

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Назначение и характеристика .....	2
2. Указание мер безопасности .....	3
3. Характеристика прибора .....	3
4. Порядок работы .....	4
4.1. Управление прибором .....	4
4.2. Порядок работы .....	4
4.3. Режимы работы .....	6
5. Методика применения .....	9
5.1. Общие положения .....	9
5.2. Сравнительный баланс форсунок .....	10
5.3. Проверка производительности форсунок .....	12
5.4. Проверка пороговой частоты форсунок .....	14
5.5. Промывка форсунок .....	15
5.6. Калибровка каналов контроля .....	16
5.7. Контроль давления топлива и напряжения бортовой сети .....	20

## **Приложение**

1. Типы и параметры форсунок .....	23
2. Тесты проверки форсунок .....	25
3. Типовые схемы питания топливом .....	27
4. Компоненты прибора .....	30
5. Монтажные схемы прибора .....	33
6. Арматура топливная быстросъемная .....	34
7. Примеры таблиц расчета и анализа .....	38
8. Вероятные неисправности прибора .....	39

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА**

1.1. Настоящий документ предназначен для пользователей тестером форсунок типа ТФМ-2 (далее **прибор** или **тестер**).

Прибор позволяет управлять форсунками впрыска бензина инжекторных автомобилей ВАЗ, ГАЗ, УАЗ или других в части: проверки основных параметров их статической и динамической производительности, а также, при необходимости, обеспечивают самопромывку форсунок импульсами повышенной и плавающей частоты. Дополнительно прибор позволяет контролировать давление топлива, напряжение бортовой сети и пульсации этих параметров.

Наличие датчика давления в составе прибора позволяет выполнять нелоступную для манометра операцию по дистанционному (из кабины) контролю давления топлива в процессе движения автомобиля.

1.2. Руководство пользователя необходимо применять совместно со специальными руководствами по техническому обслуживанию и ремонту электронных систем управления двигателями (ЭСУД), которые выпускаются под редакцией автомобильных (моторостроительных) предприятий.

Дополнительную информацию по приборам и методике диагностирования ЭСУД можно получить на веб-странице разработчика **<http://www.2a2.ru/>**.

1.3. Электропитание прибора осуществляется от бортового аккумулятора автомобиля или от внешнего источника с номинальным напряжением =12 В. Прибор защищен от переполюсовки источника напряжения.

1.4. Управление форсункой производится встроенным драйвером высокого уровня с номинальным током до 1,5А и током защитного отключения 5А. Активным, когда форсунка открыта, является сигнал с уровнем, близким к напряжению электропитания.

1.5. Справочная информация по применению прибора приведена в приложениях 1-8.

1.6. В паспорте на прибор указаны: комплектность, особенности эксплуатации и хранения, гарантийные обязательства предприятия-изготовителя.

1.7. Прибор или тестер является контрольным (оценочным) и не требует периодической метрологической поверки, за исключением подкалибровки каналов контроля давления

топлива или напряжения бортовой сети.

## **2. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

2.1. Помещение должно соответствовать требованиям для работы с легковоспламеняющимися жидкостями, иметь вытяжную вентиляцию и средства пожаротушения.

2.2. Металлические части применяемой стендовой аппаратуры и автомобиля должны быть заземлены.

2.3. Использование источников напряжения для питания прибора выше  $\approx 16$  В постоянного тока не допускается.

2.4. В качестве проливочной жидкости допускается использовать:

- n-гептан ГОСТ 25828 - плотность  $(0,684 \pm 0,020)$  г/см<sup>3</sup> при температуре  $(20 \pm 1)$  °С, кинематическая вязкость  $(0,605 \pm 0,005)$  сСт при той же температуре;
- бензин нефрас-СЗ 80/120 ТУ 38.401-67-108-92 (бензин "Калоша").

2.5. В качестве промывочной жидкости рекомендуется использовать "Сольвент" или растворитель "647".

2.6. Внимание! Давление в топливной системе инжекторного автомобиля может достигать 300...600 кПа (3...6 атм). Во избежание травматизма необходимо до и после проведения монтажных и диагностических работ сбросить давление в топливной системе (см. п. 4.2 и п. 5.1).

## **3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБОРА**

Номинальное напряжение питания, В .....  $\approx 12$

Диапазон электропитания, В ..... 7...16

Максимальный ток нагрузки канала, А ..... 1,5

Диапазон контроля:

- давление, кПа ..... 0...750

- напряжение, В .....  $\approx 7...25$

Точность контроля давления (после калибровки), кПа:

- в номинальном диапазоне 200...400 кПа .....  $\pm 20$

- вне номинального диапазона .....  $\pm 50$

Точность контроля напряжения, В:

- в рабочем диапазоне 8...15 В .....  $\pm 0,2$

- вне рабочего диапазона .....  $\pm 0,5$

Дискрет отображения параметров:

- давление, кПа ..... 1

- напряжение, В ..... 0,1

Частота контроля параметров, Гц:

- в режиме "КОНТРОЛЬ" ..... >1000
  - в остальных режимах ..... 2-3
- Рабочая температура, °С ..... минус 10...50
- Габариты прибора (без кабелей), мм ..... 68x70x22
- Срок службы прибора, лет, не менее ..... 3

#### **4. ПОРЯДОК РАБОТЫ**

##### **4.1. Управление прибором**

4.1.1. Управление прибором выполняется с помощью 2-х функциональных кнопок:

"DOWN" ("ESC") - "ВНИЗ" - выбор режима, теста или операции; останов теста; выход из процедуры;

"ENTR" - "ВВОД" - запуск или активизация режима, теста или операции; останов теста; фиксация результатов контроля или калибровки; выход из процедуры.

4.1.2. Вывод информации осуществляется на двухстрочный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) с подсветкой табло.

##### **4.2. Порядок работы:**

- собрать (или использовать в готовом виде) схему питания форсунок проливочной жидкостью (топливом) по одному из автомобильных вариантов (прил. 3);

- выполнить электрическое подключение (прил. 4);

- выбрать режим работы и тест проверки (разделы 4/5);

- выполнить и, при необходимости, повторить контрольную процедуру;

- в случае неисправности прибора воспользоваться рекомендациями приложения 8;

- отключить прибор в порядке, обратном подключению;

- провести расчеты и анализ (раздел 5).

##### **4.2.1. Порядок подключения:**

- подсоединить датчик давления и его арматуру к топливной магистрали двигателя (п. 4.2.2);

- выполнить электрическое подключение прибора (п. 4.2.3).

##### **4.2.2. Подсоединение датчика давления и его арматуры к топливной магистрали двигателя:**

- сбросить давление в топливной рампе (см. ниже);

- в соответствии со схемой топливной магистрали автомобиля (прил. 3) подключить к точке контроля давления

датчик давления топлива посредством дополнительной топливной арматуры (прил. 6).

**Сбросить давление** в топливной рампе можно одним из двух способов.

Первый. При наличии контрольного ниппеля на рампе, снять его пластмассовый колпачок, наложить сверху ветошь для предохранения от брызг топлива, первую очередь своего лица, подложить снизу ветошь для предохранения стартера и генератора, нажать несколько раз на золотник ниппеля пока топливо перестанет течь из рамы.

Второй. Отключить реле электробензонасоса (реле ЭБН) или жгут форсунок по двигателю от жгута проводов ЭСУД, произвести с интервалом примерно 10 с два пуска и дать двигателю каждый раз поработать до полной остановки.

Если в топливной системе имеется **воздушная пробка**, что можно определить по отсутствию давления в сливной магистрали при работе электробензонасоса (сливной шланг мягкий при его изгибе), необходимо стравить воздух из магистрали, для чего:

- для автомобилей, имеющих контрольный ниппель на рампе, подсоединить к ниппелю быстросъемную трубку М11х1,25 (см. прил. 6), к которой подставить емкость >0,5 л, включить ЭБН на время, необходимое для появления струи топлива без пузырьков воздуха;

- для автомобилей без контрольного ниппеля достаточно отсоединить трубку или сливной топливный шланг от рампы и подставить на слив емкость >0,5 л, включить ЭБН на время, необходимое для появления струи топлива без пузырьков воздуха.

При подсоединении датчика давления к топливной рампе ее ниппель предварительно смазать моторным маслом (для обеспечения сохранности уплотнительного резинового кольца в штуцере), штуцер закручивать рукой до упора, затем докрутить его на 1/4-полоборота ключем, не прилагая больших усилий.

ЭБН можно включить на требуемый интервал времени одним из рекомендуемых способов:

- выполнить повторные включения зажигания автомобиля для работы ЭБН на 3...7 с;
- замкнуть перемычкой клеммы "30-87" реле ЭБН;

- включить реле ЭБН по команде от диагностического сканера-тестера.

#### 4.2.3. Электрическое подключение (прил. 5):

- подключить кабель питания к прибору;  
- отсоединить жгут проводов ЭСУД от контролируемой форсунки или от жгута форсунок на двигателе;  
- подключить один из форсуночных кабелей к прибору: кабель F1 (прил. 5.1) - к контролируемой форсунке или кабель-разветвитель F4 (прил. 5.2) - к жгуту форсунок на двигателе;

- подключить датчик давления топлива к прибору;  
- подключить кабель питания к аккумулятору, соблюдая порядок и полярность: сначала "Крокодил-минус" (черный), затем "Крокодил-плюс" (любой другой цвет, кроме черного).

Примечание. В зависимости от характера диагностических работ отдельные кабели к прибору могут не подключаться.

#### 4.3. Режимы работы

Для отображения информации прибор имеет ЖК-индикатор (ЖКИ) - 2 строки по 8 символов (прил. 4.1).

4.3.1. При подключении прибора к источнику бортсети выполняется загрузка программы и выход в экранное меню "РЕЖИМЫ:"

**>ТЕСТЫ** - выбор и запуск тестов контроля и промывки форсунок;

**>ПОРОГ-Ф.** - проверка пороговой частоты срабатывания форсунок;

**>КОНТРОЛЬ** - контроль давления и напряжения бортсети;

**>АВТОРЫ** - сведения о разработчике прибора;

**>КАЛИБР.** - калибровка канала датчика давления топлива и канала напряжения.

Просмотр режимов - "DOWN", включение режима - "ENTR".

При некорректной работе прибора или его "зависании" выполнить перезагрузку (инициализацию программы) путем переподключения кабеля питания к аккумулятору или источнику =12В.

4.3.2. **Режим "ТЕСТЫ"** имеет меню управления тестами проверки и промывки форсунок:

**>ВЫХОД** - возврат в меню "РЕЖИМЫ";

**>ТЕСТn** - тесты проверки форсунок согласно прил. 2.

Просмотр тестов - "DOWN", включение-запуск теста -

"ENTR". До и после запуска теста:

- в нижней строке - обозначение теста проверки (с бегущим маркером) ;

- в верхней строке: напряжение бортсети (4 символа, В) и давление топлива (3 символа, кПа); например, для теста "2,5/500": строка 1 может иметь значения - 12,2 284; строка 2 - краткое обозначение теста - "2,5/500".

После останова теста бегущий маркер исчезает.

В графе "Давление" отображаются знаки "<MIN" или ">MAX", если:

- кабель датчика неисправен (обрыв или короткое замыкание цепи) ;
- выход за диапазон контроля давления;
- канал контроля давления прибора неисправен или неправильно калиброван;
- датчик давления неисправен или не соответствует применяемому типу.

Оперативный останов и повторный запуск теста - "ENTR", останов и выбор другого теста - "DOWN".

4.3.3. **Режим "Порог-Ф."** имеет меню проверки пороговой частоты форсунок:

> **ВЫХОД** - возврат в меню "РЕЖИМЫ";

> **0,8/5с...1,5/5с** - тесты проверки пороговой частоты срабатывания (времени трогания) форсунок: от 0,8 до 1,5 мс с шагом 0,1 мс; период следования импульсов 4,1 мс; длительность выполнения теста 5 с.

Просмотр тестов - "DOWN", включение теста - "ENTR", оперативный останов теста - "ENTR" или "DOWN", выбор другого теста - "DOWN".

После запуска теста:

- в нижней строке - обозначение теста проверки (с бегущим маркером) ;

- в верхней строке - напряжение бортовой сети (4 символа, В) и давление топлива (3 символа, кПа).

4.3.4. **Режим "КОНТРОЛЬ"** имеет меню контроля параметров:

> **ВЫХОД** - возврат в меню "РЕЖИМЫ";

> **ДАВЛЕНИЕ** - контроль давления топлива;

> **БОРТСЕТЬ** - контроль напряжения бортсети.

Просмотр процедур - "DOWN", запуск теста - "ENTR".

В процедуре "**ДАВЛЕНИЕ**" отображается 4 параметра:

Ub Pa Например: 12,8 260  
Pm Px 145 296

Где: Ub – текущее напряжение бортсети, В; Pa – текущее абсолютное давление, кПа; Pm – минимальное абсолютное давление; Px – максимальное абсолютное давление.

Нажатие "ENTR" фиксирует (сохраняет на экране) контролируемые в данный момент значения параметров (бегущий маркер пропадает), повторное нажатие "ENTR" – приводит к расфиксации значений (бегущий маркер появляется); "DOWN" – выход из процедуры и возврат в режим "КОНТРОЛЬ".

В **процедуре "БОРТСЕТЬ"** отображается 4 параметра:

Ub Pa Например: 12,8 260  
Um Ux 9,6 14,8

Где: Ub – текущее напряжение бортсети, В; Pa – текущее абсолютное давление, кПа; Um – минимальное напряжение бортсети, В; Ux – максимальное напряжение бортсети, В.

Нажатие "ENTR" фиксирует (сохраняет на экране) контролируемые в данный момент значения параметров – бегущий маркер пропадает, повторное нажатие "ENTR" приводит к расфиксации значений – бегущий маркер появляется; "DOWN" – выход из процедуры и возврат в режим "КОНТРОЛЬ".

**4.3.5. Режим "КАЛИБР." не является рабочим и проводится в случаях замены датчика и/или прибора.**

Режим включает меню управления коррекцией характеристики каналов контроля давления и бортового напряжения:

> **ВЫХОД** – возврат в меню "РЕЖИМЫ";

> **ДАВЛЕНИЕ** – коррекция характеристики канала контроля давления;

> **БОРТСЕТЬ** – коррекция характеристики канала контроля напряжения.

Просмотр – "DOWN", выполнение – "ENTR".

Процедуры подменю "КАЛИБР./ДАВЛЕНИЕ":

> **ВЫХОД** – возврат в меню "РЕЖИМЫ/КАЛИБР.";

> **УСТАВКА** – сброс коррекции и загрузка типовой характеристики канала давления;

> **ДАВЛЕН=0** – коррекция характеристики при нулевом давлении;

> **ДАВЛЕН++** – ускоренное (грубое) смещение



характеристики вверх при  $P_n$ ;

> **ДАВЛЕН.+** - смещение характеристики вверх при  $P_n$ ;

> **ДАВЛЕН--** - ускоренное (грубое) смещение характеристики вниз при  $P_n$ ;

> **ДАВЛЕН.-** - смещение характеристики вниз при  $P_n$ ;

где  $P_n$  - номинальное давление 200...400 кПа.

Процедуры подменю **"КАЛИБР./БОРСЕТЬ"**:

> **ВЫХОД** - возврат в меню **"РЕЖИМЫ/КАЛИБР."**;

> **УСТАВКА** - сброс коррекции и загрузка типовой характеристики канала напряжения;

> **НАПРЯЖ.+** - смещение характеристики вверх при  $U_n$ ;

> **НАПРЯЖ.-** - смещение характеристики вниз при  $U_n$ ;

где  $U_n$  - номинальное напряжение =12...=14 В.

Методика эксплуатационной калибровки каналов контроля давления и напряжения бортовой сети приведена в разделе 5.

## **5. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий раздел предназначен для ознакомления пользователя с наиболее характерными методическими приемами выполнения тестов проверки и промывки форсунок, а также - с методикой выполнения процедур по контролю давления в топливной магистрали и напряжению в бортовой сети автомобиля.

Тесты форсунок проводятся в случае, если имеет место неравномерная работа двигателя на ХХ или его недостаточная мощность (приемистость), повышенный расход топлива. Как правило, причиной данных неисправностей может быть коксование сопел форсунок или их засорение, течь (негерметичность) форсунок, несоответствие установленных форсунок комплектации двигателя, неисправность регулятора давления топлива, снижение производительности топливного насоса, засорение топливных фильтрующих элементов и др.

Предварительно с помощью диагностического сканера-тестера необходимо убедиться, что бортовой контроллер не фиксирует каких-либо неисправностей в системе управления двигателем, а давления топлива и напряжение бортовой сети находятся в допустимых пределах.

### **5.1. Общие положения:**

- подключение прибора к форсункам производить одним из способов: непосредственно к каждой форсунке - с

помощью кабеля форсунки типа F1, или к жгуту форсунок по двигателю – через кабель-разветвитель типа F4;

- кабель-разветвитель имеет два трехпозиционных переключателя соответственно: "F1-OFF-F2" – для форсунок 1/2 и "F3-OFF-F4" – для форсунок 3/4, исходное положение переключателя "OFF" (отключено), активным к жгуту форсунок по двигателю может быть: при проверке производительности только одно из положений "F1"... "F4", если используется один измерительный цилиндр; при промывке форсунок одно из положений "F1/F2" или "F3/F4", или два положения одновременно из групп "F1/F2" и "F3/F4";

- до очистки форсунок или их замены рекомендуется выполнить техническое обслуживание элементов топливной системы: бензобака, заливной и сливной магистралей, фильтров очистки, регулятора давления топлива, электробензонасоса и т.п.;

- для безопасного завершения работ по контролю или промывке форсунок выполнить сброс давления в топливной магистрали, для чего, запустить тест "СТАТ/5с" 2-3 раза для снижения давления до значений близких к нулю (по показаниям датчика давления); только затем топливная арматура может быть отсоединена.

## **5.2. Сравнительный баланс форсунок по динамической производительности**

Тест является предварительным и выполняется без отсоединения топливной рампы от впускной трубы двигателя (неразборный контроль). Так как герметичность системы питания не нарушается, то в качестве проливочной жидкости допускается применение автомобильного бензина.

Уровень снижения динамической производительности форсунки оценивается косвенно по изменению давления в топливной рампе до и после выполнения теста.

Тест выполняется в следующей последовательности.

### **5.2.1. Снять показания для каждой форсунки:**

- подсоединить прибор к системам питания (п. 4.2);
- выбрать тест "2,5/500" (прил. 2);
- включить зажигание автомобиля: контроллер управления двигателем должен включить электробензонасос (ЭБН) на время 3...7 с;

- после отключения ЭБН давление топлива может упасть

от номинального на 50...70 кПа и стабилизироваться; если оно продолжает падать – проведение теста нецелесообразно, так как в системе питания имеет место утечка топлива, которую необходимо устранить; это, к примеру, может быть негерметичность обратного клапана ЭБН, форсунок, регулятора давления топлива или топливных шлангов;

- если ЭБН не создает требуемое давление за одно включение, необходимо выполнить повторное включение зажигания автомобиля; в случае, если давление в системе не создается при работе ЭБН, возможно наличие воздушной пробки в топливной рампе; воздух в системе необходимо стравить (см. п. 4.2);

- выполнить тест "2,5/500" для каждой форсунки с измерением давления топлива до и после окончания теста; полученные показания записать в таблицу (см. прил. 7);

- для выполнения повторного теста необходимо удалить накопившееся топливо из впускной трубы, с этой целью запустить двигатель и дать ему поработать 10...15с (педаль акселератора не нажимать).

5.2.2. Выполнить расчеты для каждой форсунки:

- абсолютное падение давления (как разницу давлений до и после выполнения теста);

- среднее значение падения давления (как сумму падений давления, поделенную на количество тестируемых форсунок);

- абсолютное отклонение давления от среднего и от типового (как разницу абсолютных и среднего значений);

- относительное отклонение падения давления от среднего и от типового (оценивается в процентах по отношению к среднему).

Пример измерений и расчетов приведен в таблице 7.1.

5.2.3. Провести анализ и сделать заключение.

Если относительное падение давления превышает 20%: для одной из форсунок от среднего или для всех форсунок от типового – необходимо выполнить самоочистку дефектной форсунки или всех форсунок (см. ниже) и повторно проверить параметры ее/их производительности после очистки.

Обращаем внимание, тест эффективен в случае, если дефектными являются не более 2-х форсунок. Поэтому при анализе необходимо также учитывать типовые значения давления топлива, приведенные ниже. Аналогичные значения

можно получить самостоятельно после проверки баланса форсунок на нескольких исправных автомобилях.

5.2.4. Типовые значения давления топлива приведены в приложении 2.

### **5.3. Проверка производительности форсунок**

5.3.1. Монтажная рабочая схема может быть применена по одному из двух вариантов:

- собранная в виде автономного стенда согласно приложения 3;

- в составе диагностируемого автомобиля, которая создается путем отсоединения топливной рампы с форсунками от впускной трубы двигателя без нарушения герметичности топливных магистралей; при этом магистрали должны быть освобождены от автомобильного бензина, а в топливный бак должна заливаться проливочная жидкость (раздел 2).

Все тесты рассчитаны на измерительный цилиндр 25 мл (цена деления 0,5 мл), за исключением теста "0-8/30с"; при использовании измерительной емкости более 25 мл тест может быть выполнен повторно для увеличения точности контроля; при этом необходимо предварительно рассчитать, чтобы проливочные суммарные объемы не превышали 80-90% номинального объема выбранной измерительной емкости.

**Внимание! Применение автомобильного бензина и других видов топлив, кроме указанных в разделе 2, для пролива форсунок не допускается.**

5.3.2. При проведении работ на диагностируемом автомобиле учитывать следующие особенности:

- перед выполнением теста проверить наличие проливочной жидкости в баке, так как работа электробензонасоса (ЭБН) "насухую" может вывести его из строя в течении 1-2-х минут;

- все работы выполнять при выключенном зажигании;

- для того, чтобы обеспечить включение ЭБН, необходимо использовать сканер-тестер или вместо реле ЭБН (РБН), установить перемычку ЭБН между контактами "30-87" колодки РБН (перемычка входит в комплект прибора).

Внимание: не путать РБН с реле главным (РГ) ЭСУД. Чтобы отличить РБН от РГ, необходимо приложить палец к корпусу реле и включить зажигание автомобиля - РБН должно щелкнуть дважды: при включении и при выключении

(через 3...7 с), а РГ – только один раз при включении.

Тест выполняется в следующей последовательности.

#### 5.3.3. Снять показания:

- подсоединить прибор к системам питания (п. 4.2);
- проверить герметичность форсунок, для чего включить ЭБН на время не менее 1 минуты и проверить отсутствие подтекания жидкости на соплах форсунок;
- выбрать соответствующий тест проверки согласно таблице приложения 2;
- включить ЭБН и проверить соответствие фактических условий выполнения теста нормативным (прил. 2); в случае несоответствия условий теста последующие работы выполнять нецелесообразно;
- установить измерительный цилиндр (по возможности вертикально), прижав его без усилий к соплу форсунки;
- активизировать заданный тест проверки форсунки; оперативное выключение теста производить путем нажатия любой из кнопок или путем отсоединения питания прибора;
- наблюдать форму и направление факела форсунки;
- снять показания объема проливочной жидкости (топлива)
- отметка производится по нижнему мениску, для чего установить измерительный цилиндр строго вертикально (на подставку);
- слить проливочную жидкость обратно в бак или в промежуточную емкость и вытряхнуть (продуть) остатки жидкости из измерительного цилиндра;
- повторить процедуру тестирования для других форсунок; полученные показания записать в таблицу (прилож. 7).

#### 5.3.4. Выполнить расчеты для каждой форсунки.

5.3.4.1. Статическую производительность форсунки (Gs) можно оценить 2-мя способами:

1) рассчитать по формуле:

$G_s = 60 \cdot V_f \cdot R / T_T$ , г/мин., где:

$V_f$  – фактический проливочный объем, мл;

$R$  – плотность топлива, г/см<sup>3</sup> (г/мл);

$T_T$  – время выполнения теста, с;

2) сравнить фактический ( $V_f$ ) проливочный объем с номинальным ( $V_n$ ) значением, приведенным в табл. 2.2:  $(V_f - V_n) \cdot 100 / V_n$ , %.

5.3.4.2. Динамическую производительность форсунки ( $G_d$ )

можно оценить 2-мя способами:

1) рассчитать по формуле:

$G_d = V_f \cdot R / n$ , мг/цикл, где:

$V_f$  – фактический проливочный объем, мл;

$R$  – плотность топлива, г/см<sup>3</sup> (г/мл);

$n$  – количество циклов (импульсов проверки);

2) сравнить фактический ( $V_f$ ) проливочный объем с номинальным ( $V_n$ ) значением, приведенным в табл. 2.2:  $(V_f - V_n) \cdot 100 / V_n$ , %.

Пример измерений и расчетов – в таблице 7.2.

5.3.4.3. Провести анализ и сделать заключение.

Параметры форсунок (согласно ТУ предприятия-изготовителя) должны укладываться в допуск по отношению к типовым значениям, приведенным в таблице 1.1 прил.1:

+4% от номинала – для новых форсунок;

+10% от номинала – для эксплуатируемых форсунок.

Допустимый угол отклонения оси факела от оси сопла форсунки не должен превышать +20°.

Превышение указанных допусков можно считать браковочным признаком для форсунок, если нормативные условия выполнения тестов их проверки были соблюдены.

#### 5.4. Проверка пороговой частоты срабатывания форсунок

Тесты предусмотрены для проверки новых и эксплуатируемых форсунок, в частности, для оценки пороговой частоты трогания игольчатого (шарикового) клапана форсунки. При выполнении процедуры проливочная жидкость или топливо не требуется.

Тестировать форсунки на пороговую частоту срабатывания можно двумя способами:

– **автономный** контроль форсунки перед ее установкой; прибор, управляющий форсункой, подключается к внешнему источнику электропитания, напряжением постоянного тока (12В+1) В/1А;

– **неразборный** контроль эксплуатируемой форсунки в составе автомобиля; рампа не демонтируется, давление топлива должно быть сброшено (равно нулю), прибор, управляющий форсункой, запитывается от бортового аккумулятора с напряжением (12+1) В; для автомобилей ВАЗ удобно использовать кабель-разветвитель типа F4.

Для проверки пороговой частоты срабатывания форсунки

включить режим "ПОРОГ-Ф." и выбрать длительность импульса управления форсункой "0,8мс/5с...1,5мс/5с" с шагом 0,1 мс, затем запустить тест. Длительность теста 5 секунд.

Критерием дефектности является внешний признак: если форсунка не срабатывает (не стучит) при запуске теста – она может быть предварительно отбракована:

0,8 мс – допустимый порог для форсунок ВАЗ;

1,2 мс – допустимый порог для форсунок ГАЗ и УАЗ.

Окончательное решение о дефектности форсунки можно принять после проведения тестов оценки ее производительности.

#### **5.5. Промывка форсунок**

5.5.1. Тесты предусмотрены для предварительной самопромывки эксплуатируемых форсунок, показатели производительности которых неудовлетворительны.

В отличие от ультразвуковой очистки самопромывка форсунок, хотя и менее эффективна, но значительно проще и доступнее, а также исключает возможное повреждение тефлонового покрытия сопла форсунки, что может привести к потере ее герметичности.

**Внимание! Применение автомобильного бензина и других видов жидкостей, кроме указанных в разделе 2, для самопромывки форсунок не допускается.**

Самопромывку форсунок можно выполнять по крайней мере 3-мя способами:

- **автономный**, методом погружения тела форсунки в промывочную жидкость (горизонтальное расположение) или путем подачи промывочной жидкости сверху (вертикальное расположение), при этом прибор, управляющий форсункой, запитывается от внешнего источника электропитания, напряжением (12В+-1)В/1А; последовательно выполняются тесты "1,5/30с" и "0-8/30с", по возможности необходимо не допускать попадания промывочной жидкости на электрический соединитель форсунки;

- **с частичной разборкой**, методом промывки промывочной жидкостью в составе автомобиля, топливная рампа с форсунками отсоединена от впускной трубы, герметичность топливопроводов не нарушается, в рампе поддерживается рабочее давление промывочной жидкости путем установки перемычки (заглушки) вместо реле ЭБН или по команде

сканера-тестера, зажигание отключено, прибор, управляющий форсункой, запитывается от бортового аккумулятора с напряжением (12+-1) В; для автомобилей ВАЗ удобно использовать кабель-разветвитель типа F4; до и после цикла промывки форсунки проверить ее производительность (см. 5.3); последовательно выполняются тесты "1,5/30с" и "0-8/30с" - промывочная жидкость собирается во внешнюю прозрачную емкость и степень ее загрязненности анализируется; по результатам анализа загрязненности жидкости и показателей производительности форсунок принимается решение о необходимости технического обслуживания системы питания топливом и/или о замене форсунок;

- **неразборный**, методом промывки топливом в составе автомобиля, топливная рампа не демонтируется, в рампе поддерживается рабочее давление топлива путем установки перемычки вместо реле ЭБН или по команде сканера-тестера, зажигание отключено, **для исключения возможного гидроудара от избытка топлива в цилиндре свечи зажигания необходимо снять**, катушки зажигания (модуль) - отключить от жгута ЭСУД; прибор, управляющий форсункой, запитывается от бортового аккумулятора с напряжением (12+-1) В; для автомобилей ВАЗ удобно использовать разветвитель типа F4; до и после цикла промывки форсунки проверяются на баланс (см. 5.2); последовательно выполняются тесты "1,5/30с" и "0-8/30с"; затем отключается реле ЭБН, проводится стартерная прокрутка двигателя - 2 цикла по 10 с (интервал 30 с), реле ЭБН и свечи зажигания устанавливаются на свое место, выполняется "продувка цилиндров воздухом" (пуск при полном дросселе), затем пробный пуск двигателя и проверка его работоспособности на различных режимах работы.

## **5.6. Эксплуатационная калибровка каналов контроля давления и напряжения бортовой сети**

### **5.6.1. Калибровка канала контроля давления**

5.6.1.1. Базовая калибровка канала контроля давления прибора выполняется предприятием-изготовителем. Калибровка проводится для поставляемого комплекта "Прибор-датчик".

5.6.1.2. В процессе эксплуатации прибора коррекция



базовой характеристики канала давления может быть выполнена пользователем самостоятельно. Такая калибровка должна проводиться в случаях замены: неисправного датчика давления или самого прибора.

Внимание! Не допускается проводить эксплуатационную калибровку канала контроля давления:

- при отсутствии поверенного (эталонного) манометра;
- вне пределов номинального диапазона давления 200...400 кПа (кроме точки "0 кПа").

5.6.1.3. В качестве датчика давления топлива применяется датчик давления масла типа 23.3829 или 53.3829 (ММ-5) с винтовым подсоединением сигнального провода (клемма М4) - цвет провода красный или синий. Общий провод припаян к корпусу датчика ПОС-40/61 с флюсом для алюминия или кислотой (см. приложение 4).

Активное сопротивление датчика в нормальном состоянии (давление 0 кПа, датчик не подключен к прибору) (310±20) Ом. Датчики давления с другим номиналом сопротивления (более низко- или высокоомные) использовать не рекомендуется, так как их применение может снизить точность или ограничить диапазон контроля давления.

5.6.1.4. Для калибровки канала контроля давления можно использовать одну из топливных систем:

- топливную систему инжекторного автомобиля;
- стенд по автомобильному варианту (прил. 3).

Эталонный манометр должен иметь: непросроченную дату поверки, диапазон измерения 0...600 кПа, точность не хуже 2%.

5.6.1.5. Калибровка канала контроля давления выполняется в три этапа:

- сброс предыдущих поправок и загрузка в прибор типовой характеристики канала контроля давления;
- корректировка показаний "прибор-датчик" в двух точках: при нулевом и номинальном давлении;
- проверка показаний "прибор-датчик", при необходимости, повторная докалибровка прибора.

5.6.1.6. Порядок калибровки канала контроля давления (для автомобильной схемы ВАЗ - схема питания прил. 3.1):

- подключить эталонный манометр после фильтра тонкой очистки топлива в разрыв магистрали через быстросъемный

тройник (прилож. 8);

- подключить датчик давления к прибору;
- выполнить процедуру "УСТАВКА" в подменю "КАЛИБР./ ДАВЛЕНИЕ", что подтверждается после нажатия "ENTR" сообщением "ВЫПОЛНЕН" и означает: все введенные ранее корректирующие поправки сброшены, а в EEPROM прибора загружена типовая (стандартная) характеристика канала контроля давления;
- выполнить процедуру "ДАВЛЕН=0" в подменю "КАЛИБР./ ДАВЛЕНИЕ": после нажатия "ENTR" в память (EEPROM) прибора будет записана корректирующая поправка для нулевого давления в топливной магистрали, причем эта поправка сохраняется на все время эксплуатации прибора и может быть использована только в паре с калибруемым датчиком давления;
- подсоединить датчик давления к топливному ниппелю на рампе через быстросъемную трубку M11x1,25;
- для создания номинального рабочего давления включить электробензонасос (ЭБН) с помощью переключки реле ЭБН или по команде управления от диагностического сканера-тестера; давление должно стабилизироваться в диапазоне 200...400 кПа (фактически используются регуляторы давления на номинальное значение 300+-10 кПа и 380+-15 кПа);
- для введения корректирующей поправки по отношению к эталонным показаниям манометра в подменю "КАЛИБР./ ДАВЛЕНИЕ" выбрать необходимую процедуру с целью грубого (быстрого) или точного изменения значения давления, контролируемого прибором: "ДАВЛЕН++", "ДАВЛЕН.+", "ДАВЛЕН--" или "ДАВЛЕН.-", зафиксировать введенную поправку прибора при номинальном значении давления клавишей "ENTR";
- отключить прибор на 5...10 с от источника электропитания, чтобы проверить сохранение введенных поправок по контролю давления в долговременную EEPROM-память прибора;
- выполнить процедуру "КОНТРОЛЬ/ДАВЛЕНИЕ" и сверить показания номинального давления (эталонное по манометру и контролируемое по прибору) - они не должны отличаться более, чем на 3 кПа;
- сбросить давление в топливной магистрали (п. 4.2) и

сверить показания нулевого давления (текущее эталонное значение по манометру и контролируемое по прибору) – они не должны отличаться более, чем на 10 кПа;

- если показания прибора превышают установленные выше допуски на калибровку, то необходимо провести повторную докалибровку комплекта "прибор-датчик" при нулевом и номинальном давлении, при этом процедура "КАЛИБР./ДАВЛЕНИЕ/УСТАВКА" не выполняется.

5.6.1.7. Если введенная корректирующая поправка превышает  $\pm 70$  кПа, то вероятно:

- неисправен кабель датчика: проверить качество проводов датчика: целостность, надежность крепления и пайки;

- нарушена калибровка датчика, т.е. наблюдается большое отклонение фактической характеристики датчика давления от эталонной по ТУ; проверить: тип датчика и его активное сопротивление в нормальном состоянии (при отключении от прибора и без давления); при необходимости заменить датчик;

- нарушена калибровка прибора – прибор неисправен и требует ремонта или замены.

#### **5.6.2. Калибровка канала контроля напряжения**

5.6.2.1. В процессе эксплуатации прибора коррекция характеристики канала напряжения может быть выполнена пользователем самостоятельно.

Такая калибровка может проводиться при наличии источника постоянного тока с регулируемым напряжением  $=0-30\text{В}/0,3\text{А}$  и эталонного вольтметра, обеспечивающего точность измерения 1,0%.

5.6.2.2. Порядок калибровки канала контроля напряжения:

- подключить калибруемый прибор к источнику постоянного тока и установить номинальное значение напряжения в рабочем диапазоне  $=12\dots=14\text{ В}$ ;

- выполнить процедуру "УСТАВКА" в подменю "КАЛИБР./БОРТСЕТЬ", что подтверждается после нажатия "ENTR" сообщением "ВЫПОЛНЕН" и означает: все введенная ранее корректирующая поправка сброшена, а в EEPROM прибора загружена типовая (стандартная) характеристики канала контроля напряжения;

- для введения корректирующей поправки по отношению к

эталонным показаниям вольтметра в подменю "КАЛИБР./БОРСЕТЬ" выбрать необходимую процедуру с целью изменения значения напряжения, контролируемого прибором: "НАПРЯЖ.+" или "НАПРЯЖ.-", зафиксировать введенную поправку прибора при номинальном значении напряжения клавишей "ENTR";

- отключить прибор на 5...10 с от источника электропитания, чтобы проверить сохранение введенной поправки по контролю напряжения в долговременную EEPROM-память прибора;

- выполнить процедуру "КОНТРОЛЬ/БОРСЕТЬ" и сверить показания, эталонное по вольтметру и контролируемое по прибору: они не должны отличаться более, чем на: 0,1 В - в рабочем диапазоне и 0,3В - вне рабочего диапазона.

#### **5.7. Контроль давления топлива и напряжения борсети**

##### **5.7.1. Контроль давления топлива** позволяет оценить:

- исправность регулятора давления топлива и электробензонасоса;
- степень засоренности фильтров очистки топлива;
- исправность сливной и заливной магистралей.

Проверка проводится с помощью процедуры "КОНТРОЛЬ/ДАВЛЕНИЕ" на различных режимах работы двигателя.

При проведении проверки необходимо помнить, что в топливной рампе поддерживается относительное давление ( $P_o$ ), определяемое по формуле:

$P_o = P_a - P_v$ , где  $P_a$  - абсолютное давление в рампе, измеряемое прибором (или манометром),  $P_v$  - разрежение (со знаком минус) в задрессельном пространстве двигателя.

С помощью используемого датчика можно проконтролировать только абсолютное давление топлива  $P_a$ . Таким образом, при неработающем двигателе измеренное датчиком абсолютное давление  $P_a$  равно номинальному относительному давлению, на холостом ходу оно меньше указанного номинала на величину разрежения (примерно на 30...60 кПа), а при больших степенях открытия дроссельной заслонки  $P_a$  должно почти совпадать с  $P_o$ , то есть увеличиваться, так как разрежение на впуске может упасть при этом до 10 кПа.

##### **5.7.2. Проверка исправности электробензонасоса**

На холостом ходу пережать сливной шланг топливной магистрали, если максимальное давление  $P_x$  превысит 500 кПа - производительность ЭБН достаточна и ЭБН исправен.

Если на неработающем двигателе при работающем ЭБН (принудительное включение) постоянно растёт давление топлива – негерметичен (подтравливает) обратный клапан ЭБН, что может ограничивать топливоподачу на пусковых режимах и режимах полной мощности двигателя.

#### **5.7.3. Проверка исправности регулятора давления топлива**

Включить зажигание автомобиля, включить ЭБН на постоянный режим работы – давление должно поддерживаться на номинальном уровне; если давление выходит за указанный допуск – регулятор давления неисправен или засорены фильтрующие элементы.

Если после отключения ЭБН давление в рампе падает практически до нуля – негерметичен (неисправен) регулятор давления топлива, если сохраняется на уровне выше 250 кПа – регулятор давления герметичен.

Если на холостом ходу при резком открытии дроссельной заслонки минимальное давление  $P_m$  не поднимается выше 270 (350) кПа – регулятор давления топлива неисправен.

Если на холостом ходу максимальное давление топлива  $P_x$  выше 290 кПа, то необходимо проверить подключение и герметичность вакуумного шланга регулятора давления топлива, соединённого с ресивером впускной трубы.

#### **5.7.4. Проверка загрязнённости топливных фильтров**

На холостом ходу проверить уровень пульсаций давления топлива – если при нормально закрытом дросселе разница  $(P_x - P_m) > 10$  кПа, а при частично открытом дросселе эта величина увеличивается – проверить степень загрязнённости топлива, топливного бака и фильтрующих элементов, в том числе сетчатого фильтра погружного модуля ЭБН.

Если на работающем двигателе давление постепенно падает и двигатель глохнет, проверить правильность установки (инверсно ориентирован) и сборки фильтра тонкой очистки топлива, а также степень загрязнённости сетчатого фильтра топливного модуля погружного ЭБН.

#### **5.7.5. Проверка исправности топливной магистрали**

Для проверки герметичности топливной магистрали необходимо на неработающем двигателе принудительно включить ЭБН, и выполнить осмотр топливных шлангов и их соединений на предмет появления течи бензина, затем

проверку повторить при пережатом сливном шланге, то есть на предельном давлении около 588 кПа.

Если при работающем ЭБН давление близко к нулю, то вероятно в магистрали воздушная пробка, которую нужно удалить путем стравливания воздуха (п. 4.2).

Если сливная магистраль засорена или неправильно собрана, то давление топлива будет значительно выше номинала, например, к этому может привести неправильно (обратно) установленный струйный насос (УАЗ) или топливный фильтр.

**5.7.6. Контроль напряжения бортовой сети** позволяет оценить: степень заряда аккумуляторной батареи и исправность генератора.

Проверка проводится с помощью процедуры "КОНТРОЛЬ/БОРТСЕТЬ".

Общая **оценка состояния бортового аккумулятора** осуществляется по двум точкам; аккумулятор требует проведения профилактических работ, если:

- при отсутствии нагрузки напряжение бортсети ниже 12,2 В;

- при стартерной прокрутке минимальное напряжение  $U_m$  падает ниже 7 В, или прибор перезагружается; в этом случае необходимо также проверить качество соединения проводов массы, состояние стартера и его узлов.

**Состояние генератора** оценивается по уровню и пульсациям бортового напряжения:

- номинальное напряжение бортсети на холостом ходу должно находиться в пределах 13,2...14,8 В: если оно повышено: неисправен интегральный регулятор напряжения, если оно понижено: неисправна цепь заряда аккумулятора;

- если максимальное напряжение  $U_x$  превышает порог 18В, то вероятно неисправна одна из фаз генератора и генератор требует замены или ремонта; в этом случае для исключения возможного выхода из строя систем электрооборудования и ЭСУД автомобиля двигатель должен быть оперативно заглушен.

## ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ФОРСУНОК

### 1.1. Типы применяемых форсунок

- 1) форсунки для автомобилей "ВАЗ":
    - форсунка ВАЗ-21102 (1,5л) 0280150996 "BOSCH";
    - форсунка ВАЗ-21102 (1,5л) 17103677 "GM";
    - форсунка ВАЗ-21102 (1,5л) 6238 "SIEMENS";
    - форсунка ВАЗ-2115 (1,6л) DEKA-4D "SIEMENS";
  - 2) форсунки для автомобилей "ГАЗ" и "УАЗ":
    - форсунка EV1 0280150560 "BOSCH";
    - форсунка EV14-CL 0280158107 "BOSCH";
    - форсунка EV14-EL 0280158237 "BOSCH" (двухструйная);
    - форсунка ZMZ DEKA-1D 406.1112010 "SIEMENS";
    - форсунка EV1 0280150711\* "BOSCH".
    - форсунка EV1 0280150902\* "BOSCH";
- \* - сняты с производства.

### 1.2. Параметры производительности форсунок

Производительность	Номинальное значение	
	н-гептан	бензин А-92
<b>Статическая:</b>		
Форсунка "ВАЗ"	106 г/мин	142,3 мл/мин
Форсунка "ГАЗ/УАЗ"	150 г/мин	201,3 мл/мин
<b>Динамическая:</b>		
Форсунка "ВАЗ"	3,36 мг/цикл	4,51 мл/цикл
Форсунка "ГАЗ/УАЗ"	4,75 мг/цикл	6,38 мл/цикл

Пояснения к таблице 1.2:

- динамическая производительность указана для длительности испытательного импульса 2,5 мс из расчета на один цикл работы форсунки (импульс) при условиях проверки, приведенных в приложении 2;

- производительность форсунок для бензина А-92 дана для справок и переведена из "г/мин" в "мл/мин".

Для форсунок EV14-EL 0280158237 производительность выше (300 кПа): 172 г/мин.+4% и 5,0 мг/ц+5%.

### 1.3. Основные параметры форсунок:

Длина (между уплотнителями), мм ..... 48,4/60,4  
Время срабатывания клапана, мс, не более .... 0,8  
Ход запорного элемента, мм ..... 0,16  
Номинальный конус распыляемого факела, ° ..... 30  
Активное сопротивление обмотки, Ом:  
- для форсунок "GM" ..... 12+-1  
- для форсунок "BOSCH", "SIEMENS" ..... 16+-1  
Напряжение электропитания, В ..... 6-18  
Рабочее давление, кПа ..... 200-470  
Рабочая температура, °С ..... -40...+110  
Предельная температура, °С ..... -50...+140  
Ресурс пробега, тыс. км ..... 160



**ТЕСТЫ ПРОВЕРКИ ФОРСУНОК**

**2.1. Параметры тестов управления форсунками**

Обозначение теста	Назначение теста	Параметры цикла	Пункт метода
2,5/500	Сравнительный тест-баланс форсунок по динамической производительности	ti=2,5мс T= 8 мс n=500	5.2 4.3.2
СТАТ.-5с	Статическая производительность форсунки, Сброс давления	Форсунка включена на 5 с	5.2 4.3.2 5.1
2,0/4000	Нижний порог 1 динамической производительности форсунки	ti=2,0мс T= 8 мс n=4000	5.2 4.3.2
2,5/3000	Нижний порог 2 динамической производительности форсунки	ti=2,5мс T= 8 мс n=3000	5.2 4.3.2
9,0/800	Верхний порог динамической производительности форсунки	ti=9 мс T=16 мс n=800	5.2 4.3.2
1,0/30с	Нижний порог срабатывания форсунки	ti=1,0мс T= 4,1 мс	5.4 4.3.2
1,5/30с	Верхний порог срабатывания форсунки,	ti=1,0мс T= 4,1 мс	5.4 4.3.2
	Промывка форсунок		5.5
0-8/30с	Динамический диапазон работы форсунки в режиме плавающей частоты,	ti=0-8мс T= 8 мс 0.016мс/ш	5.2 4.3.2
	Промывка форсунок		5.5

Обозначение параметров теста:

ti – длительность импульса открытия форсунки;

T – период следования импульсов;

n – число импульсов.

## 2.2. Типовые объемы проливочной жидкости

Обозн. теста	Время выполнения, с	Проливочный объем, мл			
		Форсунка ВАЗ		Форсунка ГАЗ/УАЗ	
		n-гептан	А-92	n-гептан	А-92
2,5/500	4,1	2,4	2,2	3,4	3,1
СТАТ.-5с	5,0	13,3	12,2	18,8	17,3
2,0/4000	32,7	12,5	11,5	17,8	16,3
2,5/3000	24,5	13,7	12,6	29,4	17,8
9,0/800	13,1	17,5	16,1	24,8	22,8
1,5/30с	30,0	9,6	8,8	13,6	12,5
0-8/30с	30,0	33,1	30,4	46,8	43,0

Пояснения к табл. 2.2:

данные для бензина А-92 приведены для сравнения;

объемы проливочной жидкости указаны для нормальных условий выполнения тестов:

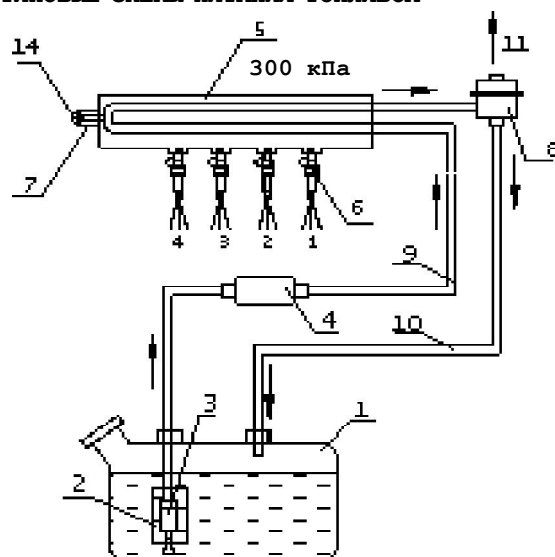
- температура окружающей среды (20+/-10) °С;
- напряжение питания (12+/-0,5) В;
- давление топлива (300+/-10) кПа;
- плотность топлива, г/мл (г/см<sup>3</sup>): n-гептан - 0,684+/-0,020; А-92 - 0,745+/-0,025;
- для пересчета единиц давления: 100 кПа равны 1,01972 кгс/см<sup>2</sup>; 3 кг/см<sup>2</sup>=294,3 кПа, 6 кг/см<sup>2</sup>=588,6 кПа.

## 2.3. Типовые результаты теста-баланса форсунки

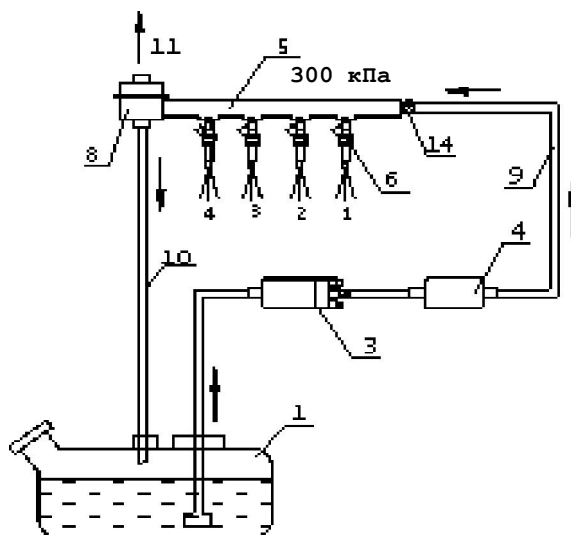
Рекомендуемые отклонения +/-20 кПа от указанных ниже контрольных значений для исправной системы питания при проведении теста-баланса "2,5/500":

- ВАЗ/300 кПа - падение 100 кПа;
- ВАЗ/380 кПа - падение 185 кПа;
- ГАЗ/300 кПа - падение 100 кПа;
- УАЗ-ПАТРИОТ/300 кПа - падение 215 кПа.

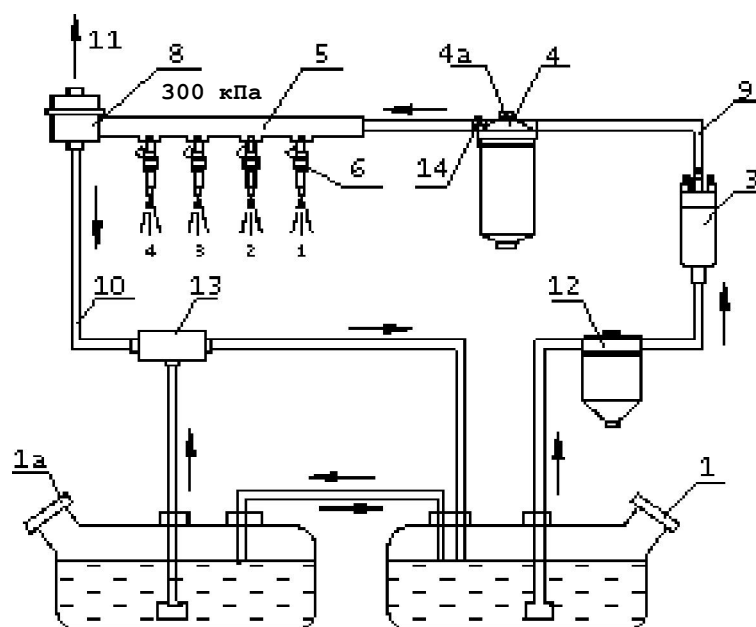
ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ТОПЛИВОМ



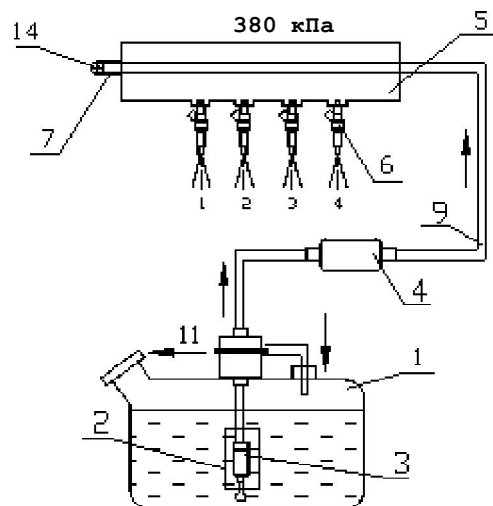
3.1 Схема питания топливом автомобилей ВАЗ (Евро-0/2)



3.2 Схема питания топливом автомобилей ГАЗ (Евро-0/2)



3.3 Схема питания топливом автомобилей ВАЗ (Евро-0/2)



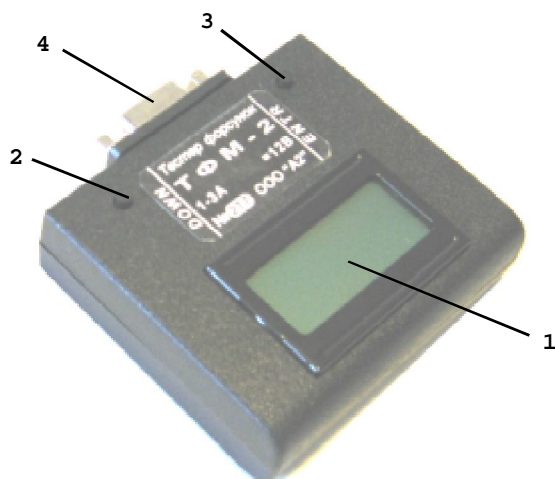
3.4 Схема питания топливом автомобилей ВАЗ (Евро-3/4)

### ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 3

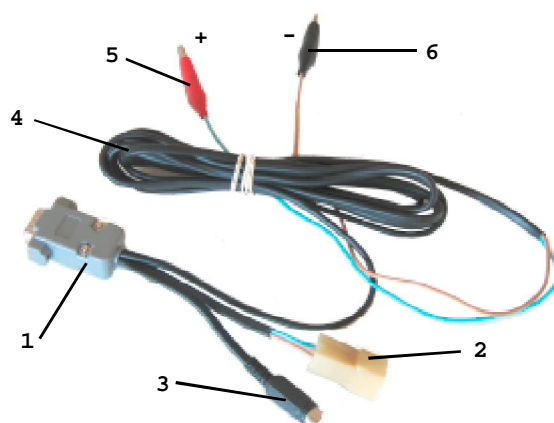
- 1 - бак топливный основной;
- 1а - бак топливный дополнительный;
- 2 - модуль топливный с датчиком уровня топлива (может применяться также на автомобилях ГАЗ и УАЗ);
- 3 - электробензонасос;
- 4 - фильтр топливный;
- 4а - пробка для удаления воздуха из магистрали;
- 5 - рампа топливная;
- 6 - форсунка электромагнитная (4 шт.);
- 7 - ниппель для контроля давления;
- 8 - регулятор давления топлива (может входить в состав топливного модуля поз. 2);
- 9 - магистраль заливная (из бака);
- 10 - магистраль сливная (в бак);
- 11 - разряжение на впуске (в ресивере); для тупиковых топливных рамп (380 кПа) обратной связи по вакууму может не быть;
- 12 - фильтр-отстойник;
- 13 - насос струйный;
- 14 - точка контроля давления топлива.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

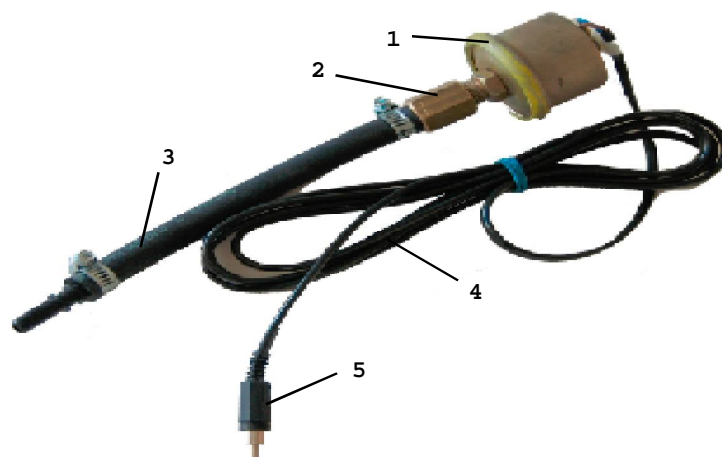
### КОМПОНЕНТЫ ПРИБОРА



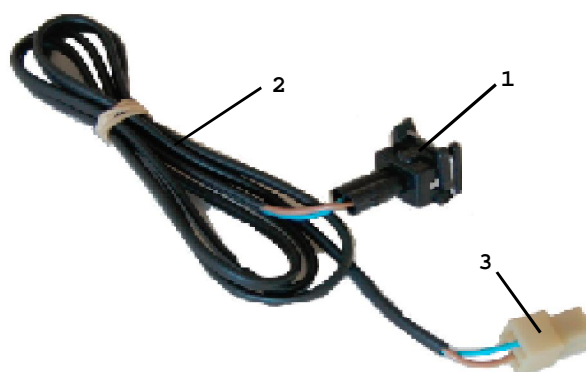
**4.1. Прибор ТФМ-2:** 1 – ЖКИ-индикатор 8х2; 2 – кнопка “DOWN”; 3 – кнопка “ENTR”; 4 – розетка DRB-9FA.



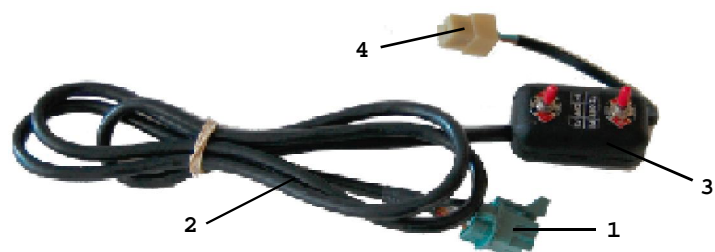
**4.2. Кабель питания прибора:** 1 – вилка DB-9M; 2 – вилка “серия 6,3” для кабеля форсунок; 3 – гнездо “Тюльпан” для датчика давления; 4 – провод ШВВП-2х0,5 (2,4 м); 5 – зажим “Крокодил-плюс” (любого цвета, кроме черного); 6 – зажим “Крокодил-минус” (черного цвета).



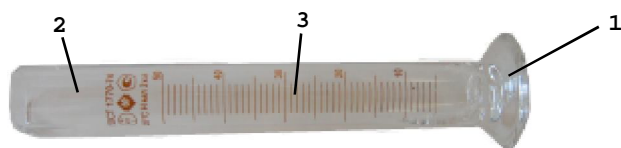
**4.3. Датчик давления топлива в сборе:** 1 - датчик давления масла 23.3829 (53.3829); 2 - штуцер переходной; 3 - трубка топливная с быстросъемным наконечником 8 мм; 4 - провод ШВВП-2х0,5 (2,4 м); 5 - вилка "Тюльпан" для подключения датчика к прибору.



**4.4. Кабель форсунки F1:** 1 - колодка форсуночная AMP; 2 - провод ШВВП-2х0,5 (1,2 м); 3 - розетка "Серия 6,3" для подключения кабеля к прибору.



**4.5. Кабель форсунок F4:** 1 – соединитель форсуночный пятиконтактный; 2 – провод КММ-4х0,35 (1,2 м); 3 – переключатель форсунок; 4 – розетка "Серия 6,3" для подключения кабеля к прибору.

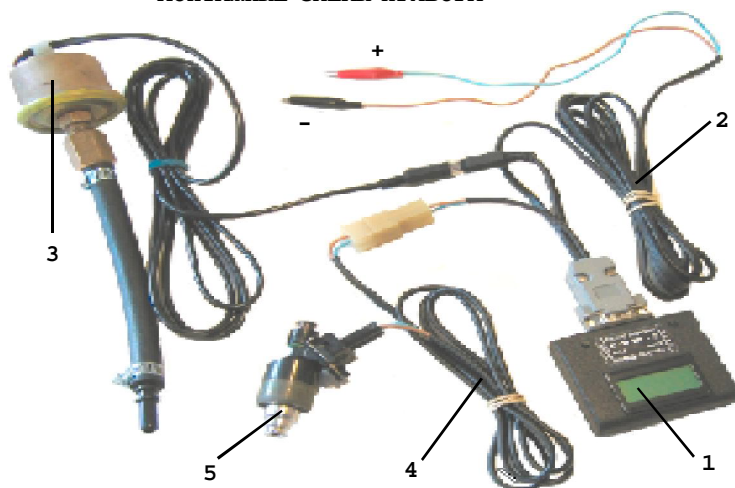


**4.6. Цилиндр измерительный:** 1 – стеклянное основание; 2 – трубка измерительная; 3 – шкала в миллилитрах (мл).

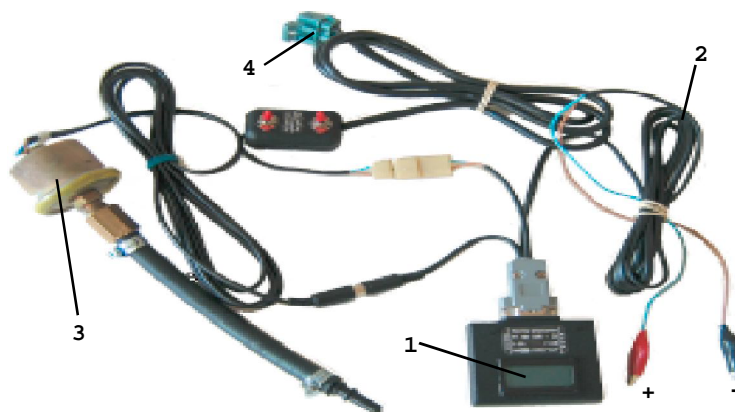


## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### МОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ ПРИБОРА



**5.1. Монтажная схема прибора при подключении одной форсунки:** 1 - прибор ТФМ-2; 2 - кабель питания; 3 - датчик давления топлива; 4 - кабель форсунки F1; 5 - тестируемая форсунка.



**5.2. Монтажная схема прибора при подключении к жгуту форсунок:** 1 - прибор ТФМ-2; 2 - кабель питания; 3 - датчик давления топлива; 4 - кабель форсунок F4.

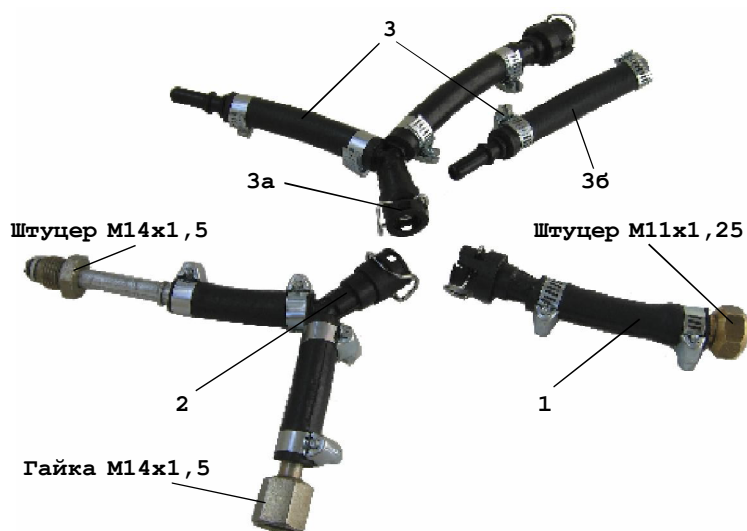
## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### АРМАТУРА ТОПЛИВНАЯ БЫСТРОСЪЕМНАЯ

Арматура применяется для оперативного подсоединения датчика давления к топливной аппаратуре инжекторного автомобиля и рассчитана на давление до 10 атм. Номинальный диаметр для быстросъемного соединения 8 мм.

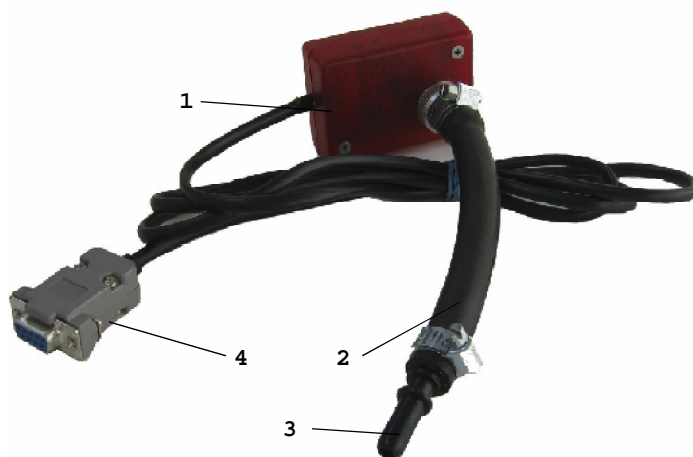
В состав арматуры включены:

- 1) **трубка быстросъемная для контрольного ниппеля M11x1,25** – для подсоединения к топливной рампе с форсунками, имеющей специальный ниппель;
- 2) **тройник быстросъемный со штуцером M14x1,5** – для подсоединения “в разрыв” металлических топливных трубок с резьбовым сочленением (к рампе или фильтру);
- 3) **тройник быстросъемный со штуцером 8 мм** – для подсоединения “в разрыв” быстросъемных пластиковых трубок и шланговых соединений 8 мм системы питания топливом.



#### 6.1. Арматура топливная быстросъемная:

1 – трубка быстросъемная для контрольного ниппеля M11x1,25; 2 – тройник быстросъемный со штуцером M14x1,5; 3 – тройник быстросъемный со штуцером 8 мм: 3a – тройник быстросъемный, 3b – трубка переходная дополнительная для шлангового соединения.



#### **6.2. Датчик давления топлива с быстросъемным штуцером:**

1 – датчик давления топлива (условный прототип); 2 – трубка 8х150 мм; 3 – наконечник быстросъемный 8 мм; 4 – электрический соединитель датчика (розетка 9 к.) с кабелем 2,4 м.

#### **6.3. Меры безопасного использования быстросъемной арматуры**

1. Не прилагать больших усилий при сопряжении резьбовых соединений, чтобы не повредить уплотнительные кольца. Достаточно предельных усилий, достигаемых пальцами руки.

2. Для исключения повреждения резиновых колец смазывать их машинным маслом перед сопряжением.

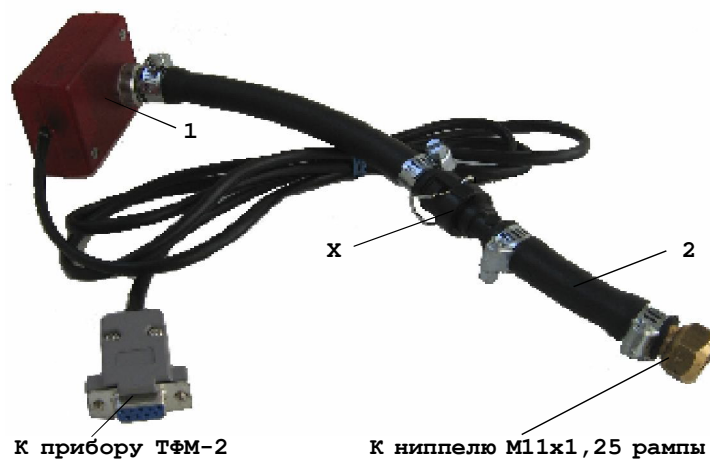
3. Соединение быстросъема завершается характерным щелчком. Для разъединения быстросъема необходимо нажать на его скобу под углом ~45 градусов, больших усилий не прилагать.

4. Следить, чтобы компоненты прибора, топливные соединения и шланги не размещались вблизи от горячих труб системы выпуска и вращающихся деталей двигателя.

5. Визуально проверять герметичность быстросъемных и других топливных соединений при каждой подаче топлива.

6. Сбрасывать давление в топливной магистрали перед присоединением-отсоединением датчика давления.

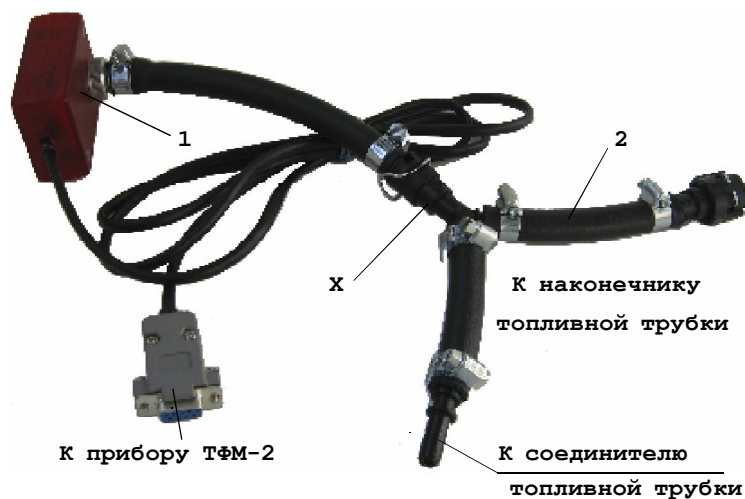
7. При демонтаже датчика давления, быстросъемов, штуцеров и шлангов исключить возможное подавание остатков топлива на генератор и стартер.



**6.4. Подсоединение датчика давления к ниппелю M11x1,25 топливной рампы:** 1 - датчик давления топлива в сборе; 2 - трубка быстросъемная со штуцером M11x1,25; X - быстросъемное соединение 8 мм.

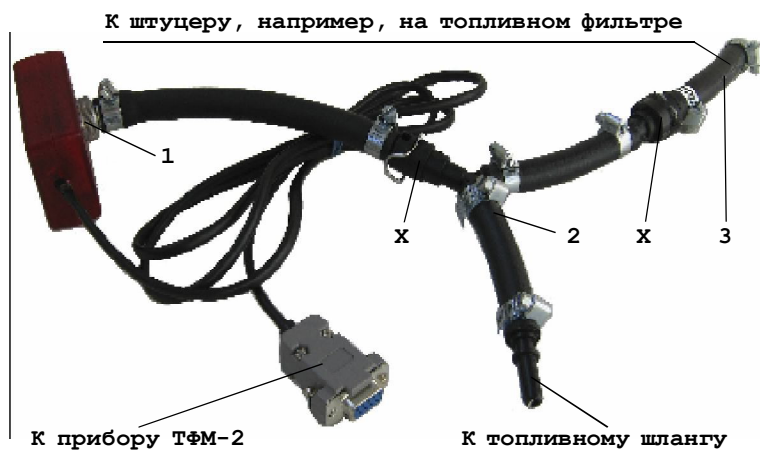


**6.5. Подсоединение датчика давления в разрыв металлических трубок со штуцером M14x1,5 системы питания топливом:** 1 - датчик давления топлива в сборе; 2 - тройник быстросъемный со штуцером M14x1,5; X - быстросъемное соединение 8 мм.



**6.6. Подсоединение датчика давления в разрыв быстросъемной пластиковой трубки 8 мм системы питания топливом:**

1 - датчик давления топлива в сборе; 2 - тройник быстросъемный со штуцером 8 мм; X - быстросъемное соединение 8 мм.



**6.7. Подсоединение датчика давления в разрыв шлангового соединения 8 мм системы питания топливом:**

1 - датчик давления топлива в сборе; 2 - тройник быстросъемный со штуцером 8 мм; 3 - трубка быстросъемная 8 мм; X - быстросъемное соединение 8 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ПРИМЕРЫ ТАБЛИЦ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА

7.1. Сравнительный баланс форсунок по динамической производительности (тест "2,5/500")

Показатель	Номер форсунки			
	1	2	3	4
<b>Контроль:</b>				
1. Тип форсунки	GM-BA3-1,5л			
2. Давление до теста, кПа	265	265	265	270
3. Давление после теста, кПа	170	170	175	220
<b>Расчет:</b>				
1. Падение давления, кПа	95	95	90	50
2. Среднее падение, кПа	82,5			
3. Абсолютное отклонение, кПа	+12,5	+12,5	+7,5	-32,5
4. Относительное отклонение, %	+15	+15	+9	-39
<b>Типовые значения (допуск):</b>				
1. Падение давления, кПа	100+-20			
2. Относительное отклонение, %	<20			
<b>Показатели в норме?</b>	Да	Да	Да	Нет

7.2. Проверка производительности форсунок

Показатель	Номер форсунки			
	1	2	3	4
<b>Условия теста:</b>				
1. Тип форсунки	GM-BA3-1,5л			
2. Напряжение, В	12,4			
3. Давление топлива, кПа	302			
4. Температура, °C	25			
5. Промывочная жидкость	n-гептан			
<b>Тест "2,5/3000":</b>				
1. Фактический объем, мл	12,2	13,1	10,5	13,8
2. Номинальный объем, мл	13,7			
<b>Анализ:</b>				
1. Абсолют. отклонение, мл	-1,5	-0,6	-3,2	0,1
2. Относит. отклонение, %	-10,9	-4,4	-23,4	0,7
3. Норматив, %	+-10			
<b>Показатели в норме?</b>	Нет	Да	Нет	Да

**ВЕРОЯТНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ПРИБОРА**

---

Наименование неисправности, вероятная причина и рекомендации по ее устранению

---

**1. Неисправность: После подключения к бортовому аккумулятору автомобиля или к источнику =12В прибор не работает (не отображает информацию) :**

- плохой контакт зажимов кабеля питания прибора с клеммой аккумулятора или обратное включение зажимов прибора: зачистить контакт и выполнить повторное подключение зажимов;
- неисправность кабеля питания: восстановить повреждение кабеля;
- неисправность прибора: сдать прибор в ремонт.

**2. Неисправность: При включении режима управления форсункой тестер отключается или перезагружается:**

- плохой контакт зажимов кабеля питания тестера с клеммой аккумулятора: зачистить контакт и выполнить повторное подключение;
- высокий разряд бортового аккумулятора или недостаточная мощность источника =12В: выполнить профилактику и заряд аккумуляторной батареи, использовать источник тока не менее 2А;
- перегрузка по току: проверить активное сопротивление форсунки (для исключения перегрузки силового драйвера тестера оно должно быть не менее 12 Ом при напряжении =12В), устранить возможное короткое замыкание в кабеле (кабеле-разветвителе) форсунки.

**3. Неисправность: Форсунка не включается после активизации теста:**

- неисправность кабеля форсунки: переподключить кабель к тестеру или к тестируемой форсунке, устранить возможную неисправность цепи кабеля;
- неправильное положение переключателей форсунок на кабеле разветвителе: проверить положение и установить переключатели форсунок в требуемое положение;
- неисправность форсунки: выполнить тест с эталонной форсункой.

**4. Сообщение: "Горит ER-индикатор" или "ОШИБКА ПАМЯТИ"**

Неисправность программы управления прибором – заменить прибор или передать его в ремонт.

**5. Сообщение: "<MIN" или ">MAX"**

- неисправность цепи датчика давления – низкое (<MIN) или высокое (>MAX) давление – проверить подключение датчика давления к прибору, проверить и устранить КЗ или обрывы в соединительном кабеле;
- неисправность датчика давления или несоответствие типу: заменить датчик, при необходимости выполнить эксплуатационную калибровку канала контроля давления с эталонным манометром.

**6. Контролируемое давление в топливной рампе при работающем электробензонасосе близко к нулю:**

- подтянуть контрольный штуцер на рампе;
- удалить воздушную пробку в рампе;
- проверить качество шланговых соединений;
- заменить датчик давления и откалибровать канал контроля.



