



МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

М.В. ГРИГОРЬЕВ, А.А. ДАЛИДОВИЧ

ДИАГНОСТИКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК БЕНЗИНОВЫХ ДВС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО КУРСАМ:
«ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ»;
«ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ»

<https://diagnoscar.ru>

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МАДИ)

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»

Утверждаю
Зав. кафедрой профессор
_____ А.Н. Ременцов
« ____ » _____ 2018 г.

М.В. ГРИГОРЬЕВ, А.А. ДАЛИДОВИЧ

ДИАГНОСТИКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК БЕНЗИНОВЫХ ДВС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО КУРСАМ:
«ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ»;
«ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ»

МОСКВА
МАДИ
2018

<https://diagnoscar.ru>

УДК 621.43:038.3
ББК 39.35-044.2
Г834

Григорьев, М.В.

Г834 Диагностика и обслуживание электромагнитных форсунок бензиновых ДВС: методические указания к лабораторной работе по курсам: «Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств»; «Основы диагностики наземных транспортно-технологических средств» / М.В. Григорьев, А.А. Далидович. – М.: МАДИ, 2018. – 52 с.

В данных методических указаниях приведены методика и последовательность выполнения лабораторной работы по курсам: «Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств» и «Основы диагностики наземных транспортно-технологических средств». При этом в работе приведены: теоретические основы принципов функционирования топливной подсистемы ЭСУД; развернутая классификация систем питания бензиновых ДВС; существующие подходы по обслуживанию и обеспечению работоспособного состояния электромагнитных форсунок; перечень применяемого технологического оборудования для диагностики и очистки электромагнитных форсунок; технология тестирования и очистки электромагнитных форсунок на специализированном стенде с ультразвуковой ванной.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки специалитета 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства».

УДК 621.43:038.3
ББК 39.35-044.2

© МАДИ, 2018

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы современные технологии в области электроники эффективно внедряются в функциональные системы управления автомобильных двигателей. Бензиновые двигатели с искровым зажиганием в ближайшем будущем сохранят свое доминирующее положение в качестве силовой установки современного автомобиля.

Разработка теоретических основ эксплуатации и обслуживания электронных систем управления двигателем (ЭСУД) представляют собой наиболее актуальную проблему для современной науки в области технической эксплуатации автомобилей.

В процессе эксплуатации автомобилей с электронными системами впрыска топлива возникает необходимость их технического обслуживания. При этом, электронные системы впрыска, представляющие собой высокотехнологичное оборудование, требуют высококвалифицированного обслуживания и ремонта. Приведенные в данной работе сведения и рекомендации позволят студенту в будущем грамотно организовать обслуживание топливных подсистем ЭСУД легковых автомобилей с комплексной диагностикой электромагнитных форсунок (ЭМ) впрыска топлива.

Лабораторная работа
ДИАГНОСТИКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК БЕНЗИНОВЫХ ДВС

Цель работы

1. Ознакомиться с конструктивно-технологическими особенностями рассматриваемой топливной подсистемы ЭСУД и её компонентов.
2. Изучить технологию обслуживания и основные принципы диагностирования электромагнитных форсунок (ЭФ), используя современные комплексные средства технического диагностирования.
3. Получить практические навыки проведения технического обслуживания и контроля основных диагностических параметров ЭФ с помощью современного оборудования, анализируя предложенный в данной лабораторной работе алгоритм диагностирования.
4. Дать развернутое и обоснованное заключение о техническом состоянии электромагнитных форсунок, а также дать рекомендации о возможных повторных воздействиях на объект диагностирования.
5. Дать оценку эффективности очистки ЭФ в ультразвуковой ванне.

Оснащение учебного места

1. Динамометрический стенд на базе ЗМЗ-406.
2. Мультиметр.
3. Комплект адаптеров.
3. Специализированный стенд для диагностики и ультразвуковой очистки электромагнитных форсунок SMC-3002E NEW.
4. Нормативная и учебная литература.

Инструкция по технике безопасности

1. Обучающимся запрещается находиться в помещении лаборатории ТЭА в отсутствии учебного мастера или преподавателя кафедры ЭАТиС.
2. Лабораторная работа выполняется в присутствии преподавателя и учебного мастера.
3. Пуск и остановка стенда производится учебным мастером.

4. Все работы в помещении лаборатории ТЭА необходимо проводить в строгой последовательности, описанной в данном пособии, под контролем учебного мастера.

5. Обучающиеся не прошедшие инструктаж по технике безопасности, не допускаются к выполнению лабораторной работы.

Обучающиеся, не выполняющие данную инструкцию, удаляются из лаборатории ТЭА и допускаются в дальнейшем к учебным занятиям только с разрешения декана факультета.

Общие сведения

Устройство систем питания бензиновых двигателей

На протяжении всего двадцатого столетия, в период бурного развития автомобильной техники и их силовых агрегатов, системы питания двигателей в процессе эволюции претерпели значительные изменения и в настоящее время представлены в широчайшем их разнообразии. В Приложении 1 данных методических указаниях приведена полная классификация всех существующих групп систем питания бензиновых двигателей и предшествующих им систем, которые являются основой конструкторской мысли для современных инженеров-конструкторов.

Современные автомобили в подавляющем большинстве оборудованы силовыми установками с фазированным, а значит, распределенным впрыском топлива. В конструкцию современных электронных систем управления двигателем, как можно увидеть из рис. 1 входит множество различных элементов, среди них присутствует ряд компонентов, относящихся к топливной подсистеме ЭСУД или, как принято говорить, к системе питания ДВС. Конструкция и назначение основных компонентов системы питания подробно рассмотрены в Приложении 2.

Топливо в систему питания по топливопроводам высокого давления подается электробензонасосом, расположенном в топливном модуле бензобака. Топливо постоянно находится под давлением и через форсунки 2 (см. рис. 1) впрыскивается в каналы впускного коллектора 7 непосредственно на тарелки впускных клапанов каждого из цилиндров двигателя. Дозировка подачи топлива осуществляется посредством изменения частоты и скважности управляющего сигнала открытия клапанов электромагнитных форсунок в точном соответствии с количеством, а точнее массой, поступающего в двигатель воздуха. Время открытия форсунок определяется параметрами формируе-

мых электронным блоком управления (ЭБУ или ECM – Electronic Control Module) электрических импульсов, что позволяет осуществлять достаточно точную дозировку смеси. ЭБУ определяет необходимую длительность управляющих импульсов на основании анализа непрерывно поступающих данных от информационных датчиков о скорости вращения и положении коленчатого вала 8, положении дроссельной заслонки 6 (см. рис. 1), температуре охлаждающей жидкости и прочих датчиков. Для увеличения количества подаваемого топлива длительность сигнала увеличивается, а для уменьшения подачи топлива – уменьшается. Подобные системы устанавливаются и на отечественных легковых автомобилях ВАЗ.

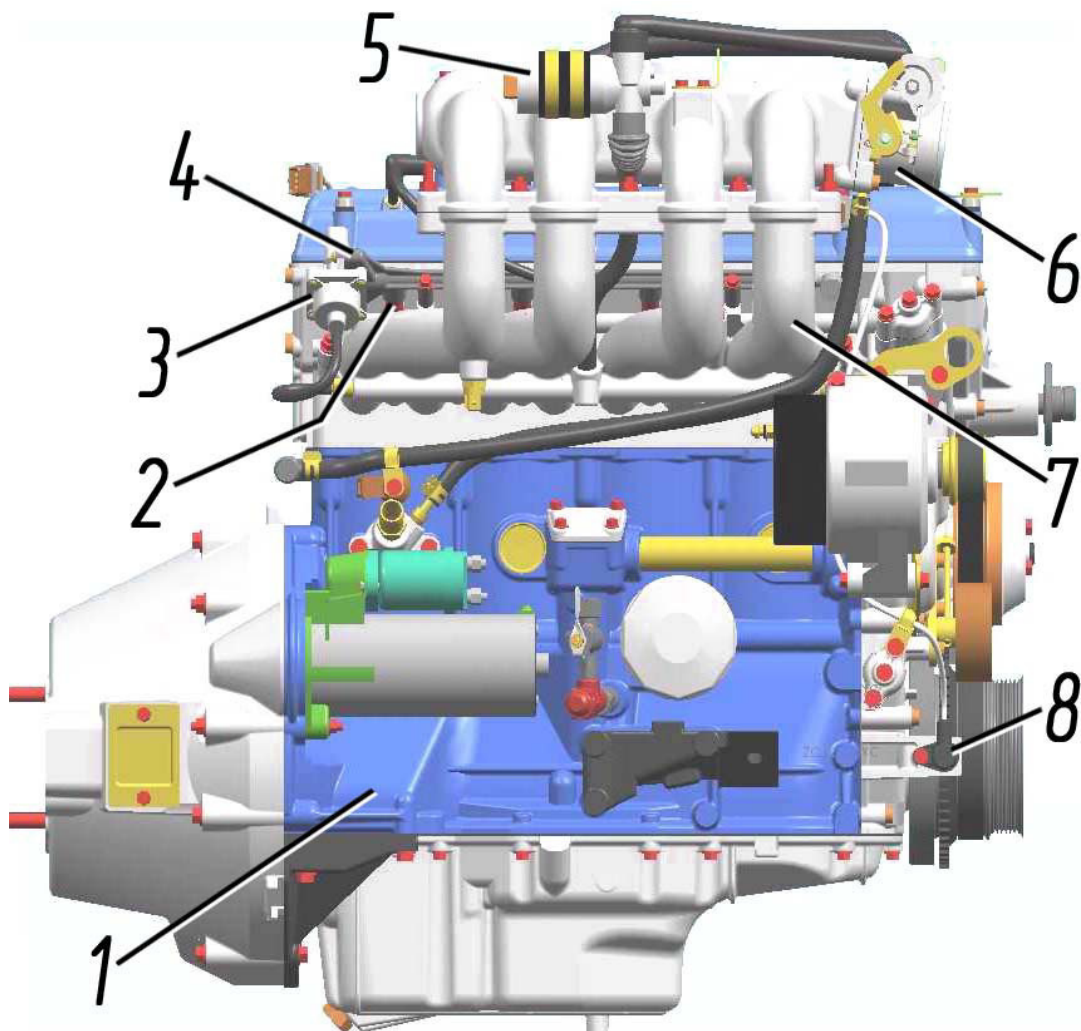


Рис. 1. Двигатель ЗМЗ-406 (вид сбоку):

- 1 – блок цилиндров; 2 – электромагнитная форсунка;*
- 3 – регулятор давления топлива; 4 – топливная рейка;*
- 5 – регулятор добавочного воздуха; 6 – корпус дроссельной заслонки;*
- 7 – впускной коллектор; 8 – датчик положения коленчатого вала*

Обслуживание электромагнитных форсунок бензиновых ДВС

Наиболее распространенной неисправностью электромагнитных форсунок является их загрязнение. ЭФ самые теплонагруженные детали топливной подсистемы, а значит, они являются основными объектами накопления смолянистых отложений.

Основные признаки загрязнения форсунок:

- затрудненный пуск двигателя;
- остановка двигателя;
- неустойчивая работа двигателя на холостом ходу и на переходных режимах;
- провалы при резком нажатии на педаль газа;
- ухудшение динамики разгона двигателя и потеря мощности;
- увеличение расхода топлива;
- появление детонации при разгоне вследствие обеднения смеси и повышения температуры в камере сгорания;
- пропуски «зажигания»;
- хлопки в выпускной системе;
- быстрый выход из строя свечей зажигания, кислородного датчика (лямбда-зонда) и каталитического нейтрализатора ОГ;
- повышение токсичности отработавших газов СО и СН.

Загрязнение форсунок становится особенно заметным с наступлением холодов. Когда испаряемость топлива ухудшается, появляются проблемы с пуском холодного двигателя.

Наиболее интенсивно накопление отложений происходит сразу после остановки двигателя. В это время температура корпуса ЭФ возрастает за счет нагрева от горячего двигателя, а охлаждающее действие потока бензина отсутствует. Легкие фракции бензина в рабочей зоне ЭФ испаряются, а тяжелые накапливаются в виде шлаковых и трудносмываемых смолистых отложений, уменьшающих сечение калиброванного канала. К примеру, слой отложений толщиной 5 мкм может изменить пропускную способность этого канала на 25%.

Образование на ЭФ твердых отложений, даже самого незначительного их количества, перекрывающих (частично или полностью) распылительные отверстия и нарушающих герметичность игольчатого клапана, способны сильно изменить как количество впрыскиваемого топлива, так и качество его распыления. Кроме того, общее загрязне-

ние элементов топливной системы (бака, трубопровода, фильтра и т.д.) приводит к засорению частичками шлама каналов и фильтра ЭФ.

Техническое состояние ЭФ напрямую влияет на номинальную мощность двигателя и работу транспортного средства в целом. При этом техническое состояние ЭФ должно регулярно подвергаться контролю при проведении очередного ТО, включающее соответствующие диагностические процедуры.

Сегодня существует несколько методов проверки работоспособности электромагнитных форсунок. Все они делятся на две основные группы: без демонтажа и с демонтажем.

Первая группа проверки работоспособности ЭФ предусматривает контроль их работоспособности по следующим критериям:

- сопротивление обмотки возбуждения – этот параметр необходим для определения состояния управляющей обмотки ЭФ на предмет выявления обрыва или межвиткового замыкания в электрической цепи обмотки;

- шум работы ЭФ – подобный контроль производится стетоскопом на слух и необходим для косвенного определения степени загрязненности ЭФ. Чем меньше слышны стуки (щелчки) работы клапана ЭФ, тем выше степень загрязнения подвижных частей ЭФ.

Критерии работоспособности второй группы, контролируемые при стендовых испытаниях на снятых ЭФ с ДВС:

- угол факела распыла и дисперсия частиц топлива – характеризуется диаметром распределённых частиц по факелу распыленного топлива;

- герметичность электромагнитной форсунки – обеспечивает способность удерживать топливо от просачивания между сопряженными поверхностями при заданном давлении топлива;

- производительность ЭФ – характеризует способность пропускать заданное количество топлива при номинальном его давлении на входе в форсунку.

Основной процедурой в обслуживании и восстановлении работоспособности ЭФ является их очистка (промывка). Эта процедура необходима для удаления (вымывания) из системы накопившихся лаковых и других отложений. В настоящее время существует три наиболее популярных способа восстановления работоспособности ЭФ:

- промывка топливной магистрали и ЭФ специальными присадками к топливу;

– промывка моющим составом (сольвентом) без демонтажа ЭФ с помощью специальной мобильной установки;

– промывка в ультразвуковой (УЗ) ванне на диагностическом стенде с демонтажем ЭФ.

Промывка с помощью присадки к топливу отличается своей простотой и заключается в регулярном (каждые 2–3 тыс. км пробега) применении специальных химических составов, путем добавления их непосредственно в топливный бак. Это дает возможность очищать не только ЭФ, но и всю топливную подсистему в целом. Данный подход наиболее эффективен при регулярном удалении даже незначительных загрязнений и отложений в топливной подсистеме. А именно, применение такого способа предусматривает его использование с самого начала эксплуатации транспортного средства. В противном случае, если химический состав, содержащийся в присадке, действительно качественный и способен отмывать отложения с поверхностей всех элементов топливной системы, включая топливный бак, то вся скопившаяся грязь и отложения двинутся по топливной магистрали и забьют не только топливные фильтры тонкой и грубой очистки, но и сетку топливоприемника, и входные сеточки ЭФ. В связи с этим, такой профилактический способ очистки топливной системы носит исключительно регулярный характер.

Промывка ЭФ на специальной установке заключается в работе ДВС на специальном сольвенте. Данная процедура позволяет быстро и эффективно очистить ЭФ, впускные клапаны, днища поршней и камеру сгорания двигателя от загрязнений и отложений.

Отмеченная установка имеет замкнутый цикл, т.е. подключается не только подача сольвента, но и дренаж (обратка). В отличие от простых пневматических систем, имеющих только магистраль подачи сольвента с ручным регулируемым давлением (ниже номинального) в системе при помощи встроенного редуктора, установка промывает систему на рабочем (номинальном) давлении. В этом случае происходит очистка ЭФ, регулятора давления топлива, сёдел и тарелок впускных клапанов, т.е. обеспечивается наиболее полная и качественная очистка элементов топливной подсистемы и впускного тракта.

Ультразвуковая очистка ЭФ производится со снятием и установкой их на специализированный стенд для проведения соответствующей очищающей процедуры с предварительной и финальной диагно-

стикой их производительности, а также оценки надлежащей формы факела распыла топлива. Электронная составляющая стенда позволяет имитировать различные режимы работы ДВС для эффективного контроля технического состояния ЭФ и обеспечения импульсного управления электромагнитными катушками форсунок в режиме их мойки в ультразвуковой ванне. Принцип работы ультразвуковой ванны основан на воздействии ультразвуковых волн на все поверхности ЭФ, погруженные в специальный моющий химический раствор с целью разрушения имеющихся лаковых отложений.

Необходимое технологическое оборудование для проведения диагностики и очистки электромагнитных форсунок подробно описано в Приложении 4.

Для проведения контроля и очистки ЭФ от накопившихся загрязнений их необходимо демонтировать с двигателя и установить на стенд для дальнейшей их диагностики с последующей чисткой в ультразвуковой ванне.

Порядок проведения вышеотмеченных работ приведен ниже в виде последовательности универсальных технологических операций проводимых как на самом автомобиле, так и на любом специализированном стенде.

Для начала демонтажа ЭФ необходимо предварительно снизить давление в магистрали подачи топлива. Для этого требуется обесточить электрический бензонасос и дать двигателю поработать некоторое время для того, чтобы выработать остаток топлива и снизить тем самым его давление в магистрали. Действия необходимые для снижения давления топлива:

- отсоединить силовое реле бензонасоса или вынуть защитную плавкую вставку электрической цепи бензонасоса. Также можно отсоединить разъем с проводами, подключенными к бензонасосу;

- после отсоединения разъема с проводами запустить двигатель пока он сам не остановится. Произвести ещё две – три попытки запуска двигателя до полной его остановки. Убедившись, что запуск двигателя невозможен, можно переходить к процедуре демонтажа ЭФ.

1. Отсоединить провод от клеммы «минус» аккумуляторной батареи.

2. Для удобства проведения дальнейших работ желательно снять ресивер впускного коллектора, предварительно демонтировав с

него корпус дроссельной заслонки и регулятор добавочного воздуха, а также трос газа и все шланги. Однако в данном примере демонтаж ЭФ будет производиться без снятия ресивера.

3. Поддев отверткой фиксаторы разъемов жгутов управляющих проводов ЭФ, требуется снять по очереди все разъемы со всех четырех форсунок.

4. Далее необходимо осторожно отсоединить топливные магистрали от присоединительных штуцеров топливной рейки, так чтобы не допустить попадания бензина в глаза и на ближайšie части двигателя. Для этого прижмите заранее приготовленную ветошь к месту выкручивания присоединительного штуцера. Когда течь топлива прекратится, нужно отсоединить топливные магистрали от рейки с ЭФ.

5. Затем необходимо отсоединить вакуумный шланг от регулятора давления топлива и открутить два болта крепления топливной рейки к головке блока цилиндров.

6. Убедившись, что в колодцах электромагнитных форсунок нет песка и грязи, остается только аккуратно извлечь топливную рейку вместе с форсунками, не повредив резиновых уплотнительных колец на форсунках.

7. Остается только отсоединить электромагнитные форсунки от топливной рейки.

8. Теперь необходимо установить демонтированные электромагнитные форсунки на стенд, соблюдая очередность в соответствии с порядком установки их на ДВС. Закрепив ЭФ специальными фиксаторами, подключите к контактам ЭФ разъемы управляющих проводов стенда.

9. С помощью пульта управления стенда, выбрать соответствующие программы, тестирующие производительность ЭФ (см. Приложение 5), имитируя работу ДВС на различных скоростных и нагрузочных режимах. Контроль проводится по показаниям уровня накопившейся тестовой жидкости в мерных колбах, а также по форме факела распыляемого топлива.

Производительность не соответствующую номинальному значению можно определить опытным путем, а именно по средним показателям производительности большинства других ЭФ, чьи значения гораздо выше оцениваемой форсунки. Допустимая разница баланса ЭФ при тестовых испытаниях на стенде должна составлять не

более 2,5% от среднего значения, т.е. около 5% между минимальным и максимальным значением. В противном случае, неровная работа двигателя на холостом ходу будет сохраняться и после проведения такой диагностики.

10. Теперь для очистки ЭФ нужно поместить их специальную ванну с ультразвуковым излучателем таким образом, чтобы форсунки своим распылителем не касались дна ванны и были погружены в сольвент примерно наполовину. Предварительно включить нагрев ванны с сольвентом для его разогрева с целью достижения наибольшего чистящего эффекта. При этом поверхность ЭФ должна быть очищена от явной уличной грязи и песка.

11. Подключить к разъемам форсунок колодки жгутов проводов стенда, чтобы во время проведения ультразвуковой очистки ЭФ запорная игла клапана распылителя могла передвигаться в режиме пульсаций для обеспечения проникновения чистящего сольвента внутрь форсунки, тем самым производить её очистку не только снаружи, но и внутри, что является бóльшим приоритетом при осуществлении данной операции.

12. Запустить на панели стенда программу очистки ЭФ, которая предусматривает автоматическую регулировку силы тока на ЭФ и настраиваемую частоту управляющего импульса, а также время проведения процедуры очистки.

Так как сопротивление катушек у разных типов ЭФ отличается, то сила управляющего импульса должна регулироваться автоматически. Если будет сигнал слабый, то соленоид не сработает и клапан форсунки не откроется, а если сильный, то катушка соленоида просто сгорит и форсунку можно будет выбросить. Также надо понимать, что форсунка при любых проверках и режимах чистки должна работать в импульсном режиме, а не открываться от сигнала постоянного напряжения. Иначе произойдет намагничивание сердечника соленоида и форсунка потеряет свое быстрое действие на высоких частотах работы. А это значит, что на высоких оборотах двигателя сердечник электромагнитной форсунки будет настолько инерционен, что не сможет обеспечить должной производительности форсунки и двигатель значительно потеряет в мощности.

13. После завершения процедуры очистки, ЭФ необходимо в обратном порядке извлечь из ультразвуковой ванны и установить снова

на стенд для повторной их диагностики. Если форсунки выдерживают тест по форме распыла и по производительности согласно требованиям, указанным в пункте 9, то весь комплект форсунок является работоспособным. Если какая-то форсунка продолжает показывать низкие результаты без какой-либо динамики, то такая ЭФ подлежит замене на новую форсунку или заведомо исправную. Если показания производительности неисправной форсунки после теста заметно (не менее 50% от величины расхождения параметров) улучшились, но до нормы этих показателей ещё недостаточно, то в таком случае можно провести повторную ультразвуковую очистку форсунки до тех пор, пока показания по производительности не станут соответствовать нормативу.

14. Получив в результате последовательно проведенных тестов полный комплект исправных электромагнитных форсунок, установите их на двигатель в порядке обратном снятию.

Примечание: после каждого снятия и установки электромагнитных форсунок положено заменять резиновые уплотнительные кольца полным комплектом новых колец.

Результат очистки:

- оптимальное распыление электромагнитных форсунок;
- эффективное смесеобразование и наполнение цилиндров топливно-воздушной смесью;
- улучшение сгорания топливно-воздушной смеси;
- повышение эффективности работы двигателя;
- устойчивая работа двигателя;
- устранение провалов во время ускорения;
- восстановление компрессии;
- улучшение динамики автомобиля;
- устранение детонационных стуков;
- снижение CO и CH;
- снижение расхода топлива;
- увеличение срока службы ЭФ, отдельных элементов ГРМ и ЦПГ.

**Устройство и функциональные возможности
стенда SMC-3002E NEW для диагностики
и ультразвуковой очистки электромагнитных форсунок**

Стенд SMC-3002E NEW (рис. 2) предназначен для ультразвуковой очистки и тестирования одновременно до 12 ЭФ (шесть – в режиме

очистки и ещё шесть – в режиме тестовой диагностики). Управление стендом осуществляется со встроенной панели управления (рис. 3). При этом стенд обеспечивает имитацию любых режимов работы ДВС и автоматически контролирует все проводимые тесты за счет применения современного процессора в составе его электронной начинки.

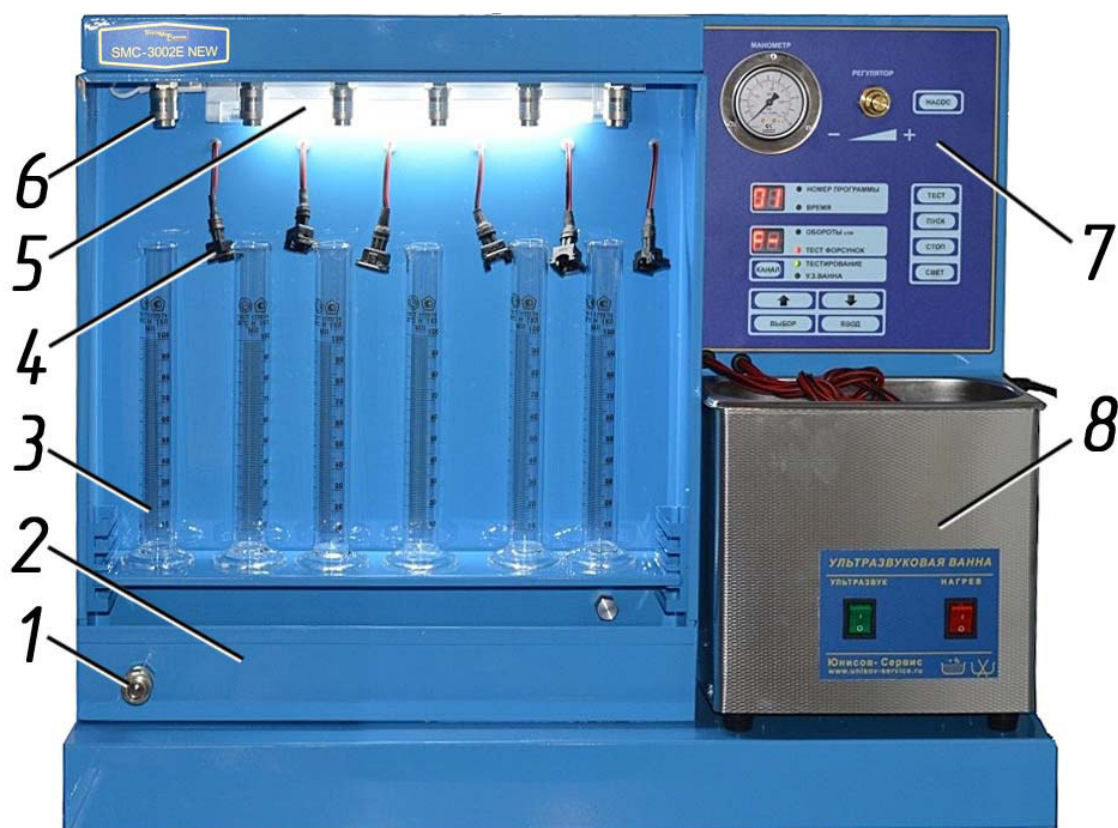


Рис. 2. Стенд SMC-3002E NEW:

- 1 – обратный штуцер; 2 – бак для чистящей жидкости;
 3 – мерные колбы; 4 – разъёмы подключения к форсункам; 5 – подсветка;
 6 – быстроразъёмные соединения (БРС); 7 – панель управления;
 8 – ванна ультразвуковой очистки ЭФ

Семисегментные сдвоенные индикаторы (рис. 3):

№1 – время, номер программы, номер ЭФ;

№2 – обороты, тест, результат диагностики ЭФ.

Светодиодные индикаторы (рис. 3):

1) индикатор задания программы;

2) индикатор задания времени;

3) индикатор задания оборотов;

4) индикатор теста (в случае вывода результата теста);

5) индикатор тестирования гидравлической части форсунок;

6) индикатор подачи сигнала на УЗ ванну.

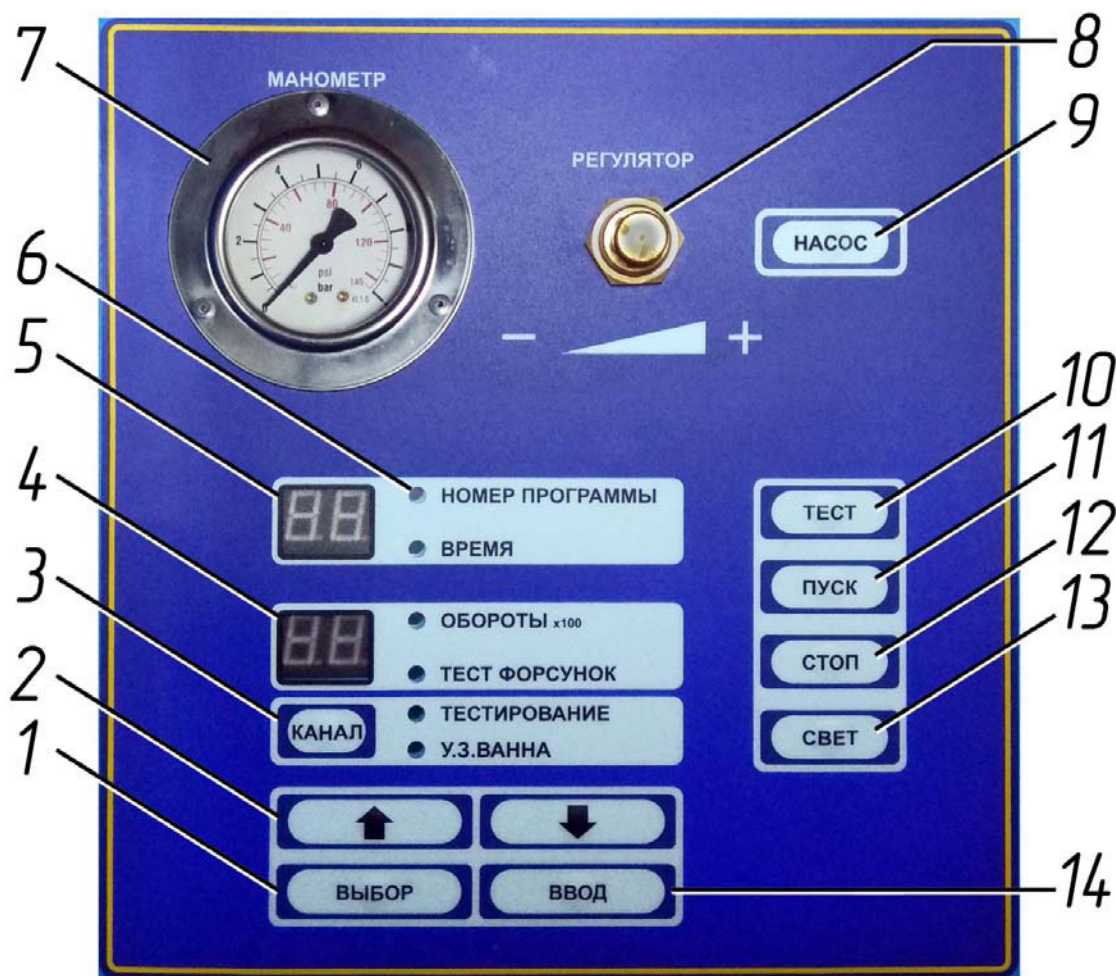


Рис. 3. Панель управления:

- 1 – кнопка выбора программ; 2 – кнопка перелистывания программ;
 3 – кнопка выбора канала по которому подается управляющий сигнал;
 4 – индикатор №2 (см. выше); 5 – индикатор №1 (см. выше);
 6 – светодиодные индикаторы состояния процесса (см. выше);
 7 – манометр; 8 – регулятор давления;
 9 – кнопка включения/ выключения насоса; 10 – кнопка запуска теста;
 11 – кнопка запуска выбранной программы;
 12 – кнопка сброса всех текущих процессов и программ;
 13 – кнопка включения подсветки;
 14 – кнопка ввода (подтверждения) программы

Гидравлическая схема стенда приведена на рис. 4.

На стенде проводятся следующие работы:

- очистка электромагнитных форсунок (инжекторов);
- проверка на герметичность ЭФ;
- оценка производительности и качество распыления топлива;
- диагностика электрической части форсунки (т.е. определение рабочего напряжения ЭФ, наличие короткого замыкания, либо обрыва в цепи обмотки возбуждения).

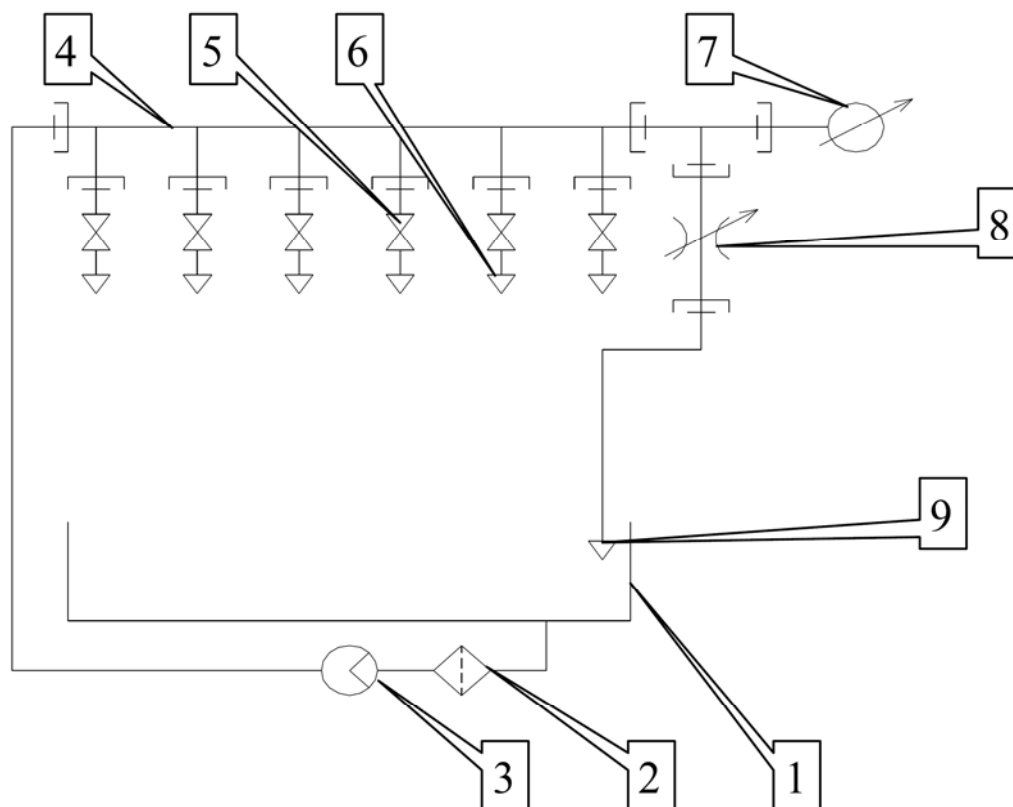


Рис. 4. Гидравлическая схема стенда:

1 – бак с чистящей жидкостью; 2 – фильтр тонкой очистки;
 3 – магнетающий электронасос; 4 – коллекторный блок; 5 – БРС;
 6 – подающий штуцер; 7 – манометр; 8 – регулятор давления; 9 – сливной штуцер

Таблица 1

Технические характеристики и комплектация стенда

№ п/п	Параметр	Значение
1	Количество обслуживаемых ЭФ	6
2	Адаптация под рабочее напряжение	Автоматическая
3	Контроль работы стенда	Автоматический
4	Автоматические программы, шт.	8
5	Настраиваемые программы, шт.	5
6	Имитация числа оборотов /мин.	500–6300
7	Создаваемое максимальное давление, бар	10
8	Объем бака для тестирующей жидкости, л	3,5
9	Объем ультразвуковой ванны, л	2,8
10	Мощность УЗ излучателя, Вт	100
11	Подогрев УЗ ванны	+
12	Встроенная подсветка	+
13	Одновременное использование режимов «Диагностика» и «Очистка»	+
14	Дополнительные программы для очистки топливных систем «Без разборки»	–
15	Питание, В	220
16	Мощность, Вт	350
17	Масса (без жидкости), кг	16
18	Габариты ДхВхГ, мм	750x610x330

Последовательность выполнения работы

1. Изучить принцип функционирования топливных подсистем, их классификацию (прил. 1), а также конструктивные особенности компонентов топливных подсистем (прил. 2).

2. Ознакомиться с устройством и функциональными возможностями стенда SMC-3002E NEW.

3. Изучить меры безопасности и предосторожности при проведении диагностики и очистки ЭФ в УЗ ванне (прил. 5).

4. Зарисовать схему топливной подсистемы в бланк-отчете, используя приведенные обозначения.

5. Провести анализ последовательности выполнения всех технологических операций на стенде.

6. Выполнить диагностику и очистку ЭФ на стенде.

Далее последовательно представлена технология проведения диагностирования ЭФ и их очистки в УЗ ванне.

6.1. На снятых ЭФ с двигателя ЗМЗ-406, замерить сопротивление обмоток возбуждения.

6.2. Установить ЭФ на стенд.

6.3. Провести электрический тест ЭФ.

6.4. Определить основные параметры технического состояния ЭФ по результатам проведенного комплексного гидравлического теста ЭФ, сравнивая их с нормативными значениями. Нормативные и полученные фактические значения записать в бланк-отчет.

7. Дать заключения и рекомендации по результатам выполненных работ.

8. Оформить бланк-отчет и сдать преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные компоненты топливной подсистемы двигателя ЗМЗ-406.

2. Расшифруйте и переведите на русский язык популярные английские аббревиатуры, касающиеся различий в типах систем питания.

3. Сформулируйте последовательность для эффективной диагностики неисправностей электромагнитных форсунок.

4. Перечислите основные этапы при проведении комплексной диагностики форсунок двигателя ЗМЗ-406 на стенде SMC-3002E NEW.

5. Назовите точное количество и марку производителя, применяемых электромагнитных форсунок на двигателе ЗМЗ-406.

6. Какие параметры технического состояния ЭФ в обязательном порядке должны контролироваться на стенде SMC-3002E NEW?

Классификация систем питания бензиновых двигателей

Разработанная классификация предусматривает дифференциацию систем питания бензиновых двигателей на семь основных групп. В общем виде классификация систем питания бензиновых двигателей представлена на схеме ниже.

1 ГРУППА различается *по методу управления системой*:

- механические (карбюраторные, механические системы впрыска топлива типа K-Jetronic);
- электронно-механические (механические системы впрыска топлива типа KE-Jetronic);
- электронные (Mono-Jetronic, L-Jetronic, все типы систем Motronic).

2 ГРУППА различается *по месту и способу приготовления топливозвоздушной смеси*:

- в карбюраторе (пульверизационное приготовление);
- во впускном трубопроводе (с впрыском топлива);
- в камере сгорания (с непосредственным впрыском топлива).

3 ГРУППА различается *по способу инжекции (впрыска)*:

- непрерывного (Continuous Injection) действия (механические и электронно-механические системы питания ДВС);
- импульсного (Pulsed Injection) действия (электронные системы питания ДВС).

4 ГРУППА различается *по количеству точек инжекции (впрыска)*:

- центральный или одноточечный (SPI – Single Point injection) впрыск топлива (электронные системы Mono-Jetronic, Mono-Motronic);
- распределенный (MPI – Multi-point injection) впрыск топлива.

5 ГРУППА различается *по методу управления форсунками*:

- параллельный (одновременный или синхронный);
- попарно-параллельный;
- фазированный (асинхронный или синфазный).



Схема классификации систем питания бензиновых двигателей

6 ГРУППА различается *по признаку независимости конструктивного исполнения системы:*

- моносистемы (системы Jetronic);
- комплексные или интегрированные (системы Motronic).

7 ГРУППА различается *по способу обеспечения требуемых экологических норм:*

- системы с обратной связью (предусматривается автоматическая регулировка состава смеси отработавших газов за счет установки одного или нескольких кислородных датчиков, а также трехкомпонентного каталитического нейтрализатора);
- системы без обратной связи (предусматривается ручная регулировка состава смеси отработавших газов без установки каталитического нейтрализатора).

Основные элементы топливной подсистемы ЭСУД

К основным элементам топливной подсистемы ЭСУД бензиновых ДВС относятся: бензобак, электробензонасос, топливопроводы низкого и высокого давления, электромагнитные форсунки, регулятор давления, фильтра тонкой и грубой очистки топлива, а также вспомогательные элементы подсистемы впрыска в виде необходимых датчиков, исполнительных механизмов и, конечно, ЭБУ.

Комплексная система питания обеспечивает оптимальный состав топливовоздушной смеси с учетом оптимального угла опережения зажигания (УОЗ). При этом система использует информацию, полученную от датчиков системы и записанной программы, хранящейся во Flash памяти ЭБУ.

В основные функции ЭБУ входит:

- формирование импульса сигнала управления электромагнитными форсунками;
- определение угла опережения зажигания и формирование соответствующего импульса сигнала на катушки зажигания;
- управление электронной дроссельной заслонкой;
- включение силового реле электробензонасоса;
- обеспечение надежной работы двигателя в аварийном режиме;
- контроль и самодиагностика на предмет выявления отказов и неисправностей в системе питания ДВС.

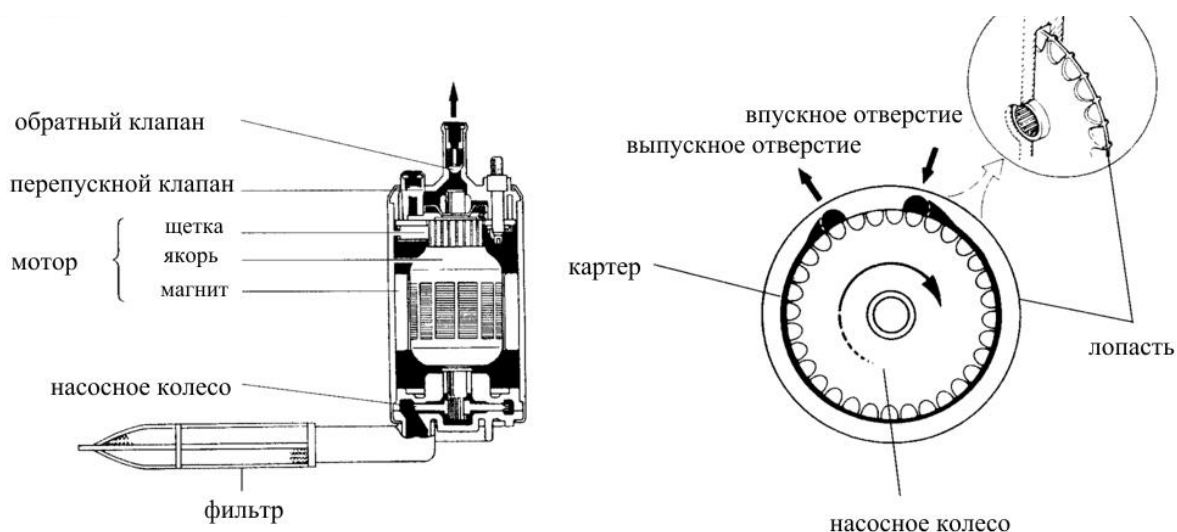
Электронный блок управления двигателем работает совместно со следующими элементами, относящиеся к группе – **датчики**:

- датчиком положения коленчатого вала;
- датчиком положения распределительного вала;
- датчиком массового расхода воздуха;
- датчиком положения дроссельной заслонки;
- датчиком детонации;
- датчиком температуры охлаждающей жидкости;
- датчиком температуры входного воздуха;
- электромагнитными форсунками;
- датчиком кислорода;
- датчиком скорости автомобиля;
- датчиком давления во впускном коллекторе.

Ко второй группе элементов ЭСУД относятся – **исполнительные устройства** (электродвигатели, электромагниты), которые обеспечивают изменение положения регулирующих устройств (дрессельной заслонки, шаговых двигателей, различных электромагнитных клапанов и т.п.).

Функциональное назначение основных компонентов систем питания современных ДВС

Топливный насос обеспечивает подачу топлива в систему питания, имеет электрический привод. Используются два основных типа насосов – с вращающейся ячейкой и лопастного типа, которые монтируются на кузове автомобиля вблизи топливного бака или непосредственно в топливном баке. Последний имеет то преимущество, что он лучше охлаждается, а уровень внешнего шума меньше. Насосы лопастного типа могут иметь достаточно сложную конструкцию, в которой лопастная секция служит для подачи топлива в насос, а шестеренчатая для создания давления в системе.



Конструкция и принцип действия топливного насоса

Слив топлива из насоса в бак после отключения бензонасоса предотвращается с помощью одностороннего обратного клапана, который способствует сохранению в системе давление в течение продолжительного времени во избежание образования паровых пробок и для обеспечения дальнейшего пуска двигателя. Также в насосе установлен перепускной клапан сброса избыточного давления, обеспечи-

вающий при избыточном давлении возврат топлива в бак. Для обеспечения требуемого давления в топливной магистрали, к двигателю подается значительно больше топлива, чем он максимально расходует на любых, в том числе, и мощностных режимах.

Топливный фильтр устанавливается в топливном баке, на кузове автомобиля вблизи топливного бака или в моторном отсеке на трубопроводе подачи топлива к электромагнитным форсункам. Предотвращает засорение ЭФ и регулятора системы питания. Состоит из сетчатого фильтра и бумажного фильтрующего элемента.

Современные системы фильтрации топлива имеют от двух до четырёх ступеней очистки. Сначала топливо проходит через фильтр грубой очистки топлива, который удаляет крупные частицы, видимые невооруженным глазом. Далее топливо попадает в фильтр тонкой очистки, где задерживаются микрочастицы, представляющие наибольшую опасность для форсунок из-за своих абразивных свойств.

Конструкция топливных фильтров может представлять собой сетчатый элемент или быть в виде отдельного герметичного корпуса. Корпус может изготавливаться из стали или полимеров, что определяется уровнем давления в системе. Он может быть прозрачным, что позволяет понять, когда требуется менять топливный фильтр. Конструкция подвешенного фильтра предусматривает наличие входного и выходной штуцеров. В некоторых конструкциях может быть предусмотрен дополнительный штуцер (редукционный клапан) для сброса топлива в случае повышенного давления в системе.

Фильтры могут иметь целый ряд отличий в зависимости от используемого топлива. Так для бензиновых двигателей требуется отфильтровывать частицы размером не более 10–15 мкм.

Фильтры грубой очистки бензиновых двигателей, как правило, разборные и представляют собой сетчатую конструкцию, которая может иметь ячейки различного диаметра. Они устанавливаются на горловине топливного бака (самые крупные ячейки), а также в корпусе погружного модуля топливного насоса, выполняя функцию топливозаборника (ячейки среднего размера). Основная задача топливного фильтра грубой очистки состоит в улавливании крупных частиц, пропуская на выход только очищенный бензин.

Фильтры тонкой очистки в современных топливных системах устанавливаются в корпусе модуля топливного насоса в топливном баке и представляют собой неразборную конструкцию. Фильтрующий элемент располагается в корпусе и может быть уложен «звездой» или «спиралью». Спиральная укладка позволяет увеличить срок эксплуатации и обеспечивает более высокую степень очистки.

Регулятор давления топлива обеспечивает постоянное рабочее давление на входе в форсунки. Регулятор, как показано на рисунке ниже, состоит из корпуса 1 и крышки 3, разделенные диафрагмой 4 с клапаном 2.

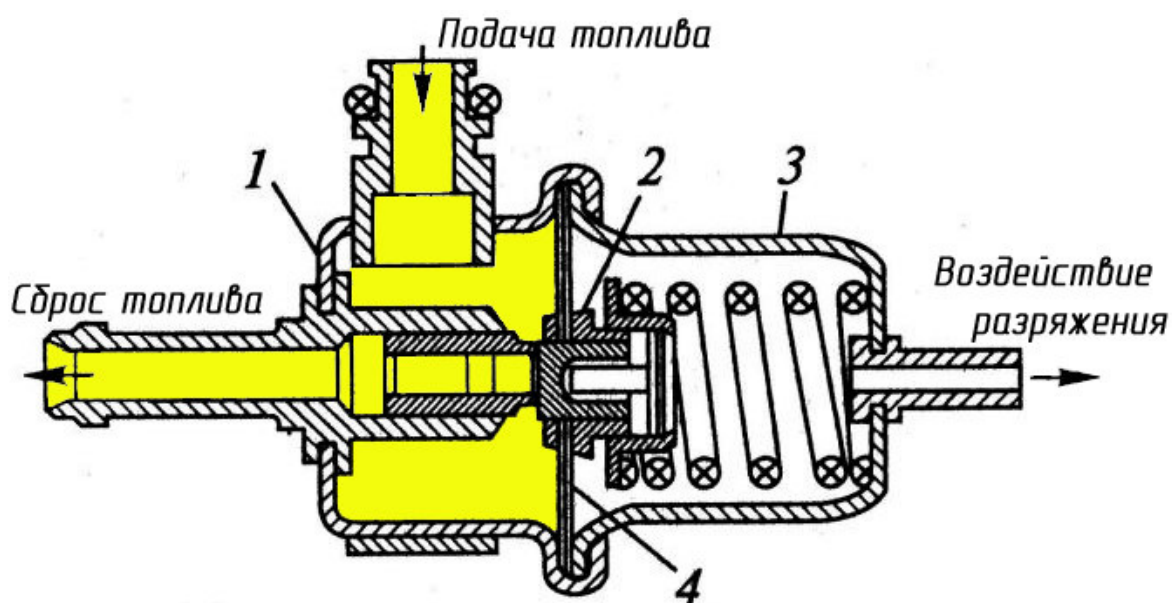


Схема регулятора давления топлива:

- 1 – корпус регулятора давления топлива; 2 – запирающий клапан;
3 – крышка с вакуумным штуцером; 4 – мембрана

Вакуумная камера соединена с вакуумным ресивером впускного коллектора, а топливная камера с топливной рейкой форсунок и топливопроводом обратной магистрали для слива излишнего топлива в бак. При давлении топлива в системе больше 0,32 МПа регулятор обеспечивает слив топлива в бак. При неработающем двигателе регулятор обеспечивает поддержание избыточного давления топлива в трубопроводе.

Электромагнитные форсунки предназначены для направленной подачи точно отмеренного заряда топлива и дробления этого заряда на мельчайшие частицы размером не более 20–50 мкм.

Эффективность работы электромагнитных форсунок обеспечивается следующими параметрами:

- полнота сгорания топлива;
- расход топлива;
- содержание вредных веществ в ОГ;
- мощность ДВС.

ЭФ, в основном, применяются в системах с электронным управлением подачи топлива в ДВС. Количество топлива, проходящего через распылитель 1 форсунки, зависит только от длительности (времени) открытия иглы 4 форсунки.

Принцип работы электромагнитной форсунки состоит в следующем. Топливо под давлением, созданным электробензонасосом, поступает в фильтр 12 и через каналы форсунки проходит к запорному клапану 4. Пружина 15 при помощи сердечника 16 и шайбы 6 прижимает иглу клапана к седлу корпуса распылителя 17 и удерживает форсунку в закрытом состоянии. Под действием электрического импульса от ЭБУ возникает электромагнитное поле, втягивающее сердечник 16 и иглу запорного клапана, который, соответственно, открывается. При этом топливо, распыляясь, впрыскивается в предклапанное пространство впускного коллектора или цилиндр двигателя, в зависимости от типа форсунки или системы питания ДВС.

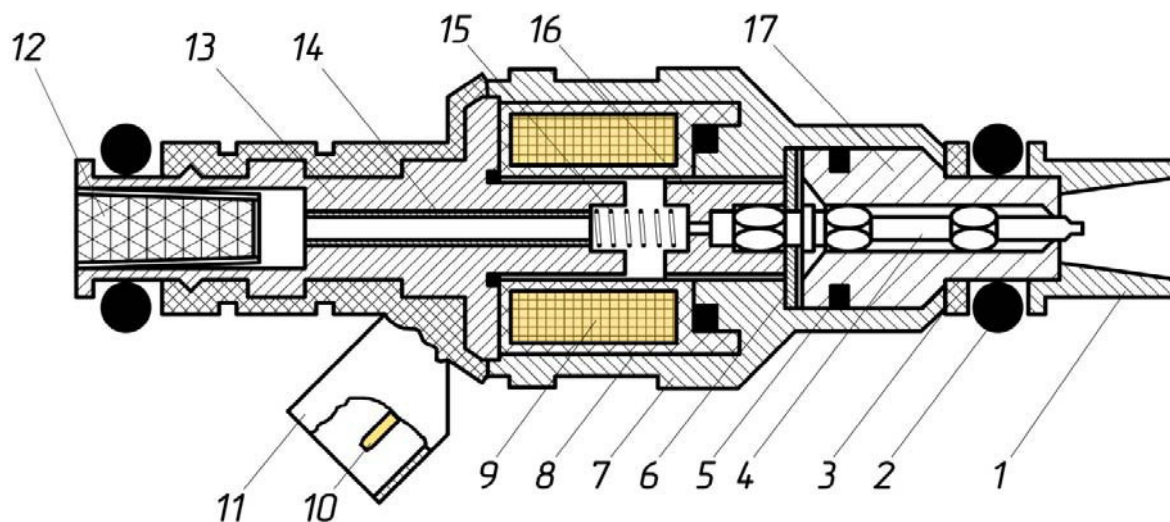


Схема электромагнитной форсунки:

- 1 – распылитель; 2 – манжета уплотнительная; 3 – шайба;
 4 – игла запорного клапана; 5 – уплотнитель; 6 – шайба упорная; 7 – корпус;
 8 – изолятор; 9 – электромагнитная катушка возбуждения; 10 – контакт;
 11 – разъем, 12 – фильтр; 13 – крышка; 14 – трубка; 15 – пружина;
 16 – сердечник электромагнита; 17 – корпус клапана распылителя

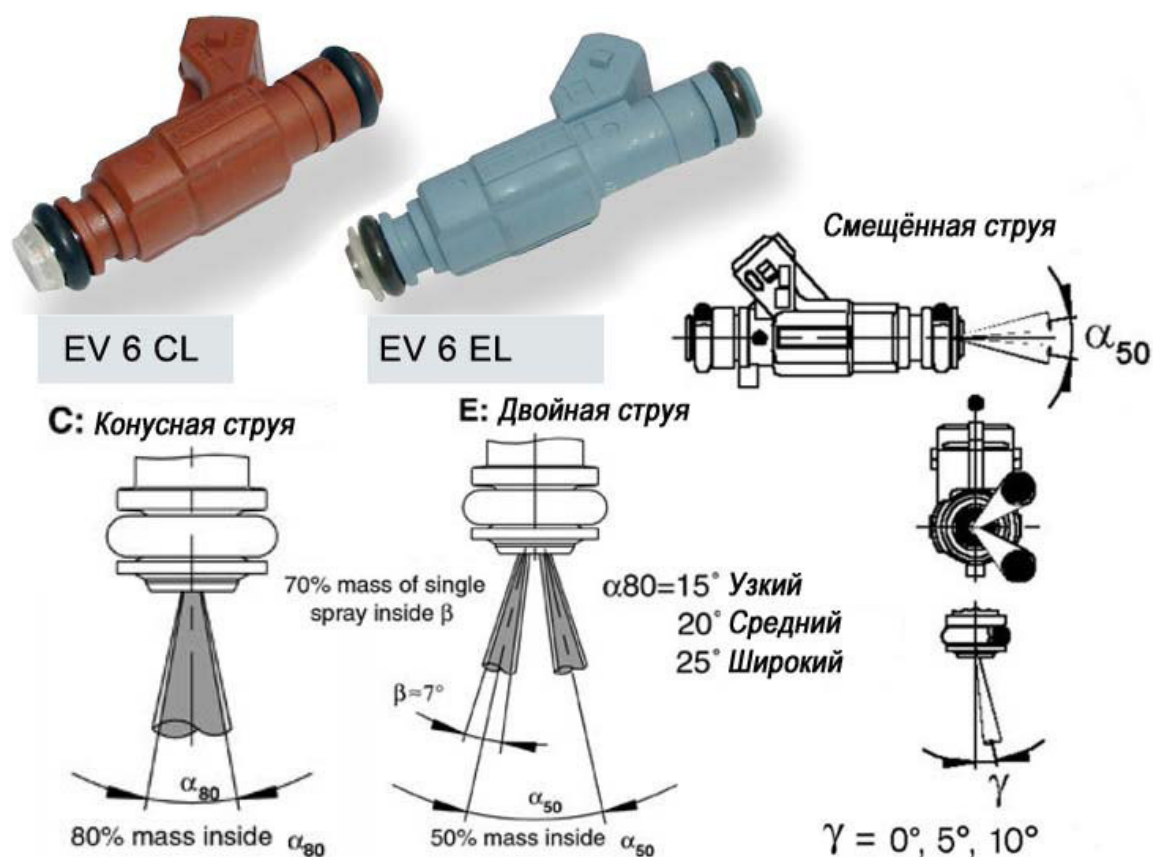
Регулировка количества впрыскиваемого топлива осуществляется только длиной импульса (скважностью) открытого состояния ЭФ. Давление топлива при этом в системе считается неизменно постоянным и соответствующим рекомендациям завода изготовителя, которые прописаны в нормативно-технической документации.

ЭБУ рассчитывает время открытого состояния ЭФ в зависимости от записанного программного алгоритма, учитывающего количество поступающего в цилиндры воздуха, частоты вращения коленчатого вала, показаний датчика температуры охлаждающей жидкости, сигналов датчика кислорода, а также в зависимости от режимов работы двигателя (ускорение, полная нагрузка, принудительный холостой ход), включая аварийные.

Характеристики электромагнитных форсунок

ЭФ на сегодняшний день практически все рассчитаны на давление 2,5–3,0 бара, используемое на всех впрысковых двигателях. Даже на самых последних модификациях ДВС как отечественного, так и импортного производства, использующих топливные системы питания без обратной магистрали слива топлива с повышенным давлением до 3,8 бар, увеличение производительности происходит всего на 14%.

ЭФ служат для подачи расчетной порции топлива в предклапанное пространство впускного тракта перед тактом впуска. Чтобы избежать различные негативные явления, возникающие в процессе приготовления ТВС, автопроизводители, в числе прочего, активно совершенствуют электромагнитные форсунки.



Форма и характеристика факела распыла ЭФ Bosch EV6:

- α_{80} – 80% топлива находится в пределах угла α ;
- α_{50} – 50% топлива находится в пределах угла α ;
- β – 70% топлива находится в пределах угла β ;
- γ – угол отклонения струи

Наиболее существенным изменениям подверглись наконечники распылителей форсунок. Современные наконечники для улучшения распыла топлива начали делать в виде диска с отверстиями. Количество отверстий на диске наконечника зависит от производителя комплектующих автозавод частей. Наиболее популярные в России и Европе марки форсунок – Bosch, Siemens, Lucas, Magneti Marelli, а в Азии Nippon Denso.

Специалистами известной фирмы Advanced Engine Management, производителя программируемых систем управления Wolf, были проведены тесты более 100 различных типов ЭФ, результаты которых приведены в таблицах ниже с разбивкой по производителям. Эта информация будет полезной, при проведении выбора ЭФ для новой системы питания или модернизации уже имеющейся.

Значения уровня объема впрыска, приведенные в таблице, получены по результатам испытаний, при которых ЭФ работали на все 100%, т.е. были полностью открыты. В правильно отрегулированной топливной подсистеме ЭСУД, ЭФ не доходит до таких величин, и её обычный рабочий цикл составляет около 90%.

Для примера: объем впрыскиваемого топлива у ЭФ Bosch 0 280 150 100 составляет максимум 185 см^3 (куб. см. или миллилитров) при тестовом давлении топлива 300кПа (~43psi). Этот показатель зависит от используемого соотношения воздух/топливо, но на практике, для расчетов применяется следующее вычисление: объем впрыска делится на 5. Соответственно, 185 см^3 делим на 5 и получаем 37 л.с. – такова максимальная мощность данной ЭФ.

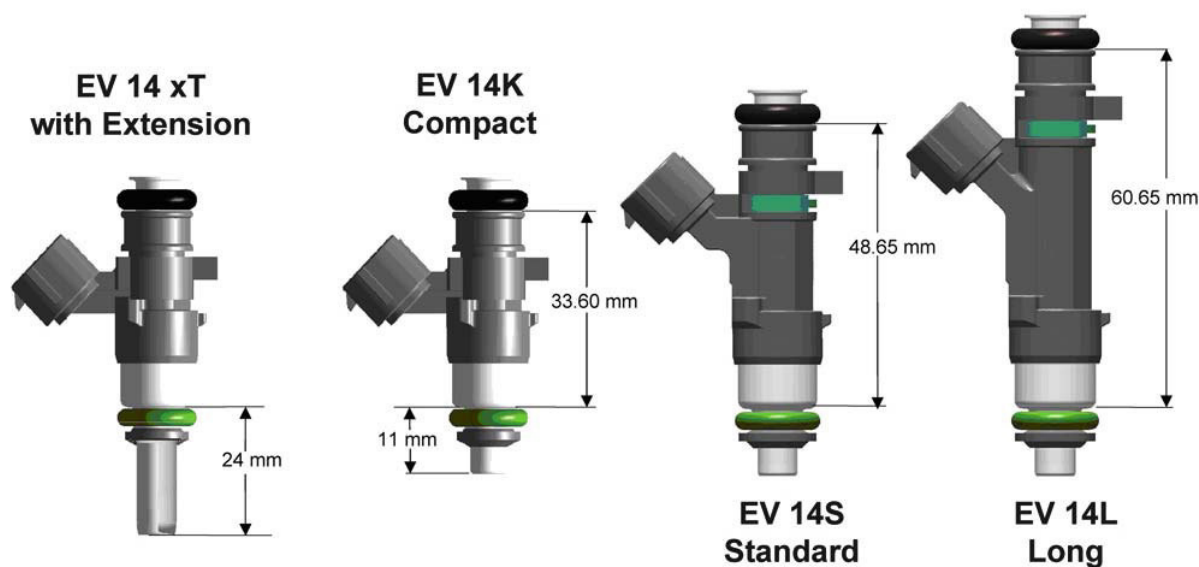
Если необходимо получить результаты вычислений с большей точностью, то в таком случае критическим фактором является масса топлива (не объем). Предположив, что имеется «нормальная» плотность топлива, масса топлива из $\text{см}^3/\text{мин}$ переводится в фунт/ч, посредством умножения на 10,2. Для рассматриваемой ЭФ Bosch, масса потока (впрыска) составляет 18,1 фунт/ч. Для перевода фунт/ч в л.с. (лошадиные силы) необходимо умножить этот показатель на 2,04. Итак, 18 фунт/ч умноженные на 2,04 дают в результате 37 л.с. – тот же показатель, что был получен ранее.

Уровень мощности указывается для одной электромагнитной форсунки (инжектора). Это означает, что необходимо умножать этот показатель на число всех форсунок. Например, если используются

форсунки Bosch 0 280 150 100 на восьмицилиндровом двигателе (по одной на цилиндр), то максимальная мощность всех электромагнитных форсунок должна быть около 300 л.с.

В дополнение к различным значениям объема впрыска у разных ЭФ, следует также учитывать их сопротивление (в Ом). В зависимости от уровня сопротивления катушек возбуждения, ЭФ подразделяются на два больших класса – «низкие» и «высокие». Инжекторы с низким сопротивлением имеют катушки на 2–3 Ом, а с высоким – около 14–16 Ом.

При выборе ЭФ необходимо обращать особое внимание на то, что форсунки, как показано на рисунке ниже, существенно различаются по форме и размерам. Некоторые топливные подсистемы имеют ЭФ с боковым потоком, другие оснащены форсунками, так называемого, «концевого» типа, с O-образными кольцами фиксации. Поэтому, при выборе форсунок следует точно знать установочные размеры и форму. Разъемы и соединения ЭФ также разнятся.



Пример форм и габаритных размеров ЭФ Bosch EV14

Таблица переводов расчетных величин

500 см ³ /мин ~ 49 фунт/ч, что соответствует 100 л.с.	
фунт/ч = см ³ / 10,2	см ³ /мин = л.с. · 5
фунт/ч = л.с. / 2,04	л.с. = см ³ /мин / 5
см ³ = фунт/ч · 10,2	л.с. = фунт/ч · 2,04

**Уровни объема впрыска электромагнитных форсунок
основных производителей**

Bosch

Номер по каталогу	см ³ /мин	Ом	л.с.	Тестовое давление, кПа	Марка автомобиля
0 280 150 996 // Siemens DEKA VAZ 6393	132	12	26	300	BA3-2111; BA3-2112; BA3-2104; BA3-21067
0 280 150 208	133	13	26,6	300	BMW
0 280 150 716	134	13,1	26,8	300	
0 280 150 710	142	14	28	300	Ford
0 280 150 715	149	14,6	29,8	300	
0 280 150 219	167	16	33	300	Ford
0 280 150 704	170	16,7	34	300	
0 280 150 209	176	17,3	35,2	300	Volvo
0 280 150 121	178	17,5	35,6	300	
0 280 150 100	185	18,1	37	300	
0 280 150 125	188	18,4	37,6	300	
0 280 150 614	189	18,5	37,8	300	
0 280 150 711 // Siemens DEKA ZMZ 6354	192 // 194	16 // 14–15	39	300	ГАЗ ЗМЗ-406
0 280 150 706	214	21	42,8	250	
0 280 150 712	214	21	42,8	250	Saab
0 280 150 762	214	21	42,8	300	Volvo
0 280 150 157	214	21	42,8	250	Jaguar
0 280 150152	230	22,5	46	300	Alfa Romeo
0 280 150 201	236	23,1	47,2	300	
0 280 150 151	240	23,5	48	300	BMW
0 280 150 002	265	26	53	300	
0 280 150 009	265	26	53	300	
0 280 150 802	284	27,8	56,8	300	Volvo, Renault
0 280 150 811	298	29,2	59,6	350	Porsche
0 280 150 200	300	29,4	60	300	BMW
0 280 150 335	300	29,4	60	300	Volvo
0 280 150 804	337	33	67,4	300	Peugot
0 280 150 402	338	33,1	67,6	300	Ford
0 280 155 009	346	33,9	69,2	300	Saab Turbo
0 280 150 951	346	33,9	69,2	300	Porsche
0 280 150 024	380	37,3	76	300	Volvo
0 280 150 026	380	37,3	76	300	
0 280 150 036	380	37,3	76	300	MB
0 280 150 043	380	37,3	76	300	BMW
0 280 150 814	384	37,6	76,8	300	
0 280 150 834	397	38,9	79,4	300	
0 280 150 835	397	38,9	79,4	300	Chrysler
0 280 150 400	437	42,8	87,4	300	Ford
0 280 150 401	437	42,8	87,4	300	Ford
0 280 150 041	480	47,1	96	300	MB
0 280 150 403	503	49,3	100,6	300	Ford

Nippon Denso

Цвет	см ³ /мин	Ом	фунт/ час.	л.с.	Тестовое давление, кПа	Марка автомо- биля
зеленый // светло-зеленый	145	2,4	14,2	29	255	Toyota
фиолетовый // небесно-голубой	155	13,8	15,2	31	290	Toyota
серый // светло-зеленый	176	13,8	17,3	35,2	290	Toyota
темно-серый // серый	182	2 // 2,4	17,8	36,4	255	Toyota
темно-серый // бежевый // оранжевый // коричневый // темно-синий // оранжево-коричневый // красный	200	1,7	19,6	40	290	Toyota
голубой	210	2,4	20,6	42	255	Toyota
небесно-голубой // бежевый // желтый	213	13,8	20,9	42,6	290	Toyota
зеленый // фиолетовый // коричневый	250	13,8	24,5	50	290	Toyota
фиолетовый	251	13,8	24,5	50,2	290	Toyota
фиолетовый // светло-зеленый	282	13,8	27,6	56,4	290	Toyota
желтый // розовый // зеленый	295	2,7 // 1,6 // 13,8	28,9	59	255	Toyota
розовый	315	13,8	30,9	63	290	Toyota
красный/ черный	365 430	2,9 2,9	33,9 42,2	73 86	255 255	Toyota Toyota

Lucas

Номер по каталогу	см ³ /мин	Ом	л.с.	Тестовое давление, кПа	Марка автомобиля
5207007	147	14,4	29,4	270	Ford
5207003	164	16,1	32,8	300	Buick
5208006	164	16,1	32,8	250	Renault
5207002	188	18,4	37,6	250	Chevrolet
5204001	188	18,4	37,6	250	Fiat
5208003	188	18,4	37,6	250	Alfa Romeo
5206002	188	18,4	37,6	250	Toyota
5208007	188	18,4	37,6	250	BMW
5202001	188	18,4	37,6	250	Porsche 914
5208001	188	18,4	37,6	250	Nissan
5207013	201	19,7	40,2	270	Jeep
5207011	218	21,4	43,6	300	Chevrolet
5208005	237	23,1	47,2	250	Chrysler, BMW
5208004	237	23,1	47,2	250	Ford

Таблица применяемости электромагнитных форсунок Siemens и Bosch на автомобилях семейства ВАЗ

ЭБУ	Двигатель	Siemens DEKA						Bosch			
		VAZ6238 серые (толстые)	VAZ6393 бежевые (толстые)	VAZ20734 желтые (толстые)	VAZ20734 оранжевые (тонкие)	VAZ20735 голубые (тонкие)	VAZ20735 розовые (толстые)	0280150996 бирюзовые (толстые)	0280158017 черные (тонкие)	0280158022 черные (тонкие)	0280158502 черные (тонкие)
Январь-5.1	ВАЗ-2111 1,5 8V 3,0 атм	☀						☀			
	ВАЗ-2112 1,5 16V 3,0 атм	☀						☀			
	ВАЗ-2104 1,45 8V 3,0 атм	☀						☀			
	ВАЗ-21067 1,6 8V 3,0 атм	☀						☀			
Январь-7.2	ВАЗ-2111 1,5 8V 3,0 атм		☀								☀
	ВАЗ-21114 1,6 8V 3,8 атм			☀	☀				☀		
	ВАЗ-21124 1,6 16V 3,8 атм					☀	☀			☀	
	ВАЗ-2123 (Нива) 1,7 8V 3,0 атм		☀								☀
	ВАЗ-2123 1,7 8V 3,8 атм			☀	☀						
	ВАЗ-2104 1,45 8V 3,0 атм		☀								☀
	ВАЗ-21067 1,6 8V 3,0 атм		☀								☀
	ВАЗ-21067 1,6 8V 3,8 атм			☀	☀						
	ВАЗ-21126 1,6 16V 3,8 атм					☀	☀			☀	
	ВАЗ-11194 1,4 16V 3,8 атм					☀				☀	
Производительность при раб. давл., мг/сек	1,6537	1,6615	1,9219	1,9219	1,9644	1,9644	1,6537	1,9219	1,9644	1,6615	

Технологическое оборудование для обслуживания систем питания бензиновых ДВС

Для диагностики состояния электрических цепей в системе управления компонентами топливной подсистемы и подсистемы впрыска применяется **цифровой мультиметр**. С его помощью можно оперативно и с высокой точностью определить присутствие в управляющей цепи ЭФ бортового питания 12 В, а также измерить частоту управляющего импульса, но без определения формы сигнала и его скважности. Также, с помощью мультиметра можно определить сопротивление обмотки возбуждения ЭМ.

Форсунки высокого импеданса имеют сопротивление обмотки в пределах 11...17 Ом, а низкого – 2...5 Ом. Если значение измеренного сопротивления обмотки возбуждения значительно отличается от номинального значения, это указывает на то, что форсунка неисправна и подлежит замене.

Для определения формы и времени управляющего импульса открытия ЭФ применяется **осциллограф** или **мотор-тестер** со встроенным двух, трех или четырехканальным осциллографом.

Осциллографы зачастую выполняются на базе 8 битного АЦП с полосами частот от 25 до 200 МГц и имеют два канала. Максимальная частота дискретизации составляет 1 ГГц (эквивалентная 50 ГГц).

Осциллографы оснащены интерфейсом USB, обеспечивающим дистанционное управление с ПК, и обладают возможностью сохранения полученных результатов. Также осциллографы позволяют хранить во внутренней памяти до нескольких десятков форм сигналов и профилей установок органов управления.

Мотор-тестер может работать в режиме осциллографа, который помогает поэлементно диагностировать системы зажигания и впрыска, а также может работать в режиме мультиметра, который измеряет сопротивление, напряжение, силу тока, давление, температуру и разрежение. Все результаты выводятся на 8-дюймовый экран в виде графических изображений и крупных четких цифр.

Результаты измерений автоматически сохраняются в памяти мотор-тестера, которые можно перенести на компьютер, а впоследствии при необходимости обратно в память прибора.

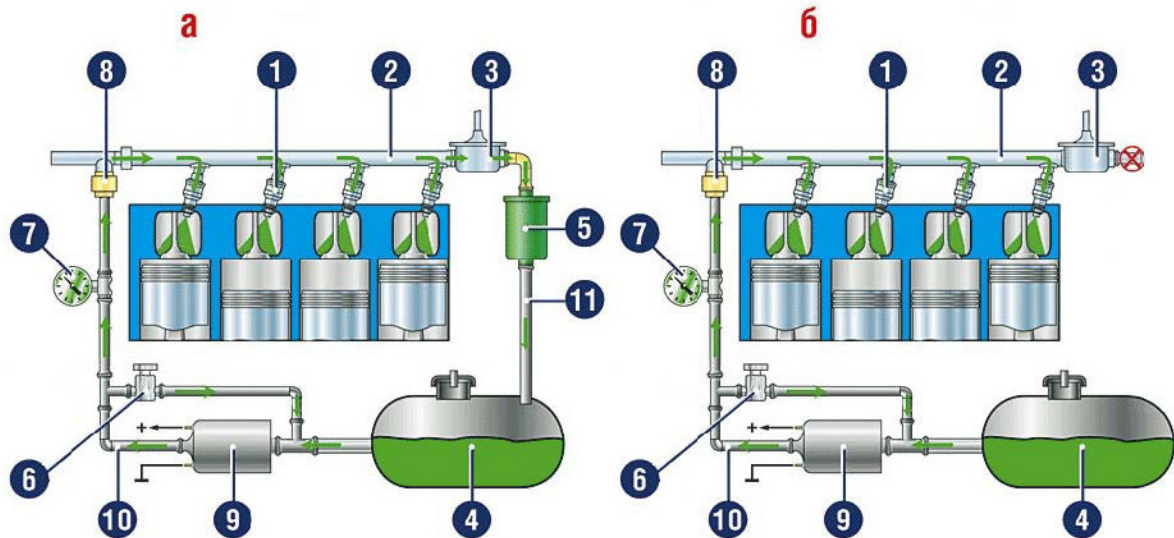
Современная диагностика сегодня имеет возможность провести более глубокий контроль работоспособности ЭФ на специализированных стационарных стендах. Конечно, такая диагностика предполагает демонтаж ЭФ и, соответственно, влечет увеличение трудоемкости проводимых работ, но при этом даёт полную картину поведения ЭФ во время работы в системе питания двигателя. Такие мероприятия принято осуществлять в том случае, если имеются достаточно весомые причины для проведения такого рода диагностики. Это могут быть такие проявления неисправностей как: неровная работа двигателя (троение); повышенный расход топлива; значительное снижение динамики и мощности двигателя. Все вышеперечисленные неисправности обычно являются достаточным поводом для проведения углубленной диагностики ЭФ при условии, что другие подсистемы и их компоненты находятся в работоспособном состоянии, а следовательно, не вызывают никаких нареканий.

Значительную роль в области обслуживания систем питания бензиновых ДВС играет методика промывки топливной системы с помощью **мобильных установок**, подключаемых к топливной подсистеме любого автомобиля, работающего как на бензине, так и на дизельном топливе. Из-за своей доступной цены на оборудование и вид услуги, понятной конструкции и принципа работы это оборудование на сегодняшний день является наиболее востребованным.

При использовании **передвижной** установки штатный бензонасос автомобиля отключается или нагнетательный трубопровод соединяется (закольцовывается) со сливным трубопроводом (обраткой). Затем подающий шланг передвижной установки через специальный переходник подключается к входному штуцеру рампы с форсунками, а к выходу из регулятора давления топлива подключается сливной шланг. В зависимости от обслуживаемой системы питания используется одна из оптимальных схем подключения, показанная на рисунке ниже:

– двухконтурная (а) – подключение происходит к входному и выходному штуцеру топливной рейки; это обеспечивает циркуляцию сольвента и очистку всей топливной подсистемы (кроме топливного бака, бензонасоса и фильтров тонкой и грубой очистки);

– одноконтурная (б) – подключение происходит только к входной части топливной подсистемы; в этом случае очищаются в основном форсунки (циркуляция сольвента очень низкая, так как она ограничена пропускной способностью электромагнитных форсунок).



Схемы подключения стационарной промывочной установки:
 1 – электромагнитная форсунка; 2 – топливная рейка с ЭФ;
 3 – регулятор давления топлива; 4 – ёмкость с сольвентом;
 5 – фильтр тонкой очистки топлива;
 6 – регулирующий вентиль; 7 – манометр; 8 – переходник;
 9 – топливный насос в составе установки;
 10 – магистраль подачи топлива; 11 – магистраль слива топлива;
 а – двухконтурная; б – одноконтурная

При использовании мобильных (**переносных**) установок подключение к топливной подсистеме двигателя производится по одноконтурной схеме, показанной ниже. Это связано с тем, что подача сольвента осуществляется за счет его вытеснения давлением подаваемого в ёмкость воздуха, создаваемого компрессором. При этом магистраль обратного слива топлива в бак автомобиля блокируется (глушится). В редких случаях устанавливают такое давление в системе переносной установки, чтобы регулятор давления топлива не открылся и сольвент не сливался в топливный бак автомобиля.

Преимущество таких установок заключается в том, что их можно использовать в любом месте, где находится автомобиль (при наличии компрессора). Основной недостаток – циркуляция сольвента осуществляется не по всей топливной подсистеме, и как было описано выше, при такой схеме подключения очищаются только электромагнитные форсунки. Также необходимо отметить, что отсутствие в составе промывочной установки электрического насоса и замена его пневматическим «приводом» делают установку не только мобильной, но и более пожаробезопасной из-за отсутствия электрических компонентов.

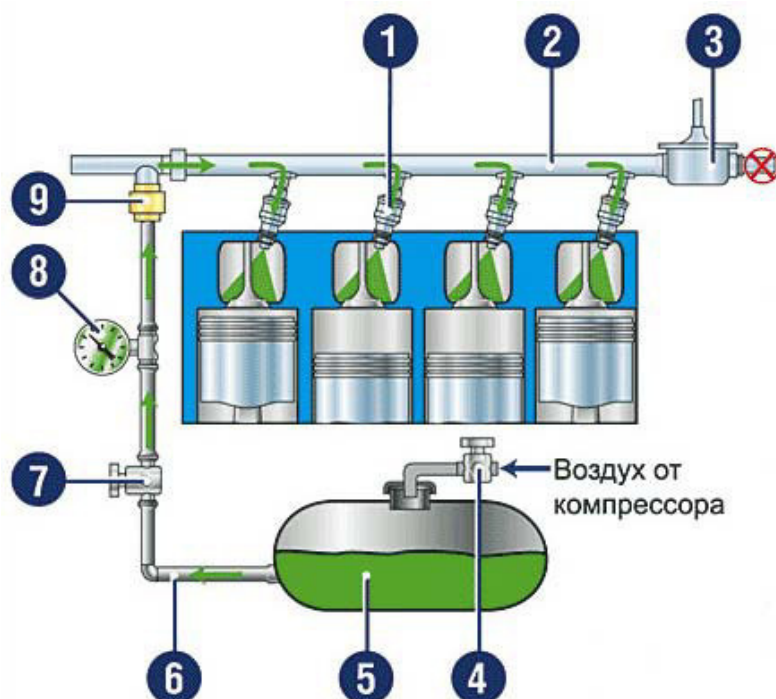


Схема подключения передвижной промывочной установки:
 1 – электромагнитная форсунка; 2 – топливная рейка с ЭФ;
 3 – регулятор давления топлива; 4, 7 – регулирующий вентиль;
 5 – ёмкость с сольвентом; 6 – магистраль подачи топлива;
 8 – манометр; 9 – переходник

В зависимости от типа топливной подсистемы, которую необходимо обслужить, т.е. произвести очистку мобильными установками необходимо знать рабочее давление в топливной подсистеме, а также норму расхода сольвента в зависимости от объема двигателя обслуживаемого автомобиля. Ниже в таблицах приведены основные параметры по рабочему давлению и расходу топлива на полную процедуру промывки топливной системы за три цикла по 15 мин.: работа, период просачивания, работа.

Также применяют очень популярный и надежный вид очистки ЭФ, который производится со снятием и установкой их на **стационарный специализированный стенд** ультразвуковой очистки бензиновых форсунок для проведения соответствующей процедуры, с предварительной и финальной диагностикой их производительности, а также оценки надлежащей формы факела распыла топлива. Электронная составляющая стенда позволяет имитировать различные режимы работы ДВС для эффективного контроля технического состояния ЭФ и обеспечения импульсного управления электромагнитными катушками форсунок в режиме их мойки в ультразвуковой ванне.

Принцип работы ультразвуковой ванны основан на воздействии ультразвуковых волн на все поверхности ЭФ погруженные в специальный моющий химический раствор с целью разрушения имеющихся лаковых отложений.

Таблица 1

Нормы расхода чистящей жидкости (сольвента)

№ п/п	Объем двигателя	Норма расхода, л
1	1,3–1,6	0,5–0,7
2	1,8–1,9	0,8–0,85
3	2	0,9
4	2,2	1
5	2,3	1,1
6	2,4	1,15
7	2,5	1,25
8	2,8	1,3
9	2,9	1,35
10	3	1,4
11	3,2	1,5
12	3,5	1,6
13	4	1,8
14	4,5–4,8	1,9
15	5 и более	2

Таблица 2

Нормы рабочих давлений топливных подсистем ЭСУД

Топливная подсистема	Давление, бар
BOSCH K/KE – JETRONIC	4–6
BOSCH D – JETRONIC	2–3
BOSCH L/LE/LH/LU – JETRONIC	3
BOSCH MOTRONIC / MPI / MULTIPOINT	3
DIGIJET/DIGIFANT – VW	3
ECCS-NISSAN / EFI-NISSAN	3
ECI-MITSUBISHI	3
EFI-MULTEC (OPEL)	3
EFI-TOYOTA / TCCS-TOYOTA	3
FUL-SUBARU	3
LUCAS-L-INJECTION	3
LUCAS-P-DIGITAL	3
MPFI-SUBARU	3
PGM-FI-HONDA/ROVER	3
R-ELECTRONIC-RENAULT / RENIX/FENIX-RENAULT	3
ROVER SPI	3
WEBER-MARELLI-IAW	3
BOSCH MONOJETRONIC	1–1,5
SINGLE POINT	1–1,5
КАРБЮРАТОР	0,5–1
ДИЗЕЛЬ	1–1,5

Очистка деталей ультразвуком – сложный процесс, который предусматривает возникновение местной кавитации и, одновременно, полезное воздействие больших ускорений в очищающей жидкости, что, в свою очередь, приводит к разрушению загрязнений и удалению жировых примесей. Если загрязненную деталь целиком погрузить в жидкость и воздействовать на неё ультразвуком при помощи специального излучателя, то под действием возникшей ударной волны кавитационных пузырьков поверхность детали очищается. Причем очистка происходит не только от грязи и продуктов коррозии, но и даже от краски, нанесенной на поверхность очищаемой детали. Кроме этого, в жидкости возникает много побочных воздушных пузырьков, не связанных с кавитационными явлениями. Также, если применять специальные моющие сольвенты, то в процессе очистки дополнительно участвует множество взвешенных в растворе моющих частиц. Такие частицы и пузырьки воздуха проникают в зазоры, щели и поры между отложениями и поверхностью детали. Под действием ультразвуковых волн моющие частицы и пузырьки воздуха интенсивно колеблются, что приводит к активному разрушению верхнего загрязненного слоя. Но колеблющиеся частицы и пузырьки являются второстепенным явлением при чистке ЭФ, решающее значение всё же здесь имеет ультразвуковая кавитация.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Технология проведения тестов и очистки ЭФ на стенде

Для примера был взят учебный динамометрический стенд с двигателем 3М3-406 и стенд УЗ очистки ЭФ марки System Mobil Cleaning модели SMC-3002E NEW.

Меры безопасности

Стенд предназначен для эксплуатации только с профессиональными продуктами, рекомендуемыми производителем оборудования. Очистители топливной системы являются горючими жидкостями. Для предупреждения об опасности около стенда должна быть табличка – «ГОРЮЧАЯ ЖИДКОСТЬ».

1. Не размещать стенд рядом с открытым огнем или вблизи открытых источников тепла.
2. Всегда снижать давление в системе перед отсоединением переходников и инжекторов.
3. Все работы проводить в хорошо проветриваемом помещении.
4. Следить за мерами безопасности при работе на стенде (не курить; не допускать пролива горючей жидкости на посторонние поверхности; иметь в непосредственной близости исправный огнетушитель).
5. Не допускать смешивания технических жидкостей.
6. Категорически запрещается заливать в ультразвуковую ванну горючие жидкости.

Меры предосторожности

1. Жидкость для очистки TECHNIK-Z обеспечивает качественную очистку форсунок от внутренних и внешних отложений (за исключением металлических частиц и частиц песка). Применение других химических жидкостей может привести к выходу из строя ЭФ или к другим негативным результатам.

2. Для тестирования рекомендуется применять жидкость SMC-ТЕСТ. Использование других жидкостей может привести к отказу стенда.

3. Применение жидкостей, отличных от SMC-ТЕСТ и Teehnik-Z ведет к отказу в гарантии.

4. Технически не все ЭФ подлежат очистке. Не могут быть очищены форсунки, имеющие:

- короткое замыкание;

- обрыв в электрической цепи (данную неисправность можно определить при проведении диагностики);
- повреждение электрических клемм;
- заклинивание форсунки из-за наличия отложений ржавчины;
- повреждение фильтра (сломан);
- если имеют место описанные выше случаи, следует заменить электромагнитную форсунку, так как очистка не устранит наличия механических повреждений.

5. **ВНИМАНИЕ!** Некоторые типы современных форсунок имеют керамическое напыление, структура которого различна, в зависимости от производителя. Поэтому подобрать единый специальный режим очистки в ультразвуковой ванне для всех типов таких форсунок не представляется возможным.

Настоятельно не рекомендуется очищать данные форсунки в ультразвуковой ванне. Вся ответственность в этом случае лежит на лице, принявшем такое решение. Топливные системы с такими типами форсунок следует обслуживать с помощью жидкостного способа очистки.

6. Работа с ЭФ требует бережного и аккуратного обращения:
- стенд следует установить на верстак (стол);
 - работы необходимо проводить в хорошо освещенном и проветриваемом помещении;
 - снимайте фильтр до снятия защитного колпачка;
 - для снятия фильтра, во избежание повреждения форсунки, используйте специально предназначенный для этого инструмент;
 - не повредите штифт.

Описание действия кнопок на панели управления стенда SMC-3002E NEW

НАСОС – ручное включение насоса (работает, пока нажата кнопка). Используется для слива остатков тестовой жидкости.

ТЕСТ – по нажатию кнопки ТЕСТ производится попытка кратковременного открытия форсунок. По результатам измерений процессор определяет тип неисправности (КЗ/ОБРЫВ) или тип форсунки. Диагностируются одновременно все каналы. Результат диагностики отображается на индикаторах 1 и 2 (Индикатор 1 – «Номер ЭФ» – Индикатор 2 – «Результат диагностики», соответственно). «Перелистать»

ЭФ можно кнопками «↑» и «↓». Обрыву форсунки соответствует символ «F9», короткому замыканию соответствует символ «F0».

Во время выполнения тестирования и отображения информации горит светодиод «Тест». Звуковая сигнализация: 2 сигнала – тест успешный, все ЭФ одинаковые; 6 сигналов – обнаружена неисправность или ЭФ разного типа.

Замечания: *если не подключена хотя бы одна форсунка (инжектор), результатом будет обнаружение обрыва на этом канале; после каждой ошибки (КЗ), после устранения неисправности, необходимо повторно нажать кнопку «ТЕСТ»*

ПУСК – запускает выбранную программу или запрограммированную последовательность программ (ЗПП).

СТОП – во время исполнения программы останавливает работу программы, отключает насос, ванну. Во время работы оператора (до нажатия на кнопку ПУСК) выполняется сброс всех установленных параметров по умолчанию, отменяется ЗПП.

СВЕТ – ручное включение подсветки.

НАЖАТИЕ НА КНОПКУ «↑» – увеличивает выбранное значение.

НАЖАТИЕ НА КНОПКУ «↓» – уменьшает выбранное значение.

ВВОД – добавляет программу в запрограммированную последовательность программ (ЗПП).

ВЫБОР – выбор изменяемого параметра (время, обороты или номер программы).

КАНАЛ – выбор зоны воздействия управляющего сигнала (определяет, какой канал работает: тестирование; ванна; оба вместе).

Обозначение светодиодных индикаторов описано в «Устройство и функциональные возможности стенда диагностики и ультразвуковой очистки ЭФ SMC-3002E NEW» (см. рис. 2).

Описание программ

Перед работой с любой программой необходимо произвести тест электромагнитных форсунок на исправность электрической части (включается кнопкой «ТЕСТ»). Без проведения данного теста пользование другими программами невозможно.

Перед запуском программы, необходимо выбрать нужную. Для этого нажимаем на кнопку «ВЫБОР» последовательно, пока не загорится светодиод «НОМЕР ПРОГРАММЫ». Затем кнопками «↑» и «↓»

задать номер нужной программы. Затем нажать кнопку «ВЫБОР» и аналогичным образом задать необходимые для данной программы значения параметров (время и/или обороты). Если ручная установка значений параметров не производится, программа запускается с параметрами по умолчанию.

1. Проверка герметичности системы.

Задаем время теста (в мин.), по умолчанию 1 мин.

По нажатию кнопки «ПУСК» включается насос на заданное время, ЭФ остаются закрытыми. Производится визуальный контроль герметичности системы.

2. Контроль пропускной способности форсунок.

Задаем время теста (в секундах), по умолчанию 15 секунд.

По нажатию кнопки «ПУСК» включится насос (ЭФ останутся закрытыми), спустя 5 секунд (необходимых для создания давления) ЭФ открываются и остаются открытыми заданное время. По окончании времени форсунки закрываются, насос выключается.

Звуковая сигнализация:

1 сигнал – начало программы;

2 сигнала – успешное окончание программы.

3. Очистка/тестирование форсунок – последовательный режим. Ручное управление.

Для использования нижеуказанных программ в режиме «Очистка» необходимо нажать кнопку «КАНАЛ» так, чтобы загорелся светодиод УЗ ванны. Задаем время в минутах (от 0 до 15 мин.) и обороты, по умолчанию 10 мин. По нажатию кнопки «ПУСК» включится ванна, ЭФ начинают работать поочередно с частотой, соответствующей заданным оборотам (частота работы каждой ЭФ = обороты/120). По окончании времени программы ЭФ закрываются, ванна и насос выключаются.

Обороты можно менять во время работы программы кнопками «↑» и «↓». Звуковая сигнализация: 1 сигнал – начало программы; 2 сигнала – успешное окончание программы; 6 сигналов – аварийное завершение программы (сбой в какой-то форсунке (инжекторе), например, нестабильный контакт или кратковременное межвитковое КЗ), номер неисправной ЭФ и тип сбоя отобразится на индикаторах аналогично как при диагностике.

4. Очистка/тестирование форсунок – параллельный режим. Ручное управление.

Задаем время в минутах (от 0 до 15 мин.) и обороты, по умолчанию 10 мин. По нажатию кнопки «ПУСК» форсунки начинают работать одновременно, с частотой, соответствующей заданным оборотам (обороты/120). По окончании времени программы ЭФ закрываются, ванна и насос выключаются.

Обороты можно менять во время работы программы кнопками «↑» и «↓». Звуковая сигнализация и индикация аналогична описанию в п. 3.

5. Очистка/тестирование форсунок – автоматическое управление, переменный параллельный режим.

Задаем общее время работы (в мин., от 0 до 15, по умолчанию 5). По нажатию кнопки «ПУСК», ЭФ начинают работать одновременно. Время работы в каждой фазе 30 секунд. Происходит циклическое поочередное переключение между следующими фазами:

Фаза	Длительность импульса, мсек.	Обороты/мин.
1	12	600
2	12	2500
3	6	5000

По окончании времени программы форсунки закрываются, ванна и насос выключаются. Звуковая сигнализация и индикация аналогична описанию в п. 3.

Запрограммированная последовательность программ.

Для того чтобы создать запрограммированную последовательность программ (ЗПП), оператор в режиме «Номер программы» выбирает желаемые программы кнопками «↑» и «↓». Выбор производится из программ 6–13. Добавление выбранной программы в ЗПП производится кнопкой «ВВОД», сопровождается одиночным звуковым сигналом. Нажатие кнопки «ВВОД» на программах 1–5 сопровождается четырехкратным звуковым сигналом, при этом изменение ЗПП не происходит. Сброс (очистка) ЗПП производится в этом режиме нажатием кнопки «СТОП». Запуск ЗПП производится нажатием кнопки «ПУСК».

Внимание! Если пользователь задал ЗПП, но хочет запустить какую-либо программу из основных (с 1 по 5), то он должен выполнить сброс ЗПП. Иначе по нажатию кнопки «ПУСК» произойдет запуск ЗПП, независимо от номера выбранной программы.

В режиме ЗПП все выбранные программы выполняются с параметрами по умолчанию.

6–13. Чистка/тестирование форсунок – автоматическое управление, параллельный режим.

Задаем общее время работы (в мин., от 0 до 15, по умолчанию 3). По нажатию кнопки «ПУСК», ЭФ начинают работать одновременно. Время работы в каждой фазе 30 секунд. Происходит циклическое поочередное переключение между выбранными программами.

Программам 6–13 соответствуют режимы из таблицы:

Программа	Длительность импульса, мсек.	Обороты/мин.
6	3	600
7	6	600
8	12	600
9	3	2500
10	6	2500
11	12	2500
12	3	5000
13	6	5000

По окончании времени программы ЭФ закрываются, ванна и насос выключаются. Звуковая сигнализация и индикация аналогична описанию в п. 3.

Порядок работы с программами №1–5

1. Включить питание устройства.
2. Подсоединить форсунки к разъемам.
3. Нажать кнопку «ТЕСТ» для определения типа и состояния электрической части форсунок.
4. Кнопками «↑» и «↓» «перелистать» форсунки, посмотреть их тип. Номер форсунки на верхнем дисплее (1), тип – на нижнем (2).
Нумерация форсунок:
01–06 – канал «Тестирование», 07–12 – канал «Ванна».
5. Нажимая кнопку «ВЫБОР», добиться зажигания светодиода «НОМЕР ПРОГРАММЫ».
6. Кнопками «↑» и «↓» выбрать программу, которую нужно запустить.
7. Если для этой программы нужно изменить параметры по умолчанию (время, обороты), то проделать следующее:

– нажимая кнопку «ВЫБОР», добиться зажигания светодиода «ВРЕМЯ» или «ОБОРОТЫ», затем кнопками «↑» и «↓» задать необходимое значение.

– при необходимости, повторить пункт 7.1 для другого параметра.

Внимание! Не во всех программах доступны для изменения оба параметра. Для изменения доступен тот параметр, который обозначен горящим светодиодом.

8. Кнопкой «КАНАЛ» выбрать канал для работы («Тестирование», «Ванна» или оба вместе).

9. Нажать кнопку «ПУСК». Если пункт 7 не выполняли, то программа запустится с параметрами по умолчанию.

Внимание! Таким способом можно запустить программы с 1 по 5.

10. В процессе выполнения программу можно остановить нажатием кнопки «СТОП» (если выбран канал «Тестирование», то в течение первых 5 секунд, пока насос создает давление, кнопка не действует).

Порядок работы с программами № 6–13

Для запуска данных программ, необходимо выполнить программирование устройства, то есть выбрать очередность выполнения программ – создать ЗПП. Для этого порядок действий такой:

1. Включить питание устройства.
2. Подсоединить форсунки к разъемам.
3. Нажать кнопку «ТЕСТ» для определения теста ЭФ.
4. Кнопками «↑» и «↓» «перелистать» ЭФ, посмотреть их тип. Номер форсунки на верхнем дисплее, тип – на нижнем. Номера 01–06 – канал «Тестирование», 07–12 – канал «Ванна».

5. Нажимая кнопку «ВЫБОР», добиться зажигания светодиода «НОМЕР ПРОГРАММЫ».

6. Кнопками «↑» и «↓» выбрать программу, которую нужно добавить в ЗПП. Программа будет выполняться после нажатия кнопки «ВВОД» Подтверждением будет одинарный звуковой сигнал. Если звуковой сигнал четырехкратный, значит выбран неправильный номер программы.

7. Повторить пункт 6 необходимое количество раз. После выбора программ подтвержденных кнопкой «ВВОД» их выполнение начнется после нажатия кнопки «СТАРТ».

Внимание! Порядок программирования не влияет на порядок выполнения программ. Программы всегда выполняются в порядке

возрастания их номера. Многократное нажатие кнопки «ВВОД» на одном и том же номере программы игнорируется (понимается как однократное).

8. Если для ЗПП нужно изменить время, то проделать следующее: нажимая кнопку «ВЫБОР», добиться загорания светодиода «ВРЕМЯ», затем кнопками «↑» и «↓» задать необходимое значение.

9. Кнопкой «Подача управляющего сигнала» (она же «КАНАЛ») выбрать канал для работы («Тестирование», «Ванна» или оба вместе).

10. Нажать кнопку «ПУСК». Если пункт 8 не выполняли, то ЗПП запустится на 15 мин. (по умолчанию).

Внимание! Каждая программа из ЗПП выполняется 30 секунд, по циклу, до тех пор, пока не кончится общее время.

11. В процессе выполнения ЗПП можно остановить нажатием кнопки «СТОП» (если выбран канал «Тестирование», то в течение первых 5 секунд, пока насос создает давление, кнопка не действует).

12. Режимом ПОДСВЕТКА целесообразней пользоваться при выполнении программ 6–13.

Общие замечания

Любая программа или ЗПП может быть остановлена кнопкой СТОП. Выполнить СБРОС можно нажатием кнопкой СТОП в режиме ожидания.

При выполнении программ отображаются: на верхнем дисплее – время, на нижнем – обороты.

Во время выполнения программ (1-й, 3-й, и с 5-й по 13-ю) можно изменять текущее время работы программы (кроме программы №2), а в 4-й программе изменять только количество оборотов (время задается предварительно перед пуском программы).

Параметры ВРЕМЯ и ОБОРОТЫ устанавливаются и сохраняются для каждой программы свои отдельно. Для программ с 6-й по 13-ю время программ общее.

При возникновении ошибки на верхнем дисплее отображается номер неисправной ЭФ, на нижнем – тип ошибки. Драйвер переходит в режим ТЕСТ – можно «перелистать» форсунки кнопками «↑» и «↓».

Вольтаж форсунок обнуляется при выключении питания, при нажатии кнопки ТЕСТ, а также во время каждого пуска программы в автоматическом режиме (во время дополнительного теста). При сбросе,

нажатием кнопки «СТОП», В РЕЖИМЕ ОСТАНОВКИ, ОБНУЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ЭФ НЕ ПРОИСХОДИТ. Сбрасываются набранные программы (ЗПП с 6-й по 13-ю). Обнуляются установленные пользователем обороты в 4-й программе на значение по умолчанию, а также время во всех программах измененных пользователем на значение по умолчанию.

В режимах «ВАННА» и «ВАННА + ТЕСТИРОВАНИЕ» по нажатию кнопки «ПУСК» включается ванна. По окончании программы или нажатию кнопки «СТОП» ванна отключается.

В режиме «ТЕСТИРОВАНИЕ» ванна не включается. В режиме «ВАННА» насос не включается. В режимах «ТЕСТИРОВАНИЕ» и «ВАННА + ТЕСТИРОВАНИЕ» по нажатию кнопки «ПУСК» включается насос. По окончании программы или по нажатию кнопки «СТОП» насос отключается.

Кнопка «СВЕТ» доступна всегда – даже во время работы программы (первое нажатие включает свет, второе нажатие выключает свет и т.д.).

Кнопка «НАСОС» доступна во время остановки программ (первое нажатие включает насос, второе нажатие выключает насос и т.д.).

При включении прибора на дисплее отображается тест индикаторов в виде изменяющихся цифр от 9 до 1. Затем на несколько секунд на верхнем дисплее появляется цифра 6 (на шестиканальном драйвере), а на нижнем Ch – означающее конфигурацию драйвера – 6 каналов.

Во время работы программы на верхнем дисплее в правом разряде мигает точка с периодом 1 раз в секунду.

Ошибка пользователя обозначается тремя короткими звуковыми сигналами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Ф.И.О. обучающегося _____
 Группа _____ Дата _____
 Преподаватель _____

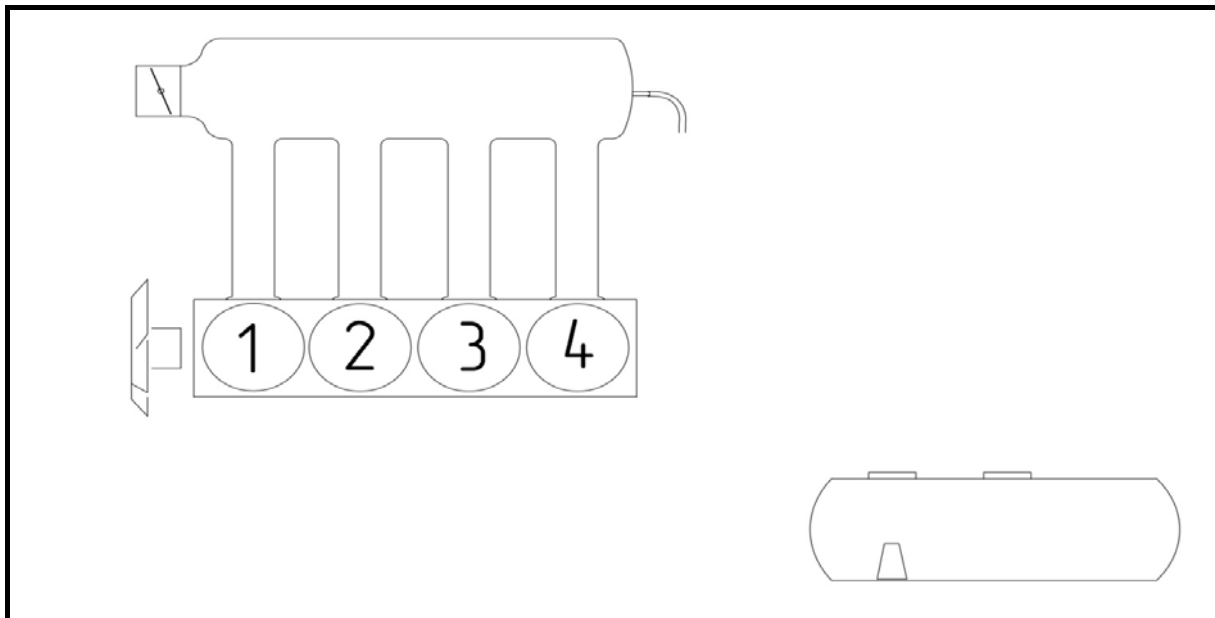
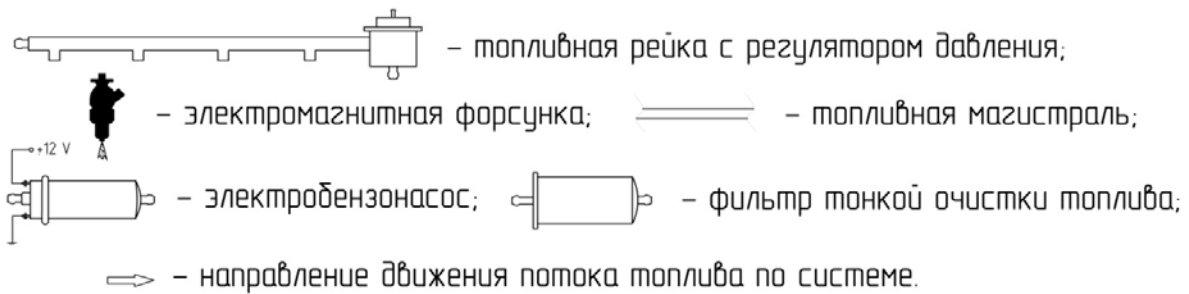
Отметка ДиОЭФ
 преподавателя о выполненной
 работе _____

ОТЧЕТ

о лабораторной работе
**«ДИАГНОСТИКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
 ФОРСУНОК БЕНЗИНОВЫХ ДВС»**

Автомобиль (марка) _____, Модель _____;
 Тип ЭСУД _____;
 Тип ЭФ _____; Номер ЭФ по каталогу _____.

1. Зарисовать и пронумеровать расположенные на схеме компоненты топливной подсистемы ЭСУД, используя следующие обозначения:



2. Диагностика и ультразвуковая (УЗ) очистка электромагнитных форсунок (ЭФ).

2.1. Применяемое оборудование _____

2.2. Сопротивление обмотки возбуждения ЭФ (норматив) _____ Ом;

Фактическое сопротивление: 1 – _____ Ом; 2 – _____ Ом; 3 – _____ Ом; 4 – _____ Ом.

2.3. Рабочее давление в топливной подсистеме (норматив) _____ Бар.

2.4. Давление, установленное для проведения теста _____ Бар.

2.5. Результат электрического теста ЭФ: _____ ;

Тип ЭФ: 1 – _____; 2 – _____; 3 – _____; 4 – _____.

2.6.

Таблица 1

Результат гидравлического теста ЭФ до и после УЗ очистки

Диагностические параметры	Ед. изм.	До очистки				После очистки				Норматив
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1 Герметичность	Капель в мин.									
2 Форма факела распыла	Град									
3 Однородность факела распыла	–									
4 Производительность Тест №1	мл/цикл									
5 Производительность Тест №2	мл/цикл									
6 Производительность Тест №3	мл/цикл									

Заключение о герметичности ЭФ: _____

Заключение о форме и однородности факела распыла _____

Заключение о производительности ЭФ _____

Форма факела распыла

1 2 3 4

Общее заключение о работоспособности электромагнитных форсунок после ультразвуковой очистки и о необходимости повторного проведения процедуры _____

Рекомендации по выбору метода очистки ЭФ и технологического оборудования _____

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации стенда SMC-3002NEW для обслуживания электромагнитных форсунок, 2014. – 37 с.
2. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту двигателя ЗМЗ-409.10. – Заволжье: ОАО «Заволжский моторный завод», 2003, 114 с.
3. ГАЗ 31105 «Волга». Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. – М.: Издательский Дом Третий Рим, 2006. – 240 с.
4. Григорьев, М.В. Повышение эксплуатационной надежности электронных систем управления двигателем (на примере систем BOSCH M1.5.4 и МИКАС 5.4): дис. ... канд. техн. наук: специальность 05.22.10 / Михаил Владимирович Григорьев. – М., 2004. – 253 с.
5. Автомобильный справочник / пер. с англ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «За рулем», 2012. – 1274 с.
6. Григорьев, М.В. Диагностика электронных систем управления бензиновых двигателей: методические указания к лабораторной работе / М.В. Григорьев. – М.: МАДИ, 2013. – 24 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<i>Лабораторная работа</i>	
Диагностика и обслуживание	
электромагнитных форсунок бензиновых ДВС.....	4
Цель работы	4
Оснащение учебного места	4
Инструкция по технике безопасности	4
Общие сведения	5
Устройство систем питания бензиновых двигателей	5
Обслуживание электромагнитных форсунок бензиновых ДВС.....	7
Устройство и функциональные возможности стенда SMC-3002E NEW для диагностики и ультразвуковой очистки электромагнитных форсунок.....	13
Последовательность выполнения работы	17
Контрольные вопросы	17
Приложение 1	18
Приложение 2	21
Приложение 3	27
Приложение 4	33
Приложение 5	39
Приложение 6	48
Список литературы	50

Учебное издание

ГРИГОРЬЕВ Михаил Владимирович
ДАЛИДОВИЧ Артем Александрович

**ДИАГНОСТИКА
И ОБСЛУЖИВАНИЕ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ФОРСУНОК
БЕНЗИНОВЫХ ДВС**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО КУРСАМ:
«ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ»;
«ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ»

Редактор В.В. Виноградова

Редакционно-издательский отдел МАДИ. E-mail: rio@madi.ru

Подписано в печать 25.05.2018 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 3,25. Тираж 150 экз. Заказ . Цена 110 руб.
МАДИ, Москва, 125319, Ленинградский пр-т, 64.

<https://diagnoscar.ru>