AAR) системное давление должно быть равно 6.3 атм, на Mercedes (двигатели 102 и 103) - 5,4 атм во всем диапазоне оборотов.

Заводская методика проверки бензонасоса по давлению, создаваемому при нулевой подаче (в стенку) не точно характеризует работоспособность насоса. Насос имеет падающую характеристику давления в зависимости от расхода (см. [рис. 8](http://iamdiagnost.narod.ru/KE_jetronic/KE_Mechanical.html#picture_8)), и угол наклона характеристики у изношенного насоса может быть больше, чем у нового.

Проверяя системное давление на оборотах, мы заодно проверяем регулятор системного давления (РСД), забитость топливного фильтра и забитость магистралей. Если давление с ростом оборотов падает, надо в первую очередь проверить на забитость топливный фильтр, сняв его и продув ртом. Затем проверяются визуально трубки подвода топлива, состояние электрических контактов бензонасоса и подводимого к насосу напряжения. При повышенном системном давлении следует проверить на забитость обратку путем ее продувки.

**Измерение остаточного давления**

После выключения бензонасоса системное давление должно упасть до величины остаточного давления (ОД) и не падать несколько десятков минут. Так, на Mercedes давление при выключении зажигания "упадет ниже давления закрытия форсунок примерно до 2.8 бара. Через 30 мин давление должно быть не менее 2.5 бара (заводская инструкция - diagnost)".

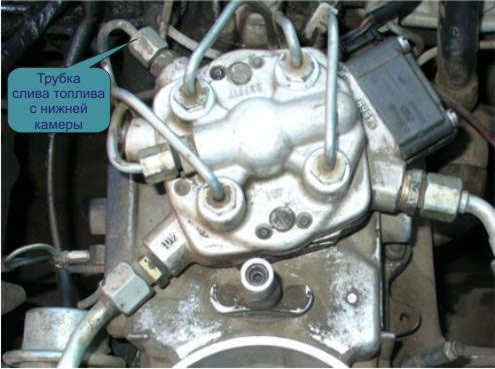
Если давление падает быстро за несколько секунд, виноват обратный клапан бензонасоса. При этом машина не будет заводиться на горячую. Топливо, разогреваясь от тепла горячего (хоть и выключенного) двигателя, при отсутствии давления будет испаряться в бензопроводе. Пары топлива за 1-2 минуты дойдут до бензонасоса и при подаче на него напряжения давление не будет создаваться.

Если давление падает за несколько минут, виноват регулятор системного давления. Машина будет плохо заводиться на горячую.

Естественно, манометр при измерении остаточного давления подключается так же, как и при измерении системного давления (см. [рис.20](http://iamdiagnost.narod.ru/KE_jetronic/KE_Mechanical.html#picture_20))

**Проверка отверстия (дросселя) диаметром 0.3 мм**

Для проверки необходимо открутить трубку слива топлива с нижней камеры от дозатора и заглушить ее болтом М10х1 во избежание подтекания топлива.



**Рисунок 21 - Трубка слива топлива с нижней камеры**

К освободившемуся штуцеру дозатора надо подсоединить шланг, включить принудительно насос и замерить количество топлива, слившегося по шлангу за 1 мин. Это удобно сделать, используя мерный стакан (продается в магазинах для покраски автомобилей).

За 1 мин должно слиться 130-150 мл топлива. Если топлива слилось больше, вероятно, виноват ЭГРД. Если меньше, вероятно, забит ЭГРД или топливная сетка между ЭГРД и отверстием.

**Измерение и регулировка давления  
в нижних камерах дозатора  
(измерение и регулировка дифдавления)**

Дифдавление является базовым параметром, от которого зависит работа всей системы, поэтому регулировать дифдавление надо исключительно осторожно.

Так как дифдавление выставляется относительно системного, мы должны быть уверены, что системное давление безупречно **на любых оборотах.**



**Рисунок 22 - Отверстие для измерения дифдавления**

Дифдавление мы измеряем, подключив манометр согласно рис.22. Измерение проводится на работающей машине. На самых старых КЕ (двигатели AUDI типа JN, KZ, где ток управления ЭГРД меняется от 0 до 20 мА и "нулевая" точка регулирования приходится на +10мА) необходимо прогреть двигатель свыше 80 градусов и отключить ЛЗ. На более современных КЕ**необходимо отключить разъем с ЭГРД**(тогда двигатель можно не прогревать) **или ЛЗ** (на прогретом свыше 80 градусов двигателе). Это надо сделать для устранения влияния тока ЭГРД на дифдавление при измерении.

Первоначально нам необходимо выставить дифдавление равным 0.4 атм. (то есть ниже системного на 0.4 атм.). Для машин без лямбда-зонда (ЛЗ) этим стоит и ограничиться, а с ЛЗ надо провести следующие операции (после разогрева двигателя до температуры свыше 80 градусов):

1. Подключить разъем к ЭГРД (или ЛЗ, если отключали его).  
2. Измерить ток управления ЭГРД на оборотах около 3000.  
3. При отклонении тока от нуля вновь подрегулировать ЭГРД, добиваясь того, чтобы ток управления ЭГРД на этих оборотах был близок нулю.  
4. Измерить ток управления ЭГРД на оборотах ХХ.  
5. При отклонении тока от нуля подрегулировать СО винтом регулировки, добиваясь того, чтобы ток управления ЭГРД на оборотах ХХ был близок к нулю.

**Загрязнение дозатора**

Внутри дозатора находятся фильтрующие топливные сетки. При длительной эксплуатации автомобиля возможно загрязнение сеток с ухудшением прохождения топлива через них. На больших оборотах бензина будет не хватать, двигатель не сможет развить максимальную мощность.



**Рисунок 23 - сетка на входе ЭГРД**



**Рисунок 24 - сетки перед плунжером и форсунками**

Существующие методики промывки дозатора несовершенны. Они или требуют частичной разборки дозатора или качество промывки оставляет желать лучшего. Предлагаю методику промывки дозатора возможно, не минимальными средствами, но с минимальной разборкой и максимально возможным качеством. Для этого понадобится бензонасос б/у (в Москве на разборках стоит до 1000 рублей), расширительный бачок ВАЗ 2109 и три шланга с переходниками. Все, изготовленное вами, неоднократно пригодится в будущем (возможно и не на вашей нынешней машине).



**Рисунок 25 - установка для промывки инжектора**

Промывку следует вести жидкостями типа "Winn's" или "Carbon clean".

Предварительно необходимо отключить напряжение питания штатного насоса. После того, как вы собрали установку, заведите машину и дайте ей поработать 15 минут. Затем надо выключить зажигание и подождать 15 минут для того, чтобы жидкость отъела отложения внутри дозатора. Снова заведите машину и периодически подгазовывайте. Вибрация при подгазовке помогает отслоиться отложениям от стенок. После промывки следует заменить свечи.

Преимущества подобного метода промывки трудно переоценить:

* Промывается вся система впрыска полностью, включая форсунки
* Промываются камера сгорания, клапана и кольца, удаляется нагар

**Проверка и регулировка баланса топлива форсуночных каналов**

Ниже изложенный метод проверки и регулировки был взят с мерседесовского форума   
([первоисточник)](http://signal.bizname.ru/forum/index.php?showtopic=2020) и незначительно переработан

При легком троении двигателя на холостом ходу, если компрессия и зажигание (искрообразование и свечи) в норме и подсос воздуха отсутствует, логично предположить, что количество топлива, поступающего к разным форсункам, неодинаково. Различие в количестве поступающего топлива может быть вызвано многими причинами, например засорением дозировочного отверстия. Если вы уверены, что дозатор исправен и чист, можно попытаться добиться равномерности подачи топлива к форсункам. Количество топлива, поступающего к форсункам, зависит от усилия пружин 4 ([рис.1](http://iamdiagnost.narod.ru/KE_jetronic/KE_Mechanical.html#picture_1)) в нижних камерах дозатора. Усилие пружин можно регулировать при помощи соответствующих винтов.

Нам понадобится запасной комплект трубок от дозатора к форсункам, чтобы не гнуть свои трубки (я купил такой комплект за 200 рублей) и мерный стакан (в магазинах по покраске автомобилей стакан на 400 мл стоит 25 рублей).

1. Отворачиваем трубки форсунок от дозатора. Устанавливаем перемычку в реле бензонасоса для принудительной работы бензонасоса. Снимаем разъем с ЭГРД.
2. Подсоединяем запасные трубки к дозатору. Свободные концы трубок опускаем в пластиковые бутылки
3. Нажимаем на напорный диск расходомера примерно на четверть или треть его хода и наполняем бутылки бензином так, чтобы налитое количество можно было измерить мерным стаканом. Мы добиваемся равномерной подачи на режимах, близких к ХХ.
4. Отпускаем НД, снимаем перемычку с реле бензонасоса и меряем количество налитого бензина в каждой бутылке. Запоминаем, с какой трубки (из какого форсуночного канала) сколько бензина налилось
5. Если количество налитого бензина в каждой бутылке сильно отличается, необходимо найти и устранить причину неисправности, но ни в коем случае не регулировать подачу бензина винтами, так как рассогласование в подаче из-за винтов не может быть большим
6. Если количество налитого бензина в каждой бутылке не сильно, но отличается, надо снять дозатор и открутить заглушки в нижней части дозатора. Под заглушками располагаются винты регулировки пружин



**Рисунок 26 - Заглушки винтов регулировки пружин нижних камер.   
Дозатор - вид снизу**

1. Для того канала, с которого слилось больше всего бензина, винт регулировки надо немного вкрутить, для того канала, с которого слилось меньше всего бензина - немного выкрутить.
2. Произвести еще замеры и регулировки до достижения равного количества истекаемого бензина из каждого канала.

Регулируя винтами сжатие пружин, мы регулируем дифдавление для каждого форсуночного канала дозатора (и соответственно для каждого цилиндра - подачу топлива). Каждая пружина должна оказывать давление на мембрану со стороны нижней камеры величиной 0.2 атм (см. [Теоретические азы гидравлики дозатора](http://iamdiagnost.narod.ru/KE_jetronic/KE_Mechanical.html#HidroTheory)). Конечно, проверить это непросто, но если и будет какое-либо отклонение от заданной величины, оно компенсируется регулировкой ЭГРД. Главное, чтобы мы достигли одинаковой подачи топлива к каждой форсунке.

Другой способ регулировки баланса каналов форсунок - добиться одинакового равномерного появления топлива в форсуночных каналах при медленном нажатии на НД. Естественно, регулировку надо вести теми же винтами. В том канале, в котором топливо появилось в первую очередь, надо винт регулировки немного вкрутить, а в котором в последнюю очередь - немного выкрутить. Это более простой, но менее точный способ, так как при этом регулировка ведется, когда НД находится фактически в крайнем положении и расхода нет. Правильнее вести регулировки, когда расход не равен нулю и НД находится в "рабочем положении".

Естественно, после регулировки баланса топлива имеет смысл проверить и при необходимости отрегулировать дифдавление.