

Очистка инжекторов

Тема очистки форсунок неоднократно обсуждалась в различных автомобильных журналах и на форумах сети Internet. При этом часто возникают одни и те же вопросы. В основном споры ведутся по технологии очистки форсунок, но практически все согласны с тем, что периодическая очистка форсунок необходима.

Признаки "забитости" форсунок, как часто их нужно чистить и на что это влияет?

Если форсунки забиты, то холодный двигатель может запускаться не с первой попытки, особенно в зимнее время. В течение первых нескольких секунд после запуска слышны пропуски в работе одного / двух цилиндров – двигатель троит. Если резко нажать на педаль акселератора (педаль газа), проявляется "провал" перед набором оборотов; двигатель при этом может заглохнуть. После прогрева, на холостом ходу работа двигателя становится нормальной, но во время езды, особенно при ускорении, проявляется ухудшение "приёмистости" двигателя.

Загрязнение форсунок обычно связано с отложением углеродистых отложений на внутренних поверхностях топливной системы. Интенсивность отложений в первую очередь связана с химическим составом топлива и перепадами температуры. Форсунки могут загрязняться не только при больших пробегах машины, но и при длительных простоях автомобиля или при длительной эксплуатации автомобиля на газу.

Форсунки рекомендуется чистить после 40...60 тыс. км пробега. Чем выше общий пробег автомобиля, тем меньше рекомендуемый пробег автомобиля между очистками.

Загрязнение форсунок приводит к уменьшению их пропускной способности, но они редко "забиваются" одинаково. Во многих случаях наблюдается большой разброс производительности форсунок по цилиндрам. Как следствие, состав топливовоздушной смеси сжигаемой в цилиндрах двигателя, начинает существенно различаться. При этом, цвет отложений на изоляторах свечей зажигания становится разным, несмотря на то, что марка свечей одинакова.



Разный цвет отложений на изоляторах свечей зажигания

со стороны камеры сгорания может служить дополнительным признаком неравномерности впрыска топлива.

На загрязнённость форсунок может указать тест на реакцию двигателя при повышении давления в топливной рейке, имеющей сливную магистраль. Для проведения этого теста, необходимо при работе двигателя на холостом ходу пережать на 1...2 секунды резиновый патрубок сливной магистрали. Если обороты двигателя в это время немного возросли, то это говорит о нехватке топлива, если остались прежними или немного снизились, то топлива достаточно (тест проводится при условии, что топливный насос исправен).

Внимание! При проведении данного теста необходимо обязательно контролировать герметичность топливных соединений.

Как очистить инжекторы?

На сегодняшний день существует несколько способов очистки форсунок, все эти способы можно разделить на два основных метода: очистка без снятия форсунок с двигателя и очистка со снятием форсунок с двигателя. Рассмотрим основные отличия этих методов.

Очистка без снятия форсунок с двигателя.

Очистка осуществляется следующим образом. Магистральные топливопроводы "подачи" и "обратки" отсоединяются от расположенной на двигателе топливной рейки, и соединяются между собой. По возможности, отключается питание от бензонасоса. К освободившимся штуцерам топливной рейки подсоединяются топливопроводы от специального стенда. Некоторые модели промывочных установок, имеющие "свой" регулятор давления, соединяются с топливной рейкой автомобиля посредством только одного топливопровода – подающего. Это позволяет на некоторых марках машин, имеющих стандартный порт для замера давления, подключать промывочную установку через него, без отсоединения штатных топливных магистралей автомобиля. Данный способ не только упрощает подключение, но и позволяет перед очисткой форсунок провести диагностику топливной системы машины. Проверить производительность топливного насоса, давление, состояние перекачивающей системы топливного бака, наличие внутренних утечек форсунок, регулятора давления, обратного клапана насоса.

От стендка к топливной рейке и форсункам, подается специальная моющая жидкость. Эта жидкость выполняет сразу две функции – служит топливом для двигателя и одновременно химическим растворителем отложений. После подключения к стенду, двигатель запускают и дают ему поработать определённое время на холостых оборотах, затем обороты периодически увеличивают до средних. Перед подключением промывочного стендка холодный двигатель немного прогревают, так как температура промывочной жидкости в процессе чистки значительно влияет на интенсивность растворения отложений. В жаркое время года двигатель стараются не прогревать, так как из-за сильного нагрева небольшого объема промывочной жидкости, возможно образование "паровых пробок" в форсунках и топливном насосе промывочной установки.

Проходя через форсунку, моющая жидкость растворяет и смывает часть отложений с её внутренних поверхностей, восстанавливая, таким образом её производительность. Попутно, смываются и отложения со всех остальных поверхностей, с которыми соприкасается моющая жидкость – это внутренние полости топливной рейки, частично каналы впускного коллектора, тарелки впускных клапанов, поверхности камер сгорания, днища поршней.

При значительном загрязнении форсунок двигатель периодически глушат – это увеличивает продолжительность воздействия моющей жидкости на загрязнения. Но при этом следует помнить, что при использовании некоторых промывочных жидкостей, пуск двигателя после продолжительной паузы становится затруднительным. При этом способе отчистки, есть вероятность сохранения блоком управления ошибок типа "пропуски воспламенения..." (в этом случае потребуется сканер для сброса сохранённых ошибок).

Метод очистки без снятия форсунок с двигателя позволяет восстановить их производительность при минимальных затратах. Но оператор стенда не имеет возможности измерить производительность форсунок до и после отчистки, без съёма их с двигателя. Восстановление производительности форсунок происходит только за счёт "химических" свойств применяемой жидкости, эффективность которой существенно зависит от химического состава отложений (другими словами – от "добавок" к топливу, на котором эксплуатировался данный двигатель). Загрязнения внутри форсунок представляют собой комбинацию твёрдых и мягких отложений. Промывочные жидкости обеспечивают растворение и смывку в основном мягких отложений и лишь частично твёрдых, поэтому данный метод больше рассчитан на профилактическую отчистку и не рекомендуется для чистки форсунок на автомобилях со значительным пробегом. Данный метод так же не рекомендуется для автомобилей с сильно изношенной механикой двигателя, так как "раскисание" застарелого нагара на поршневых кольцах, штоках клапанов, в отдельных случаях может привести к отрицательному результату, например, к потере компрессии.

Очистка со снятием форсунок с двигателя.

Для проведения очистки, форсунки снимаются с двигателя. Эта операция в любом случае требует особой аккуратности при демонтаже форсунок, значительных затрат времени, которые существенно зависят от модели автомобиля и двигателя. Иногда операция снятия форсунок с двигателя бывает очень затруднительной, что является недостатком метода. Особая аккуратность требуется и при самой отчистке форсунок. Иногда, некоторые форсунки могут потерять герметичность после чистки, по причинам которые будут описаны ниже. Проявляется данный дефект в виде тяжелого пуска прогревенного двигателя через 30...40 минут после его остановки. Причина тяжелого запуска двигателя заключается в избытке топлива из-за "нескольких капель" топлива, попавших во впускной коллектор из-за недостаточной герметичности клапана форсунки. Если для проверки форсунок на стенде в целях безопасности применяются специальные негорючие жидкости, проверить герметичность форсунок иногда бывает очень сложно, так как в отличие от бензина, эти жидкости практически не испаряются, имеют более высокую плотность и поверхностное натяжение. Форсунки на такой жидкости просто не подтекают.

Очистка форсунок с их снятием имеет и многие достоинства. После демонтажа с

двигателя, форсунки тщательно осматриваются на предмет коррозии внутренних поверхностей. Если обнаруживаются признаки коррозии внутренних элементов форсунок – форсунки заменяют. На снятых форсунках визуально контролируется состояние их входного фильтра и состояние топливного и вакуумного уплотнителей на штуцерах форсунок.



*Внешний вид входных штуцеров бензиновых форсунок.
Поверхность входного штуцера форсунки показанной слева
покрыта коррозией, что является признаком коррозии
и её внутренних элементов.
Топливный уплотнитель на штуцере форсунки
показанной справа повреждён.*

Одним из основных преимуществ метода является то, что оператор имеет возможность точно измерить производительность (пропускную способность) каждой форсунки до и после чистки. Поэтому, форсунки устанавливаются обратно на двигатель только после полного восстановления их производительности.

Существует достаточно большое количество различных стендов для проверки и очистки форсунок с их снятием с двигателя. Такие стены обеспечивают возможность точного измерения производительности форсунок. Для этого, форсунки подсоединяются к топливной рейке стенда. При помощи встроенного в стенд насоса, в рейку нагнетается проверочная жидкость (или бензин). От встроенного в стенд генератора, на обмотки всех установленных на стенд форсунок подаются одинаковые управляющие импульсы. Таким образом, для всех установленных на стенд форсунок создаются одинаковые условия работы, сходные с их штатными условиями работы. Количество проверочной жидкости пролитой через форсунки и измеренное при помощи градуированных пробирок не должно отличаться больше чем на 2...3 % (для комплекта форсунок с одного двигателя).

Восстановление производительности форсунок может достигаться различными методами. Многие стены обеспечивают механический принцип очистки форсунок за счёт вмонтированной ультразвуковой ванны. Излучатель ванны генерирует ультразвуковые колебания в жидкости, которой заполнена ванна. В результате воздействия сложных физических процессов происходит "раздробление" отложений на очень мелкие фрагменты (иногда форсунки "отчищаются" и от внешнего лакокрасочного покрытия), а затем эти загрязнения вымываются из форсунки на стенде.

Очистка форсунок при помощи ультразвуковой ванны обеспечивает значительно лучший результат, который в сравнении с химической очисткой сохраняется значительно дольше. Но всё же, ультразвуковая ванна не обеспечивает полной очистки форсунок, так как

воздействует преимущественно на твёрдые отложения.

Остатки не удаленных остатков раздробленных отложений могут нарушить герметичность клапана форсунки. Поэтому, для их удаления из внутренних полостей форсунок, после ультразвуковой очистки рекомендуется установить форсунки на стенд так, что бы проверочная жидкость протекала через форсунки в обратном направлении и на короткое время включить стенд в режиме проверка. После удаления остатков раздробленных отложений форсунки необходимо вновь "перевернуть" и только после этого измерить их производительность.

В технологии ультразвуковой очистки форсунок есть "подводные камни" – форсунки с тефлоновым напылением. Сложность в том, что это покрытие подвержено отслоению, как и любое другое, так как на молекулярном уровне соединения напыления с поверхностью металла не происходит. Наиболее часто эту технологию применяла фирма SIEMENS, устанавливая такие форсунки на автомобили бизнес-класса. Внешний вид этих форсунок практически не отличается от форсунок без напыления. Получить каталожные номера форсунок с тефлоновым покрытием практически невозможно, поиски в сети Internet успеха также не приносят. Рекомендации по очистке таких форсунок весьма "туманны" – чистить тефлоновые форсунки в ультразвуковой ванне допускается только на малых мощностях. При этом упоминается, что технология ультразвуковой очистки является по сути ремонтной, а не восстановительной, и 100%-ной гарантии никто дать не может. Тем не менее, не смотря на это, многие зарубежные фирмы ультразвуковую очистку форсунок предлагают.

В некоторых стенах применяется метод химической очистки форсунок, основанный на "моющих" свойствах промывочной жидкости. Единственным преимуществом способа химической очистки с их снятием с двигателя в сравнении с методом очистки форсунок без их снятия с двигателя является возможность точного измерения производительности форсунок.

Встречаются стены, где генератор управления форсунками кроме режима проверки, способен работать в дополнительном режиме – в режиме очистки форсунок. За счёт этого, применяемый метод химической отчистки усиливается режимом подачи на обмотку форсунки импульсов специальной формы. Эти управляющие импульсы приводят запирающую иглу форсунки в движение так, что отложения на поверхности клапана и его седла разрушаются механически и растворяются химически одновременно.

При очистке некоторых типов форсунок таким способом, может наблюдаться насосный эффект.



Внешнее проявление движения клапана форсунки под воздействием специальных управляющих импульсов.

При возникновении насосного эффекта, форсунка начинает "прокачивать" жидкость в прямом или в обратном направлении, без подвода к её входному штуцеру давления / разрежения. Совмещение данного метода очистки с последующей очисткой форсунок в ультразвуковой ванне обеспечивает достижение наилучшего результата, который не ухудшается в течение длительного времени. Достижение такого результата происходит за счёт того, что в этом случае очистка достигается сразу всеми известными способами.

1. За счёт подвода к обмотке форсунки от генератора в режиме "очистка" специальных управляющих импульсов, запирающая игла форсунки приходит в движение так, что происходит механическое раздробление твёрдых отложений на клапане и его седле.
2. Внутренний объём форсунки заполняется химической моющей жидкостью, эффективно растворяющей мягкие отложения.
3. В случае возникновения насосного эффекта, "отработавшая" моющая жидкость самостоятельно удаляется из внутренней полости форсунки и заменяется свежей моющей жидкостью. Попутно, этот поток жидкости уносит и фрагменты раздробленных твёрдых отложений. При необходимости, откачивание "отработавшей" моющей жидкости из форсунки можно обеспечить путём подвода к входному штуцеру форсунки разрежения небольшой величины.
4. Во время второй стадии очистки, форсунки помещаются в ультразвуковую ванну, где под воздействием ультразвука очищаются все остальные поверхности форсунки, оставшиеся до этого момента неочищенными (обмотки форсунок при этом от генератора управляющих импульсов отключаются).

Следует заметить, что очистка в ультразвуковой ванне в этом случае обычно никак не оказывается на производительности форсунок. Но применение этой стадии очистки обеспечивает длительную стабильность полученного результата – производительность форсунок не ухудшается в течение длительного времени после такой очистки. Если же стадию очистки форсунок при помощи ультразвуковой ванны отменить, то некоторые

внутренние полости форсунки останутся загрязнёнными твёрдыми отложениями, хотя эти отложения и не будут препятствовать протеканию топлива через форсунки. Но негативное влияние их наличия заключается в том, что со временем фрагменты этих отложений откалываются, и часть из них задерживается вблизи седла клапана. С увеличением количества таких фрагментов, производительность форсунки вновь будет падать.

Пост для проверки и очистки форсунок можно построить не только на базе готового стенда, но и собрать его самостоятельно. Например, ультразвуковые ванны существуют не только в виде части стенда для проверки / очистки форсунок, но и как самостоятельные изделия.



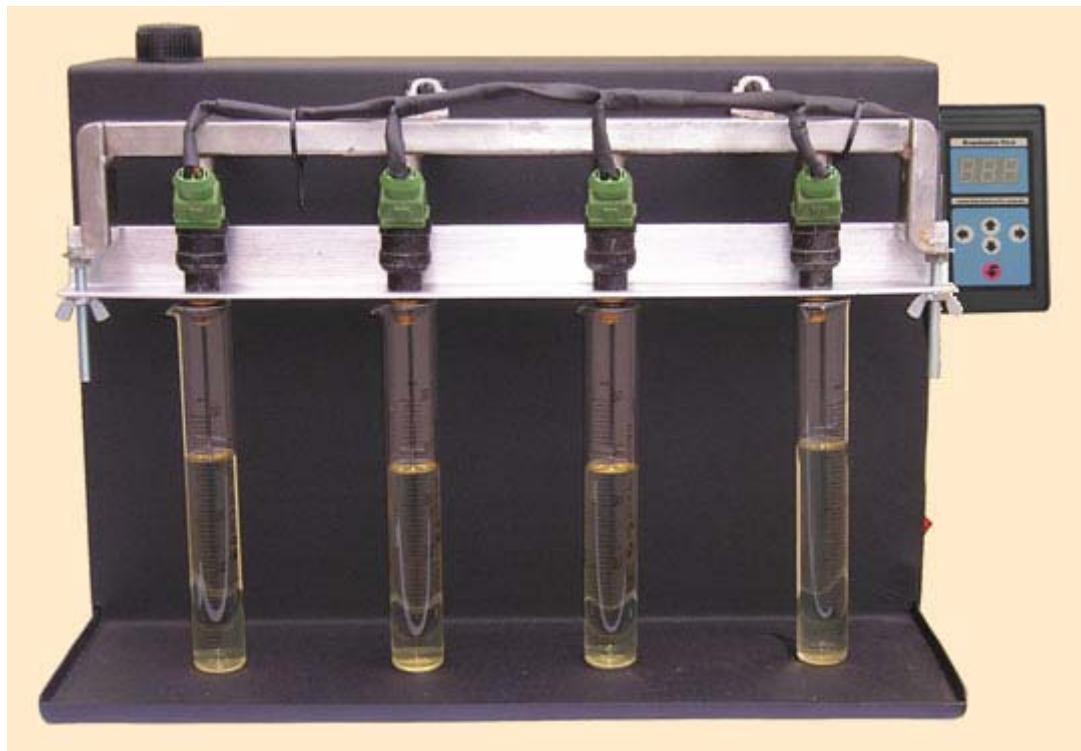
Ультразвуковая ванна.

Следует учесть, что выходная мощность существующих ультразвуковых ванн может различаться в сотни раз, а для очистки форсунок следует применять ванны, выходная мощность которых составляет 25...75 W.

Генераторы импульсов, предназначенные для совместной работы со стеном проверки производительности форсунок, так же выпускаются как самостоятельные изделия. Встречаются двухрежимные генераторы импульсов – один режим предназначен для использования в режиме проверки производительности форсунок, а второй режим предназначен для использования в режиме очистки форсунок. Одним из таких генераторов является **Реаниматор форсунок**.

Стенд для проверки и очистки форсунок.

Стенд для проверки и очистки форсунок можно легко изготовить из подручных материалов самостоятельно за 1...2 дня.

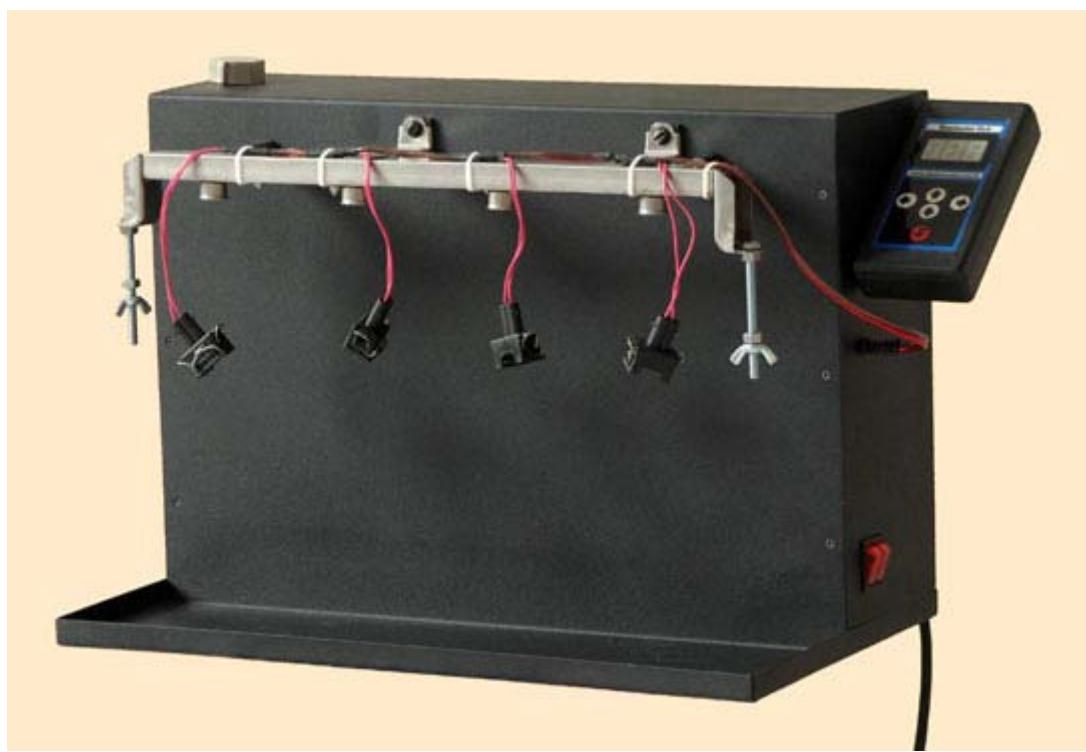


Для этого потребуются:

- топливная рампа от двигателя Opel Omega A 2.0i;
- регулятор давления с этого же двигателя;
- бачок омывателя ветрового стекла от автомобиля ВАЗ 2106 в качестве ёмкости для бензина;
- бензонасос Bosch 0 580 453 453 от ВАЗ 2110.



Топливную рампу можно использовать и от других типов двигателя.



Корпус изготовлен из листового железа толщиной 1...1,2 mm. Размеры 850 x 450 mm.

Лист изгибается на прессе (или подручными средствами). Основание стенда укрепляется уголком 15 x 15 mm.



На таком стенде можно проверять практически любые типы форсунок. При проверке японских форсунок, нужно заменять топливный уплотнитель. Рекомендуется использовать специально изготовленные уплотнители из обычных топливных уплотнителей.

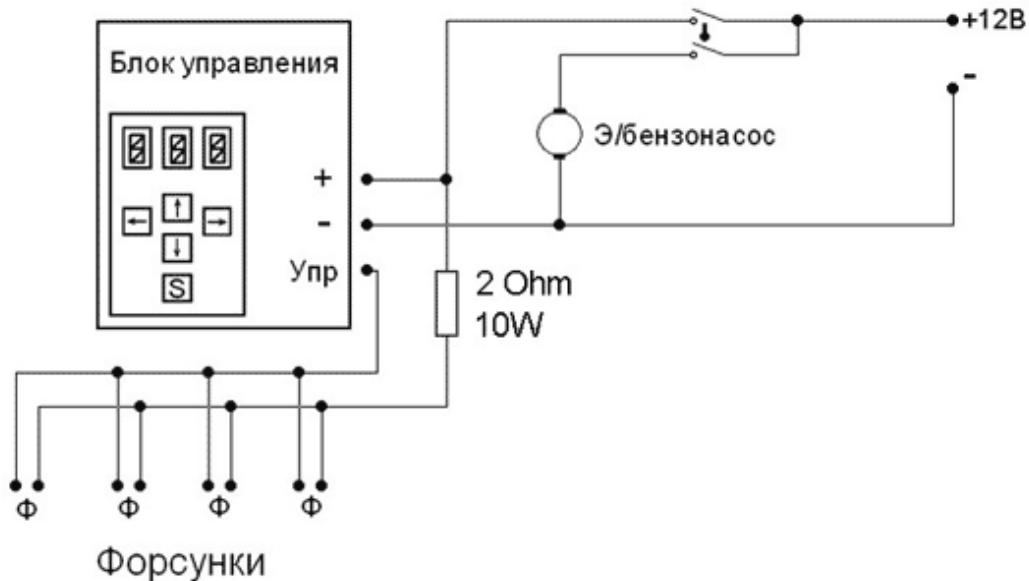


Для изготовления таких уплотнителей потребуется слегка обточить обычные топливные уплотнители под конус при помощи наждаца.

В качестве блока управления используется **Реаниматор форсунок**.



Реаниматор форсунок.



Принципиальная электрическая схема стенда.

Реаниматор форсунок позволяет проверить производительность форсунок, а затем очистить их благодаря специальному режиму работы.

Технические характеристики Реаниматора форсунок в режиме "проверка":

- количество импульсов открытия форсунок – 10...2550;
- время открытия форсунок – 1,5...9,9 мS;
- временной интервал между импульсами – 10...100 мS.

В режиме "Проверка" производится проверка форсунок на производительность. При этом на форсунки подаются одинаковые управляющие импульсы (обмотки всех форсунок подключены параллельно) и топливо под давлением около 2,5 Bar (зависит от модели применённого регулятора давления).

Рекомендуемые для проверки производительности параметры:

- количество импульсов открытия форсунок – 2000;
- время открытия форсунок – 9,9 mS;
- временной интервал между импульсами – 10 mS.

Измерение количества пролитого каждой форсункой топлива производится с помощью мерной мензурки.



Результаты замеров записываются в журнале следующей форме:

1. дата проведения измерений;
2. каталожный номер форсунок;
3. производительность каждой форсунки до очистки;

4. производительность каждой форсунки после очистки.

Это позволяет составить таблицу эталонных значений производительности форсунок. Благодаря чему, при очередной очистке можно будет сравнивать измеренную производительность форсунок с эталонным значением, и таким образом оценивать степень их загрязнённости до проведения очистки.



Универсальной базы данных эталонных значений производительности форсунок не существует. Но некоторые производители стендов дают такие данные под конкретные модели своих проверочных средств (стендов).

Режим "Очистка".

Реаниматор форсунок был разработан в 2000 г. В первую очередь он был предназначен для очистки форсунок производства BOSCH. Топливные форсунки других производителей на рынке России и Украины тогда встречались редко.

В режиме "Очистка" **Реаниматор форсунок** может работать только с одной форсункой! В этом режиме работы, программное обеспечение автоматически определяет резонансную частоту иглы форсунки. После "захвата" производится девиация этой частоты в небольшом диапазоне. В таком режиме форсунка производства BOSCH, опущенная в чистящий раствор (например WYNN'S) начинает прокачивать чистящую жидкость в обратном направлении. Это способствует интенсивному взаимодействию химического очистителя и загрязнений внутри форсунки.

Возможна очистка форсунок и других производителей, но в этом случае необходимо создать дополнительное разрежение со стороны топливного штуцера форсунки при помощи нехитрого приспособления.



Достаточно "прокачать" форсунку в режиме "Очистка" в течение 20...30 сек (бензин внутри форсунки должен замениться промывочной жидкостью). Затем форсунка должна

быть уставлена вертикально на 5...10 мин. Это необходимо для того, чтобы промывочная жидкость внутри форсунки смогла растворить отложения. После этого форсунку еще раз прокачивают в течении 1 мин.

Для усиления чистящего эффекта форсунку желательно поместить на некоторое время в ультразвуковую ванну. Ванну можно заполнить водой с добавлением жидкого мыла (жидкости для мытья посуды). Продолжительность очистки форсунок в ультразвуковой ванне составляет 10...15 мин.

После очистки, форсунки устанавливаются на стенд где измеряется их производительность. Производительность форсунок должна быть одинаковой! Показания производительности очищенных форсунок должны быть записаны в журнал.

Можно предложить следующую технологию проверки и очистки форсунок:

- визуальная проверка форсунок на предмет наличия коррозии;
- проверка производительность форсунок на стенде до очистки (каталожные номера форсунок и измеренная пропускная способность каждой из них фиксируются в журнале);
- очистка форсунок при помощи **Реаниматора форсунок** с применением моющей жидкости WYNN'S;
- ультразвуковая очистка форсунок (этот пункт можно упустить);
- проверка производительности форсунок на стенде после очистки (каталожные номера форсунок и измеренная пропускная способность очищенных форсунок фиксируются в журнале).

Предложенная технология позволяет очистить до 95...98% форсунок. Остальные 2-5% приходятся на форсунки, отбракованные ещё до очистки вследствие обнаружения коррозии. Данная технология разработана для небольших автосервисов.



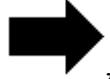
Работа с Реаниматором форсунок.

Реаниматор форсунок готов к работе в режиме "проверка" сразу после подачи на него питающего напряжения 12 V, о чём свидетельствует надпись на экране:



(режим "Проверка" – test).

При необходимости, можно установить рекомендуемые параметры импульсов для проверки форсунок. Для этого необходимо нажать клавишу



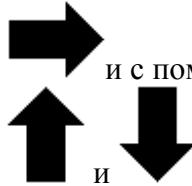
, после чего с помощью клавиш



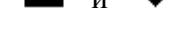
и установить время впрыска равное 9,9 mS



Далее необходимо вновь нажать клавишу



и с помощью клавиш



установить временной промежуток между импульсами равный 10 mS  . После

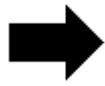
нажатия клавиши



установить количество импульсов равное 2000



и вновь нажать клавишу



, после чего вновь появится надпись



, свидетельствующая о готовности к включенияния режима "Проверка".

Теперь, для начала проверки необходимо включить бензонасос для подачи топлива под давлением в топливную рейку и нажать клавишу



. Форсунки начнут работать, при этом на экране **Реаниматора форсунок** будет отображаться обратный отсчёт количества импульсов впрыска. После выключения форсунок необходимо выключить бензонасос, измерить и записать количество топлива в мензурках для каждой форсунки. Перед снятием форсунок необходимо сбросить давление в топливной рампе стенда путём включения режима "проверка" с отключенным бензонасосом.

Если форсунки дают разное количество топлива (разница превышает 2%), это указывает на необходимость их очистки.

Для переключения **Реаниматора форсунок** в режим "Очистка" необходимо нажать клавишу



, после чего на экране появится надпись



(режим "Очистка" – clear).

Каждую форсунку необходимо поочерёдно подключить к **Реаниматору форсунок**, выходное отверстие форсунки погрузить в небольшую ёмкость (5 ml), заполненную моющей жидкостью WYNN'S и нажать клавишу



Форсунка начнёт прокачивать чистящую жидкость в обратном направлении. Для

выключения очистки нужно вновь нажать клавишу



То же самое проделать с остальными форсунками.

Теперь необходимо проверить производительность форсунок после очистки. Если производительность выровнялась – форсунки можно устанавливать на двигатель, если нет – очистку необходимо повторить.