

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и характеристика	2
2. Основные параметры	3
3. Меры безопасности	4
4. Компоненты тестера	6
4.1. Устройство продувки ДМРВ	6
4.2. Рабочий эталон ДМРВ	8
4.3. Тестер ДМРВ	11
4.4. Коммуникационный адаптер	12
5. Режимы работы тестера	12
6. Методика применения тестера	17
6.1. Общие рекомендации по применению	17
6.2. Проверка калибровки ДМРВ	20
6.2.1. Общая методика проверки ДМРВ	21
6.2.2. Типовой пример проверки ДМРВ	23
6.3. Поверка-тарировка каналов тестера	25
6.4. Тарировка нитевого ДМРВ	28

Приложение :

1. Типы ДМРВ и характеристика	30
2. Электрические схемы подключения ДМРВ к контроллерам	33
Сокращения и условные обозначения	36
3. Монтажные схемы подключения тестера	37
4. Варианты установки ДМРВ для поверки и компоненты тестера	40
5. Вероятные неисправности тестера	47
6. Проверка калибровки ДМРВ. Примеры измерений и расчетов	50

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. **Тестер датчиков расхода воздуха** (далее по тексту прибор, тестер массового расхода воздуха или тестер ДМРВ, тестер) типа **ТРВ-2** предназначен для диагностики систем питания воздухом инжекторных отечественных автомобилей марки ВАЗ-ГАЗ-УАЗ-ИЖ, а также импортных автомобилей, в составе которых применяются аналогичные датчики массового расхода воздуха (ДМРВ).

Сфера применения – СТО, авторемонтные предприятия и мастерские, фирмы и магазины по продаже автомобильных запасных частей.

1.2. Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) является одним из основных датчиков электронной системы управления двигателем (ЭСУД), точность калибровки которого оказывает наибольшее влияние на изменение эксплуатационного расхода топлива.

1.3. Результаты лабораторных работ по проверке отказавших ДМРВ показали, что наиболее типичное относительное отклонение выходной характеристики для пленочных ДМРВ НFM5-4.7 BOSCH составляет 20%...40%.

На основании этого исследования можно сделать вывод, что контроллер ЭСУД даже при наличии датчика кислорода не может идентифицировать код неисправности ЭСУД, причиной которого явилось смещение выходной характеристики ДМРВ относительно эталонной не превышающее $\pm 20\%$. "Сползание" характеристики ДМРВ приводит не только к ухудшению топливной экономичности и приемистости двигателя, но и к более интенсивному износу (перегреву) нейтрализатора отработавших газов, работающего на переобогащенных или переобедненных топливовоздушных смесях.

1.4. Основные функции тестера ДМРВ:

- проверка калибровки (поверка) ДМРВ;
- прожиг ДМРВ нитевого типа;
- контроль массового расхода воздуха, потребляемого двигателем, и его пульсаций в бортовых условиях;
- электронная калибровка каналов тестера.

1.5. Тестер позволяет контролировать параметры и проверять следующие типы ДМРВ с аналоговым выходным сигналом в диапазоне 0...5В:

- ДМРВ пленочные BOSCH: НFM5-4.7 -

0280218004, 0280218037, 0280218116 и FM7-4.7 - 0280218220;

- ДМРВ пленочный SIEMENS: HFM62C/11 (20.3855, ДМРВ-П) и HFM62C/19 (20.3855-10);

- ДМРВ нитевой HLM2-4.7 BOSCH: 0280212014 (ДМРВ-М) и 0280212022 (ДМРВ-УМ).

1.6. **Тестер ДМРВ не относится к классу измерительных приборов**, т.к. выявление отклонений статической характеристики ДМРВ от номинальной по ТУ производится путем сравнения показаний эталонного и контролируемого ДМРВ по специальному алгоритму аналогово-цифрового преобразования и усреднения выходных сигналов ДМРВ.

Проверка калибровки ДМРВ выполняется по упрощенной методике, отработанной экспериментально для условий автосервиса, с применением минимального оборудования. Разработанная методика не требует полного совпадения показаний с метрологическим эталоном, аттестованном на заводе-изготовителе ДМРВ, или с результатами измерения и обработки сигнала ДМРВ контроллером ЭСУД, по причине несовпадения геометрических параметров воздухопроводов и характера пульсаций потока воздуха, а также алгоритма обработки сигнала ДМРВ.

2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Номинальное напряжение питания U_n , В =12
Диапазон напряжения питания, В 10-16
Количество типов контролируемых ДМРВ 8
Каналы контроля, шт. 2
Канал управления (прожиг ДМРВ), шт. 1
Кнопки управления, шт. 2
Индикатор вывода информации, тип ЖКИ-8x2
Точность* контроля сигналов и параметров:
- Выходное напряжение 0-5В, мВ +-5
- Расход воздуха 8-120 кг/ч, % +-1,0
- Расход воздуха 120-480 кг/ч, % +-2,0
Частота съема данных, кГц 1,5-2,0
Интервал усреднения данных:
- в режиме контроля, с 0,3
- в режиме поверки, с 10
Производительность** устройства продувки ДМРВ:

- УПД-2 ($=12В/0,8А$), кг/ч 60+-10
- Пылесос бытовой ($\sim 220В/2А$), кг/ч 60-140
- Рабочая температура, °С -10...+50
- Габариты комплекта, мм 320x270x140
- Габариты прибора, мм 68x70x20
- Масса базового комплекта, кг 0,8
- Срок службы (не менее), лет 3

* - в диапазоне напряжений питания 10...14В и нормальной температуре окружающей среды 22+-5°C;

** - указана при номинальном напряжении питания =12В и одновременной установке двух ДМРВ.

3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Соблюдение нижеуказанных мер безопасности позволит:

- избежать выхода из строя тестера и его компонентов;
- сохранить заданную точность рабочего эталона ДМРВ и калибровку измерительных каналов тестера в процессе его эксплуатации.

3.1. При подключении компонентов тестера обеспечить их размещение в подкапотном пространстве автомобиля и прокладку кабелей в стороне от вращающихся и горячих деталей двигателя, а также исключить вероятность повреждения данных кабелей при закрытии капота или двери автомобиля.

3.2. Не допускается проведение монтажных работ:

- после подключения электропитания к тестеру или его компонентам;
- при включенном зажигании и работающем двигателе автомобиля;
- при функционировании устройства продувки ДМРВ.

3.3. При эксплуатации тестер должен находиться в руках пользователя или размещаться на подставке.

3.4. Не допускается эксплуатация тестера и его компонентов:

- в запыленном, грязном или сыром помещении;
- при прямом попадании на корпус тестера и его компонентов агрессивных жидкостей и кислот, воды, масла, бензина, моющих растворов;
- на открытом воздухе, при наличии сквозняков в помещении или при работе близко размещенных

вентиляционных или воздухоподающих устройств.

- вне пределов его условий эксплуатации и более 1 часа в условиях предельных режимов эксплуатации.

3.5. Перед установкой нового ДМРВ на автомобиль необходимо убедиться в исправности системы зажигания двигателя, и, прежде всего, в отсутствии обратных вспышек во впускной коллектор двигателя, которые могут возникать при пуске двигателя и привести к повреждению чувствительного элемента ДМРВ при открытой дроссельной заслонке.

3.6. Не допускается установка и эксплуатация рабочего эталона ДМРВ в качестве штатного (запасного) ДМРВ в составе ЭСУД автомобиля.

3.7. Не допускается замена рабочего эталона ДМРВ, поставляемого предприятием-изготовителем, другим ДМРВ без проведения его предварительной калибровки-поверки с помощью внешних эталонированных средств.

3.8. Допускается, в случае отсутствия или неисправности рабочего эталона ДМРВ, применение условного эталона ДМРВ, работоспособность которого проверена пользователем по крайней мере на исправном автомобиле.

Предприятие-изготовитель тестера ДМРВ не несет ответственности за точность показаний условного эталона и ошибочность решений, принятых пользователем на основе данных измерений.

3.9. Не допускается тарировочный прожиг нитевого ДМРВ на работающем двигателе или при функционировании продувочного устройства.

3.10. Обратить внимание: при эксплуатации газобаллонного оборудования во впускном коллекторе двигателя может накопиться газовый конденсат, который может воспламениться при проведении тарировочного прожига ДМРВ нитевого типа и вывести этот датчик из строя.

Поэтому для инжекторных автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием, тарировочный прожиг допускается только после отсоединения ДМРВ от воздушного фильтра с последующим удалением остатков газа из впускной трубы продувкой цилиндров воздухом.

3.11. Не допускается электропитание устройства продувки ДМРВ от источника электропитания выше 15В

постоянного тока, которое в течении нескольких секунд может вывести его электроventильатор из строя.

3.12. Тестер и его компоненты должны храниться в эксплуатационной упаковке предприятия-изготовителя (рабочей сумке).

Рабочий эталон ДМРВ должен быть заглушен с двух сторон крышками и должен храниться в отдельной картонной коробке или пакете.

Не допускается хранение тестера и его компонентов при отрицательных температурах окружающей среды, во влажном или запыленном помещении, при прямом воздействии солнечных лучей, вблизи от нагревательных приборов, рядом с источником мощного электромагнитного излучения, например, при воздействии открытого искрового разряда системы зажигания ЭСУД.

3.13. Работы по поверке ДМРВ необходимо проводить в закрытом помещении, при отсутствии посторонних потоков воздуха (сквозняков, ветра).

3.14. При подключении продувочного устройства источник питания должен обеспечивать номинал $\pm 12 \pm 1\text{В}$ и выдерживать нагрузку не менее 2А.

4. КОМПОНЕНТЫ ТЕСТЕРА

Основными компонентами тестера являются: устройство для продувки ДМРВ, рабочий эталон ДМРВ, тестер ТРВ-2, адаптер ДМРВ.

4.1. Устройство для продувки ДМРВ

4.1.1. Данное устройство предназначено для эксплуатационной поверки ДМРВ в условиях СТО или в полевых условиях с использованием сетевого ($\sim 220\text{В}$ / $\pm 12\text{В}$) или бортового ($\pm 12\text{В}$) электропитания.

В качестве устройств для продувки ДМРВ рекомендуется использовать:

- бытовой ($\sim 220\text{В}/50\text{Гц}$) или автомобильный ($\pm 12\text{В}$) пылесос или компрессор, производительностью 40...140 кг/ч и с регулировкой мощности;
- устройство продувки ДМРВ типа УПД-2 ($\pm 12\text{В}/0,8\text{А}$) 40...70 кг/ч (входит в дополнительный комплект);
- электроventильаторы повышенной мощности до 500 кг/ч, с ресивером и с регулированием расхода воздуха

посредством дроссельной заслонки; эти вентиляторы могут комплектоваться и конструктивно адаптироваться пользователем самостоятельно; – смотри, например, осевые вентиляторы на сайте www.ztvo.ru); при выборе вентилятора по производительности учитывать, что массовый расход воздуха пересчитывается по формуле $G_m \approx 1,29 \cdot G_v$, кг/ч, где G_v – объемный расход воздуха в м³/ч.

Устройство для продувки ДМРВ должно обеспечивать стабильность потока воздуха, определяемую **максимальным размахом пульсаций** массового расхода воздуха в течении не менее 10 секунд наблюдения, **не более 20%** относительно номинала*:

- для потока $G=50 \dots 60$ кг/ч – 12 кг/ч;
- для потока $G=100 \dots 120$ кг/ч – 24 кг/ч;
- * – данные приведены для ДМРВ HFM5-4.7 BOSCH.

Пульсации потока воздуха, которые производит штатное или оригинальное устройство продувки, контролируются помощью рабочего эталона ДМРВ и рассчитываются тестером ДМРВ в режимах «ПОВЕРКА» или «КОНТРОЛЬ».

Обращаем внимание: использование работающего двигателя в качестве продувочного устройства не соответствует требованиям безопасности проведения диагностических работ, и не обеспечивает точности поверки ДМРВ по причине высоких пульсаций потока и наличия обратных выбросов воздуха при работе впускных клапанов двигателя.

4.1.2. Пылесос

Бытовой пылесос с питанием от сети ~220В/50Гц – это наиболее доступное средство для продувки ДМРВ. Сопряжение ДМРВ с трубой пылесоса выполняется с помощью резинового шланга диаметром 68-70мм и переходного сопла 35мм/70мм (прил. 4), которое входит в комплект арматуры прибора и подобрано для наиболее широко применяемого пылесоса с внешним диаметром трубы 35 мм. Уплотнение соединения сопла и трубы пылесоса, при необходимости, может производиться с помощью клеящей изоляционной ленты. Установка ДМРВ горизонтальная. Поток воздуха (AIR) ориентирован на всасывание (к пылесосу).

Недостатки пылесоса: громоздкость, повышенная пульсация потока воздуха и зависимость производительности

от перепадов напряжения в сети ~220В/50Гц, например, при работе рядом расположенных сварочных аппаратов или мощных электродвигателей.

При снижении производительности бытового пылесоса до 80 кг/ч, следует заменить его фильтр или почистить фильтрующий элемент.

4.1.3. Устройство продувки ДМРВ УПД-2

Данное устройство отличается компактностью и при проведении поверки ДМРВ может устанавливаться непосредственно на бортовой аккумулятор автомобиля и запитываться от него. Для обеспечения номинальной производительности устройства необходимо, чтобы аккумулятор был нормально заряжен и обеспечивал напряжение выше =12В для полной мощности устройства. Другие потребители от аккумулятора необходимо отключить. Автомобильный генератор в качестве источника питания продувочного устройства использовать не допускается по причине высокой нестабильности его выходного напряжения.

Конструкция устройства включает: электроventильатор (=12В/0,8А), сопло ДМРВ, стойки с резиновыми опорами (4 шт.), панель с регулятором мощности (может отсутствовать), кабель 15 питания электроventильатора от сети =12В.

Установка устройства вертикальная. Сопряжение ДМРВ с входным отверстием сопла устройства выполняется с помощью резинового шланга диаметром 68–70мм.

Поток воздуха AIR ориентирован на всасывание (сверху вниз). Увеличение производительности ventильатора обеспечивается вращением регулятора по часовой стрелке.

Вентильатор имеет зону нечувствительности в области малой производительности, поэтому для малых расходов воздуха необходимо предварительно установить регулятор в среднее положение, затем после подачи напряжения уменьшать мощность ventильатора вращением регулятора против часовой стрелки.

4.2. Рабочий эталон ДМРВ

4.2.1. Принцип действия

Датчик массового расхода воздуха предназначен для преобразования расхода воздуха, поступающего в двигатель, в напряжение постоянного тока. Информация датчика позволяет определить режим работы двигателя и рассчитать

цикловое наполнение цилиндров воздухом на установившихся режимах работы двигателя.

Чувствительный элемент (ЧЭ) ДМРВ построен на принципе терморезистивного анемометра и выполнен либо в виде токопроводящей пленки, нанесенной на керамическую основу, либо в виде платиновой нити.

ЧЭ нагревается электрическим током и его рабочая температура поддерживается постоянной 150...200 °С. Если поток (расход) воздуха через ДМРВ увеличивается, то ЧЭ начинает охлаждаться, а схема управления ДМРВ увеличивает ток его нагрева до тех пор, пока температура ЧЭ не восстанавливается до первоначального уровня. Т.о. величина тока нагрева нити пропорциональна расходу воздуха. Вторичный преобразователь ДМРВ преобразует ток нагрева ЧЭ в выходное напряжение постоянного тока.

4.2.2 Статическая характеристика ДМРВ

Каждый тип ДМРВ, указанный в таблице прил. 1.1, имеет свою уникальную статическую и динамическую характеристики. Эталонные статические характеристики ДМРВ приложения 1.1 записаны в постоянную память тестера.

Типовая статическая характеристика ДМРВ $U=f(G)$ имеет вид, приведенный в приложении 1.2, где: G – массовый расход воздуха (кг/ч), U – выходное напряжение (В). Приведенная зависимость носит нелинейный характер – наибольшую чувствительность ДМРВ имеет в диапазоне расхода воздуха 0...120 кг/ч.

Поток воздуха, формируемый устройством продувки или засасываемый двигателем, носит пульсирующий характер, причем амплитуда пульсаций выходного сигнала ДМРВ зависит от многих факторов. Характер пульсирующего потока воздуха условно проиллюстрирован на рисунке прил. 1.3. В процессе многократного измерения и последующего арифметического усреднения результатов прибор “сглаживает” эти пульсации и представляет пользователю результат в интегральном виде. Одновременно прибор фиксирует максимальные и минимальные значения расхода воздуха, которые позволяют оценить по размаху пульсаций качество потока воздуха, то есть уровень его стабильности.

4.2.3. Эксплуатационно-технические параметры ДМРВ
Диаметр присоединительного патрубка, мм 70

Максимальный рабочий расход, кг/ч, не менее 500
 Аэродинамическое сопротивление, кПа <2,0
 Рабочее напряжение питания, В 7,5...16
 Рабочая температура, °С -40...+125
 Влажность при +40 °С, % 95+-3

Параметры пленочных ДМРВ HFM5-4.7 BOSCH:

Монтажная длина, мм 95
 Напряжение питания измерителя, В 5+-0,1В
 Выходное напряжение, В 1,0...4,5
 Точность измерения расхода воздуха, % +-4,0
 Постоянная времени (95% сигнала), мс 30
 Компенсация обратного потока Есть
 Пиковый ток потребления при включении, мА 200
 Максимальный ток потребления, мА 100
 Сопротивление терморезистора/20°С, Ом 2420+-130

Параметры пленочного ДМРВ HFM62C/11 SIEMENS:

Монтажная длина, мм 75
 Выходное напряжение, В 0...5,0
 Точность измерения расхода воздуха, % +-4,0
 Постоянная времени (95% сигнала), мс 80
 Компенсация обратного потока Есть
 Пиковый ток потребления при включении, мА 1000
 Максимальный ток потребления, мА 500
 Сопротивление терморезистора/25°С, Ом 2014+-75

Параметры нитевых ДМРВ HLM2-4.7 BOSCH:

Монтажная длина, мм 130
 Выходное напряжение, В 1,3...4,6
 Постоянная времени (95% сигнала), мс 10
 Компенсация обратного потока Нет
 Точность измерения расхода воздуха, % +-2,5
 Максимальный ток потребления, мА 2000
 Выходное напряжение при прожиге, В 5,2...5,6
 Параметры прожига нити 5В+-0,6В/40мА, 0,9-2с
 Диапазон регулятора СО, кОм 1+-0,1

Тонкость отсева частиц для автомобильного воздушного фильтра должна быть не хуже 10...20 мкм, падение давления на фильтре должно быть не более 5 кПа.

4.2.4. Образцы ДМРВ

Для удобства пользования будем различать следующие образцы ДМРВ:

- **контролируемый** ДМРВ, характеристику которого необходимо проверить в эксплуатации;

- **рабочий эталон** ДМРВ, который калибруется изготовителем тестера и поставляется пользователю комплектно с тестером;

- **базовый эталон** ДМРВ, который используется предприятием-изготовителем тестера для поверки рабочих эталонов ДМРВ;

- **условный эталон** ДМРВ, который пользователь тестера калибрует самостоятельно и использует как заменитель рабочего эталона ДМРВ.

В качестве рабочего эталона изготовитель тестера может применять любой из типов серийно выпускаемых ДМРВ, который поддерживает текущая версия программного обеспечения тестера.

Предприятия-производители ДМРВ обеспечивают согласно ТУ точность по отношению к эталону ДМРВ не выше: для нитевого типа $\pm 3\%$, а для пленочного $\pm 4 \dots \pm 5\%$. Поскольку этой точности недостаточно для поверки контролируемых (эксплуатируемых) ДМРВ, в приборе предусмотрена процедура калибровки-поверки измерительных U-каналов и G-канала рабочего эталона ДМРВ, обеспечивающая повышение точности измерения расхода воздуха до $\pm 0,5 \dots \pm 1,5\%$.

Рабочий эталон ДМРВ тарируется и поверяется комплектно с тестером ДМРВ с помощью базового эталона ДМРВ, введенные в EEPROM-тестера поправки по U-каналам и G-каналам записываются в паспорт на прибор, на корпус поверенного рабочего эталона ДМРВ клеится этикетка, а заводской номер данного ДМРВ заносится вместе с заводским номером тестера в паспорт на прибор.

4.3. Тестер ДМРВ

Тестер является управляющим, измерительным, вычислительным и регистрирующим прибором.

Управление тестером выполняется с помощью 2-х функциональных клавиш:

DOWN (ВНИЗ) - выбор режима (процедуры), просмотр параметров внутри процедуры, изменение корректируемого значения;

ENTR (ВВОД) - запуск режима (процедуры или команды),

останов выполнения, сохранение данных.

Вывод информации осуществляется на двустрочный (8х2) жидко-кристаллический индикатор (ЖКИ) с подсветкой табло.

Тестер имеет выходной соединитель (розетку), который позволяет подключать его к адаптеру ДМРВ.

Экранное меню режимов (процедур) работы тестера приведено в разделе 5.

4.4. Коммуникационный адаптер

Адаптер типа АДВ-2 является коммутационным устройством, преобразователем сигналов и выполняет следующие функции:

- обеспечивает соединение тестера с объектами контроля;
- формирует электропитание +5В для ДМРВ;
- усиливает импульс прожига нити ДМРВ;
- имеет электрический разъем для подключения тестового и поверочного оборудования.

Адаптер имеет питающий кабель, длиной 1,5м с зажимами типа «Крокодил», и маркированные электрические соединители для подключения кабелей и устройств:

- «ТЕСТЕР» - тестер ДМРВ;
- «ДМРВ-Э» - рабочий эталон ДМРВ;
- «ДМРВ-К» - контролируемый ДМРВ;
- «КОНТРОЛЬ» - тестовое оборудование;
- «ЭВ» - электровентилятор устройства продувки ДМРВ.

Для исполнения адаптера, у которого отсутствует выход «ЭВ», продувочное устройство УПД-2 подключается к выходу «КОНТРОЛЬ».

Для присоединения к адаптеру различных типов ДМРВ в комплекте прибора предусмотрены соответствующие кабели.

5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТЕСТЕРА

При подключении тестера к источнику электропитания =12В выполняется загрузка программы, отображается тип прибора и версия его программного обеспечения, затем тестер выходит в экранное меню «РЕЖИМЫ» («ТРВ-2»):

- > **КОНТРОЛЬ** - контроль параметров ДМРВ;
- > **ПОВЕРКА** - проверка калибровки ДМРВ;
- > **ВЫБ. ДМРВ** - выбор типа ДМРВ;
- > **ПРОЖИГ** - тарифовочный прожиг нитевого ДМРВ;

- > **ВЕРСИЯ** - версия программы тестера;
- > **КАЛИБР.Э** - калибровка канала эталонного ДМРВ;
- > **КАЛИБР.К** - калибровка канала контролируемого ДМРВ.

Просмотр меню «РЕЖИМЫ» осуществляется кнопкой «DOWN» (закольцован), выбор режима - кнопкой «ENTR».

5.1. После запуска режима «КОНТРОЛЬ» выводится сообщение о типах контрольного и эталонного ДМРВ, выбранных ранее (см. режим «ВЫБ.ДМРВ» и обозначение типов согласно приложения 1):

Окно 1:

- > **КОНТРОЛЬ** - активная процедура управления;
- > **ВЫХОД** - возврат в меню «РЕЖИМЫ»;

Окно 2:

- > **Gk** ZZZ.Z - средний* расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;
- > **Pk** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** размах пульсаций ДМРВ-К, $Pk = Xk - Mk$, кг/ч;

Окно 3:

- > **Ge** ZZZ.Z - средний* расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;
- > **Pe** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** размах пульсаций ДМРВ-Э, $Pe = Xe - Me$, кг/ч;

Окно 4:

- > **Da** +-ZZZ.Z - абсолютная разница между усредненными* показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $Da = Gk - Ge$, кг/ч;
- > **Do** +-ZZZ.Z - относительная разница между усредненными* показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $Do = (Da / Ge) * 100$, %;

Окно 5:

- > **Xk** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;
- > **Mk** ZZ.Z - минимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;

Окно 6:

- > **Xe** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;
- > **Me** ZZ.Z - минимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;

Окно 7:

- > **Uk** ZZZZ - среднее* напряжение ДМРВ-К, мВ;
 - > **Ue** ZZZZ - среднее* напряжение ДМРВ-Э, мВ;
- * - интервал усреднения параметров и обновления экрана ~0,3 с;

****** – длительность наблюдаемого интервала времени выбирается пользователем произвольно и указывается в методике применения.

Листание окон – «DOWN» (закольцовано), останов вывода наблюдаемых** параметров на экран (срез) – «ENTR» (мерцающий маркер пропадает), запуск вывода наблюдаемых** параметров на экран и сброс предыдущих значений – повторное нажатие «ENTR» (мерцающий маркер появляется). Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

5.2. После запуска режима «**ПОВЕРКА**» выводится сообщение о типах контрольного и эталонного ДМРВ, выбранных ранее («ВЫБ.ДМРВ»), например: «ДМРВ-К НФМ-S-11» и «ДМРВ-Э НФ5-B116», далее отображаются:

Окно 1:

> **ПОВЕРКА** – активная процедура управления;

> **ВЫХОД** – возврат в меню «РЕЖИМЫ»;

Окно 2:

> **Gk** ZZZ.Z – средний** расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;

> **Ge** ZZZ.Z – средний** расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;

Окно 3:

> **Pk** ZZ.Z – максимальный за цикл** размах пульсаций ДМРВ-К, $P_k = X_k - M_k$, кг/ч;

> **Pe** ZZ.Z – максимальный за цикл** размах пульсаций ДМРВ-Э, $P_e = X_e - M_e$, кг/ч;

Окно 4:

> **Da** +-ZZZ.Z – абсолютная разница за цикл** между показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $Da = G_k - G_e$, кг/ч;

> **Do** +-ZZ.Z – относительная разница за цикл** между показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $Do = (Da / G_e) * 100$, %;

****** – длительность цикла поверки 10 с.

Останов поверки выполняется автоматически (мерцающий маркер исчезает) по окончании цикла, листание окон нажатием «DOWN» (закольцовано), повторный запуск поверки и сброс предыдущих значений – нажатие «ENTR» (мерцающий маркер появляется). Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

5.3. После запуска режима «**ВЫБ.ДМРВ**», предназначенного для выбора типа контролируемого и эталонного ДМРВ, отображается подменю процедур:

> **ВЫХОД** – возврат в меню «РЕЖИМЫ».

> **ДМРВ-К** – выбор типа контролируемого ДМРВ;

> **ДМРВ-Э** – выбор типа эталонного ДМРВ;

Просмотр подменю процедур осуществляется кнопкой «DOWN» (закольцован), выбор процедуры – кнопкой «ENTR».

Процедуры «ДМРВ-К» и «ДМРВ-Э» содержат меню выбора типов ДМРВ:

> **ВЫХОД** – возврат в подменю «ВЫБ.ДМРВ»;

> **ДМРВп** – типы ДМРВ в соответствии с прил. 1.1.

Просмотр типов ДМРВ осуществляется кнопкой «DOWN», выбор типа ДМРВ – кнопкой «ENTR». Количество типов ДМРВ может быть расширено по усмотрению предприятия-разработчика тестера.

Выбранные типы ДМРВ-К и ДМРВ-Э сохраняются в энергонезависимой EEPROM-памяти тестера и при последующем входе в процедуру выбора отображаются в первой строке.

5.4. **Режим «ПРОЖИГ»** предназначен для эксплуатационной тарировки ДМРВ нитевого типа и содержит меню выбора процедур:

> **ВЫХОД** – возврат в меню «РЕЖИМЫ»;

> **ПРОЖИГ-1** – однократный прожиг нити ДМРВ;

> **ПРОЖИГ-2** – двойной прожиг нити ДМРВ.

Просмотр процедур меню осуществляется кнопкой «DOWN» (закольцован), запуск процедуры – кнопкой «ENTR».

В течение выполнения процедуры прожига на экране (в нижней строке) появляется сообщение «ИДЕТ...».

Повторный прожиг возможен только после возврата тестера в меню «ПРОЖИГ». Прерывание процедуры прожига возможно по нажатию любой кнопки. Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

5.5. **Режим «ВЕРСИЯ»** обеспечивает просмотр текущей версии программного обеспечения тестера, которая с целью уточнения и улучшения может быть модифицирована в процессе производства прибора. Здесь также предоставляется пользователю адрес электронной почты для консультаций с разработчиком тестера.

Включение режима выполнить нажатием кнопки «ENTR», просмотр строк – «DOWN» (закольцован), выход – повторное нажатие «ENTR».

При необходимости пользователь может заказать обновление версии программного обеспечения

эксплуатируемого тестера (апгрейд) и докомплектование прибора на предприятии-изготовителе.

5.6. **Режимы «КАЛИБР.Э» и «КАЛИБР.К»** предназначены для калибровки измерительных каналов тестера; эти режимы не являются рабочими и выполняются предприятием-изготовителем тестера на соответствующем стендовом и поверочном оборудовании с использованием прецизионного источника напряжения и базового эталона ДМРВ. Калибровка каналов «ДМРВ-К» или «ДМРВ-Э» может быть выполнена на двух уровнях:

- **сигнальном**, путем калибровки U-каналов измерения напряжения;
- **параметрическом**, путем калибровки G-канала измерения расхода воздуха.

При запуске одного из режимов отображается подменю процедур:

- > **ВЫХОД** - возврат в меню «КАЛИБР.»;
- > **НАПРЯЖ.+** - абсолютное смещение характеристики U-канала вверх;
- > **НАПРЯЖ.-** - абсолютное смещение характеристики U-канала вниз;
- > **СБРОС-U** - сброс корректирующей поправки U-канала;
- > **РАСХОД+** - относительное смещение характеристики G-канала вверх;
- > **РАСХОД-** - относительное смещение характеристики G-канала вниз;
- > **СБРОС-G** - сброс корректирующей поправки G-канала.

Просмотр меню - «DOWN» (закольцовано), выбор процедуры - «ENTR». Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

При входе в процедуру «**НАПРЯЖ.+**» или «**НАПРЯЖ.-**» отображаются: **Up** - напряжение на входе канала (мВ) и **Kp** - его десятичное кодовое значение; базовое значение коэффициента $K_e = K_k = 512$ соответствует корректирующему коэффициенту, равному единице; коррекция напряжения (на один шаг ~5 мВ) выполняется кнопкой «DOWN», запись поправки в EEPROM тестера и возврат на предыдущий уровень меню - «ENTR».

После выполнения команды «**СБРОС-U**» появляется сообщение «ВЫПОЛНЕН», что означает обнуление

корректирующей поправки по выбранному U-каналу напряжения, введенной ранее в EEPROM тестера, и возврат к базовому значению.

При входе в процедуру «РАСХОД+» или «РАСХОД-» отображается **Re** или **Rk** – условные коэффициенты для относительного смещения характеристики G-канала; базовое значение коэффициента $Re/Rk=1024$ соответствует корректирующему коэффициенту, равному единице; коррекция Re/Rk (на одну единицу кода) выполняется кнопкой «DOWN», запись поправки в EEPROM тестера и возврат на предыдущий уровень меню – «ENTR».

Введенная поправка распространяется на весь диапазон выходной характеристики выбранного типа ДМРВ.

После выполнения команды «СБРОС-G» появляется сообщение «ВЫПОЛНЕН», что означает обнуление корректирующей поправки по выбранному G-каналу расхода воздуха, введенной ранее в EEPROM тестера.

6. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий раздел предназначен для ознакомления пользователя с конструктивными особенностями и наиболее характерными методическими приемами выполнения диагностических работ по проверке исправности ДМРВ и элементов системы питания двигателя воздухом.

6.1. Общие рекомендации по применению тестера

6.1.1. Диагностические работы с применением тестера ДМРВ проводятся в случае, если имеют место следующие неисправности автомобиля:

- повышенный эксплуатационный расход топлива;
- неравномерная работа двигателя на холостом ходу;
- плохой пуск или недостаточная приемистость (мощность) двигателя;
- “провалы” частоты вращения двигателя при разгоне автомобиля;
- переобогащение или переобеднение топливо-воздушной смеси по показаниям датчика кислорода и др.

Как правило, причиной данных неисправностей в системе впуска двигателя могут быть: засоренность воздушного фильтра, несоответствие или отклонение статической или динамической характеристики ДМРВ от заданной по ТУ,

неисправность регулятора холостого хода, неправильная регулировка дроссельного устройства, неисправность датчика положения дроссельной заслонки, негерметичность впускной системы после ДМРВ (подсос неучтенного воздуха) или подсос воздуха на выпуске и др.

Предварительно, с помощью диагностического сканера-тестера необходимо убедиться, что бортовой контроллер ЭСУД не фиксирует каких-либо неисправностей в системе управления двигателем. Исправность системы питания двигателя топливом необходимо проверить с помощью тестера форсунок или аналогичного прибора.

6.1.2. Переобеднение или переобогащение топливозвдушной смеси (ТВС), которые определяет контроллер ЭСУД по показаниям датчика кислорода до нейтрализатора (в комплектации двигателя с антиоксидантными компонентами), могут быть связаны со смещением статической характеристики ДМРВ относительно ее номинала, заданного по ТУ.

В результате контроллер может зафиксировать коды неисправностей "Бедная смесь" или "Богатая смесь", которые в неявном виде могут свидетельствовать об эксплуатационном ухудшении параметров ДМРВ.

6.1.3. Помимо собственных показаний ДМРВ на управление топливоподачей двигателя в комплектации автомобиля без антиоксидантных компонентов влияет положение «винта» регулировки СО. «Винт-СО» может быть механическим под отвертку или электронным в виде ячейки флэш-памяти контроллера ЭСУД. На ДМРВ нитевого типа этот механический винт устанавливается со стороны электрического разъема.

Если «Винт-СО» слабо зафиксирован или не отрегулирован по номинальному значению $CO=0,8\%$ на холостом ходу – двигатель будет работать нестабильно или иметь повышенный эксплуатационный расход топлива. Электронный «Винт-СО» регулируется с помощью диагностического сканера-тестера. Каждая замена ДМРВ или контроллера ЭСУД на автомобиле с предусмотренным регулятором СО, где отсутствует датчик кислорода, должна сопровождаться регулировкой СО на холостом ходу.

6.1.4. В общем случае рекомендуется следующий порядок работы с тестером ДМРВ:

- в зависимости от цели применения собрать монтажную

схему подключения тестера (прил. 3) и выбрать варианты установки ДМРВ для проверки (прил. 4);

- включить тестер и выбрать контролируемый ДМРВ;
- выполнить необходимые процедуры в соответствии с методикой применения тестера (разделы 5 и 6);
- в случае, если тестер не включается (нет изображения) или работает некорректно, рекомендуется выполнить его перезагрузку, то есть инициализацию программы, путем переподключения плюсового провода кабеля питания адаптера ДМРВ к клемме «Плюс» источника =12В;
- в случае неисправности тестера воспользоваться рекомендациями приложения 5;
- по завершению работы отключить тестер и его компоненты в порядке, обратном подключению.

6.1.5. Особенности монтажа и подключения компонентов тестера.

Для обеспечения правильности показаний эталонный и контролируемый ДМРВ должны быть установлены согласно направлению потока воздуха в двигатель или в устройство продувки ДМРВ (направление маркируется стрелкой на корпусе ДМРВ, воздушные соединения должны быть уплотнены резиновыми шлангами или изоляционной лентой.

Ориентация выходных соединителей ДМРВ должна быть одинаковой, по возможности параллельной и неизменной в процессе всего цикла контроля или поверки, т.к. при повороте ДМРВ на 90° разница показаний может достигать +-1%.

При измерении расхода воздуха необходимо помнить, что в зависимости от места установки ДМРВ "верх" или "низ" его показания могут отличаться до +-15%. При проведении поверки этот эффект компенсируется за счет усреднения результатов контроля для двух вариантов установки ДМРВ.

Электрические соединения (см. прил. 3) выполнять через адаптер А2, соблюдая последовательность и правильность подключения кабелей:

- кабель Х2 к вилке ХР3 («ДМРВ-Э») для эталонного ДМРВ;
- кабель Х3 к вилке ХР4 («ДМРВ-К») для контролируемого ДМРВ;

- кабель X0 к розетке XS1 адаптера A2 («ТЕСТЕР») и розетке XS0 тестера A1;
- кабель продувочного устройства C3 к розетке XS5 («ЭВ») или розетка XS2 («КОНТРОЛЬ») адаптера A2;
- кабель X1 питания адаптера A2 к клеммам G1+/G1- источника =12В (черный изолятор - «Минус»);
- измерительные приборы и источник эталонного напряжения G2 к розетке XS2 («КОНТРОЛЬ») адаптера A2.

Примечание. При работающем двигателе расчетное значение массового расхода воздуха контролируемого ДМРВ можно считывать из контроллера ЭСУД с помощью внешнего диагностического оборудования, например, диагностического сканера-тестера, но полного соответствия показаний, сканера-тестера и показаний тестера расхода воздуха наблюдаться не будет (см. раздел 1).

6.2. Проверка калибровки ДМРВ

Цель данной проверки - выявить относительное отклонение (в %) фактической статической характеристики эксплуатируемого ДМРВ от номинальной, заданной по ТУ. В случае превышения порога допустимых отклонений может быть принято решение о браковании эксплуатируемого ДМРВ и замене его на исправный аналог.

Практика показывает, что в большинстве случаев смещение характеристики ДМРВ относительно ее эталона происходит примерно в одном и том же процентном отношении к эталонному значению практически вне зависимости от производительности (мощности) потока. Наиболее существенное влияние на работу двигателя это оказывает в диапазоне расхода воздуха **8...120 кг/ч**. Поэтому для оценки "ухода" статической характеристики ДМРВ относительно ее номинала достаточно проверить эксплуатируемый ДМРВ в указанном диапазоне расходов воздуха в одной из точек его характеристики.

При использовании продувочного устройства УПД-2 эта точка находится в диапазоне 40...75 кг/ч, при использовании бытового пылесоса - 60...140 кг/ч.

Для того, чтобы получить более-менее достоверные данные об исправности ДМРВ, нужно произвести **две продувки - прямую и инверсную** при достаточно стабильном потоке

воздуха, а результат усреднить. В противном случае потребовалось бы гораздо более мощное продувочное устройство и трубопровод в 10-20 раз длиннее, как это реализовано на измерительных моторных стендах или на заводе-изготовителе ДМРВ.

Эта методика отработана экспериментально и позволяет в значительной мере нивелировать основные негативные факторы при проведении проверки калибровки ДМРВ: колебания напряжения питания устройства продувки ДМРВ, различное аэродинамическое сопротивление ДМРВ и их воздухопроводов, зависимость показаний ДМРВ от места и порядка их установки, а также от длины и сечения соединительных шлангов.

С целью обеспечения точности и стабильности проверка калибровки ДМРВ должна проводиться в сухом помещении (влажность не выше 80%), без сквозняков и при нормальной температуре окружающей среды ($22 \pm 5^\circ\text{C}$). Устройство продувки ДМРВ по уровню пульсаций потока и напряжению питания должно отвечать требованиям, приведенным в п. 4.1.

Примеры таблиц измерений и расчетов в прилож. 6.

6.2.1. Общая методика проверки ДМРВ

В общем случае эта проверка может проводиться пользователем прибора в следующей последовательности:

- снять эксплуатируемый ДМРВ, почистить корпус и электрический соединитель щеткой, смоченной бензином или уайт-спиритом, не допуская попадания жидкости на чувствительный элемент внутри ДМРВ, просушить на воздухе;
- подсоединить к используемому типу продувочного устройства рабочий эталон ДМРВ-Э и эксплуатируемый (контролируемый) ДМРВ-К по варианту 1а/2а прил. 4;
- подключить компоненты тестера согласно прил. 3.1;
- подать питание =12В на адаптер А2 и выбрать тип ДМРВ-К в процедуре «ВЫБ.ДМРВ/ДМРВ-К»;
- согласно паспорту проверить комплектуемый изготовителем прибора тип эталонного ДМРВ-Э в режиме «ВЫБ.ДМРВ/ДМРВ-Э», а также указанные в паспорте заводские номера тестера и рабочего эталона ДМРВ;
- включить продувку, установить требуемую производительность потока воздуха, выдержать паузу 20-30 с для стабилизации показаний ДМРВ;
- выбрать режим «ПОВЕРКА», кнопкой "ENTR" запустить

первый цикл поверки ДМРВ-К до исчезновения мигающего маркера, записать параметры: Ge_1 , Pe_1 и Do_1 ;

- если производительность потока Ge вышла за указанный диапазон - см. рекомендации приложения 5;

- если относительная разница показаний Do превышает $\pm 30\%$, проверить правильность выбора типов ДМРВ в режиме «ВЫБ.ДМРВ», соблюдение особенностей (см. п. 6.1.5) монтажа и подключения компонентов тестера, а также воспользоваться рекомендациями приложения 5;

- если размах пульсаций Pe больше указанного в п. 4.1.1, то результаты аннулируются и поверку необходимо повторить; в противном случае должна быть проверена исправность продувочного устройства или номинальное напряжение его источника питания;

- не отключая тестер и продувочное устройство, поменять местами установку ДМРВ-Э и ДМРВ-К (вариант 1б/2б приложения 4);

- не меняя производительности потока выполнить второй цикл поверки с учетом вышеуказанных ограничений и записать в таблицу значение параметров: Ge_2 , Pe_2 и Do_2 ;

- определить среднее относительное отклонение показаний ДМРВ (со знаком) $Do = (Do_1 + Do_2) / 2$;

- превышение допуска Do на относительное отклонение показаний контролируемого ДМРВ от показаний рабочего эталонна ДМРВ можно считать браковочным признаком:

- 1) для автомобилей "Евро-0" (без датчика кислорода) **$\pm 5\%$ - для новых ДМРВ и $\pm 10\%$ - для эксплуатируемых;**

- 2) для автомобилей "Евро-2" и выше (с датчиком кислорода) **$\pm 10\%$ - для новых ДМРВ и $\pm 20\%$ - для эксплуатируемых.**

Примечание: указанные допуски носят рекомендательный характер.

Для систем Евро-2 и выше контроллер адаптируется к деградирующей характеристике ДМРВ на основании показаний датчика кислорода № 1, установленного в системе выпуска отработавших газов до нейтрализатора. Поэтому допуск на отклонение характеристики ДМРВ от номинала можно удвоить. Однако ДМРВ, выпадающий из допуска $\pm 10\%$, может являться причиной ограничения мощности, повышенного расхода топлива или нестабильной работе двигателя при прогреве на холостом

ходу вне зависимости от наличия датчика кислорода.

Если позволяют возможности устройства продувки, можно выполнить проверку калибровки ДМРВ по другим точкам его статической характеристики.

6.2.2. Типовой пример проверки ДМРВ

Рассмотрим наиболее типичный случай проверки калибровки эксплуатируемого ДМРВ с использованием устройства продувки УПД-2.

Процедура выполняется в три этапа с использованием рабочего эталона ДМРВ-Э:

1) продувка-поверка ДМРВ при установке по варианту 2а приложения 4.2, когда ДМРВ-Э установлен ближе к продувочному устройству;

2) продувка-поверка ДМРВ при установке "наоборот", то есть по варианту 2б приложения 4.2, когда ДМРВ-К установлен ближе к продувочному устройству; электрическое подключение датчиков не должно меняться;

3) вычисление среднего в процентах отклонения показаний ДМРВ-К от показаний ДМРВ-Э, на основании которого принимается решение об исправности ДМРВ-К.

Монтажная схема подключения к адаптеру АДВ-2 показана в приложении 3.1. Подсоединить:

- рабочий эталон - через соответствующий переходной кабель к вилке "ДМРВ-Э";

- проверяемый датчик - через соответствующий переходной кабель к вилке "ДМРВ-К";

- вентилятор продувочного устройства - к розетке "ЭВ" или "КОНТРОЛЬ";

- прибор соединить кабелем с розеткой "ТЕСТЕР";

- клеммы "Крокодил" питающего кабеля адаптера соответственно: сначала "Черный" (чехол черного цвета, провод сдвоенный) - к "Минусу" блока питания =12В-2А, затем второй (чехол любого цвета, кроме черного) - к "Плюсу" этого блока. Идеальным источником является нормально заряженный автомобильный аккумулятор (АБ).

Включить блок питания или подключиться к АБ.

После подачи питания на коммуникационный адаптер запускается вентилятор продувочного устройства УПД-2, а на индикаторе прибора появляется первая строка меню "КОНТРОЛЬ" - см. раздел 5.

Для управления режимами работы прибор имеет всего две кнопки:

- кнопка "DOWN" ("Стрелка вниз"), которая позволяет

выбирать режим и листать строки параметров;

– кнопка "ENTR", которая позволяет запускать выполнение режима или операции, а также делать выбор из вариантов.

Перейти нажатиями кнопки "DOWN" к режиму "ВЫБ.ДМРВ" (выбор типа датчика) и нажать "ENTR" для включения режима. Кнопкой "DOWN" выбрать строку "ДМРВ-К" и нажать "ENTR".

Далее нужно выбрать тип ДМРВ-К согласно его условному обозначению в колонке 1 приложения 1.1. Например, широко применяемый ВАЗовский ДМРВ НFM5-4.7 0280218037 BOSCH будет иметь краткое обозначение из восьми символов "HF5-B037". Для поиска типа ДМРВ нажимать кнопку "DOWN" до появления соответствующей строки, после чего нажать "ENTR". Введенный тип ДМРВ-К заносится в первую строку меню и сохраняется в энергонезависимой памяти прибора до следующего изменения. Выбрать "ВЫХОД" и нажать "ENTR".

Аналогично "ДМРВ-К" выбрать тип рабочего эталона "ДМРВ-Э". Как правило, этот тип уже выбран производителем прибора, чаще это – НFM5-4.7 0280218116 BOSCH – краткое его обозначение согласно табл. прилож. 1.1 – "HF5-B116".

Завершив выбор ДМРВ-К, можно перейти к режиму поверки ДМРВ. Для чего нужно предварительно вернуться в основное меню, выбрав кнопкой "DOWN" функцию "ВЫХОД" и нажать "ENTR", затем несколькими нажатиями кнопки "DOWN" выбрать режим "ПОВЕРКА".

Проверка калибровки ДМРВ начинается с установки датчиков ДМРВ-Э и ДМРВ-К по варианту 2а прил. 4.2.

Продувочное устройство должно отработать не менее 30 с, чтобы обеспечить начальный прогрев чувствительных элементов ДМРВ и стабильность показаний прибора.

Для запуска режима "ПОВЕРКА" нажать кнопку "ENTR" – должен появиться мигающий маркер, что означает "Идет поверка ДМРВ ...". После запуска режима измерение-усреднение результатов завершатся прибором автоматически примерно через 10 с (когда мигающий маркер исчезнет).

Кнопкой "DOWN" выбрать страницу "DA" (абсолютное отклонение показаний, кг/ч) и "DO%" (относительное отклонение показаний, %). Записать показание прибора "DO%", например, значение "-18,8%". Повторить поверку нажатием кнопки "ENTR". По завершению поверки сравнить первое и второе значения "DO%", если отклонение не превышает $\pm 0,5\%$ – это нормально, если превышает, то повторить поверку, нажав "ENTR". Среднее значение "DO1%"

для первого и второго измерений вычислить (как среднеарифметическое) и записать.

Установить ДМРВ-К и ДМРВ-Э по варианту 2б (приложение 4.2), при этом, не переподключая ДМРВ электрически и не выключая продувочного устройства, поменять датчики местами. Повторить аналогичную поверку для варианта 2б установки ДМРВ-К и ДМРВ-Э и записать среднее показание прибора "DO2%", например, получено значение "-23,2%".

Далее выполняется простое арифметическое действие для вычисления среднего значения: $(DO1+DO2)/2$, то есть для нашего примера это будет значение $(-18,8 - 23,2)/2 = -21,0\%$.

Таким образом, делаем заключение – проверенный ДМРВ-К занижает показания более допустимого, то есть на 21% в минус от показаний рабочего эталона ДМРВ-Э, поэтому его можно предварительно отбраковать, то есть рекомендовать для замены на новый.

Если нужно выйти из процедуры "ПОВЕРКА", например, для того, чтобы изменить тип ДМРВ-К, то следует выбрать кнопкой "DOWN" функцию "ВЫХОД" и нажать "ENTR". Типовая форма протокола проверки ДМРВ приведена в приложении 6.

6.3. Поверка-тарировка каналов тестера

Проводится предприятием-изготовителем тестера ДМРВ или потребителем при наличии соответствующего оборудования.

6.3.1. Поверка-тарировка каналов напряжения тестера

Проводится по следующей методике:

- подключить компоненты тестера и приборы по эл. схеме прил. 3.3;
- подать питание =12В на адаптер А2;
- сбросить корректирующие поправки командой "СБРОС-
U" в режимах "КАЛИБР.Э" и "КАЛИБР.К";
- подать через соединитель XS2 («КОНТРОЛЬ») адаптера А2 одновременно на его входы «ДМРВ-К» и «ДМРВ-Э» опорное напряжение $U = (2500 \pm 10)$ мВ от прецизионного источника постоянного тока (>5 мА) с уровнем пульсаций не более ± 2 мВ; напряжение источника измерить вольтметром класса точности 0,1;
- в режиме «КОНТРОЛЬ» проконтролировать: напряжение U_k и U_e не должно отличаться от показаний вольтметра более ± 5 мВ;

- в случае больших отклонений выполнить коррекцию U-каналов в режимах «КАЛИБР.Э»/«КАЛИБР.К», для чего: сбросить поправку по напряжению командой «СБРОС-U», откорректировать по показаниям вольтметра значение U_k и U_e в процедурах «НАПРЯЖ.+» или «НАПРЯЖ.-», записать коды поправок K_e/K_k в EEPROM-тестера (выполняется кнопкой «ENTER»); переподключить (с отключением на 5 с) напряжение питания адаптера A2 от источника $\approx 12V$ и проверить напряжение каналов U_k и U_e в режиме «КОНТРОЛЬ» – оно не должно отличаться от показаний вольтметра более вышеуказанного допуска.

6.3.2. Поверка-тарировка рабочего эталона ДМРВ

Калибровка-поверка рабочего эталона ДМРВ выполняется для комплекта «Прибор-Датчик», так как в результате этой процедуры корректирующая поправка для статической характеристики эталона ДМРВ записывается и хранится в энергонезависимой памяти (EEPROM) тестера.

Процедура может проводиться только с использованием базового эталона ДМРВ, поверка которого проведена на предприятии-изготовителе ДМРВ или на предприятии, имеющим лицензию (аккредитацию) на выполнение метрологической поверки расходомеров воздуха. Характеристика базового эталона ДМРВ должна быть поверена по не менее 10 точкам характеристики $U=f(G)$, например: 0, 8, 10, 15, 30, 60, 120, 250, 370, 480 кг/ч, он должен иметь заводской или инвентарный номер и дату следующей поверки.

Поверка проводится по следующей методике:

- подсоединить к используемому типу продувочного устройства рабочий эталон ДМРВ-Э и базовый ДМРВ-К по варианту 1а (прил. 4.1) или 2а (прил. 4.2);
- подключить компоненты тестера, эталонный (B1) и контролируемый (B2) ДМРВ по эл. схеме прил. 3.1; базовый эталон ДМРВ подключить к каналу «ДМРВ-К», калибруемый-поверяемый рабочий эталон ДМРВ к каналу «ДМРВ-Э»;
- подать питание $\approx 12V$ на адаптер A2 и выбрать типы ДМРВ-К и ДМРВ-Э в режиме «ВЫБ.ДМРВ»;
- сбросить корректирующие поправки командой «СБРОС-G» в режимах «КАЛИБР.Э» и «КАЛИБР.К»;
- включить продувку и установить производительность потока 40...140 кг/ч, выдержать паузу $>20s$ для

стабилизации показаний ДМРВ;

- выбрать режим «ПОВЕРКА», кнопкой «ENTR» запустить первый цикл поверки ДМРВ-К, записать в таблицу параметры: Ge_1 , Re_1 и Do_1 ;

- если производительность потока Ge вышла за ожидаемый диапазон продувочного устройства, то результаты аннулируются - проверить тип ДМРВ-Э и повторить поверку; необходимо повторить;

- если относительная разница показаний Do превышает $\pm 30\%$, проверить правильность выбора типов ДМРВ в режиме «ВЫБ.ДМРВ», соблюдение особенностей в 6.1.5 по монтажу и подключению компонентов тестера, а также воспользоваться рекомендациями по устранению вероятных неисправностей в прил. 5;

- если размах пульсаций Re больше указанного в п. 4.1.1, то результаты аннулируются и поверку необходимо повторить; в противном случае должна быть проверена исправность продувочного устройства или измерено выходное напряжение его источника питания в нагруженном состоянии при токе 1-2А;

- поменять местами подсоединение к продувочному устройству ДМРВ-Э и ДМРВ-К (вар. 1б или 2б прил. 4);

- не меняя производительности потока выполнить второй цикл поверки с учетом вышеуказанных ограничений и записать значение параметров: Ge_2 , Re_2 и Do_2 ;

- определить среднее значение (со знаком)
 $Do = (Do_1 + Do_2) / 2$;

- если среднее значение **Do больше $\pm 10\%$** , то ДМРВ в качестве рабочего эталона использовать нельзя, и он должен быть изолирован на складе брака;

- рассчитать величину требуемой поправки Re для тарировки канала ДМРВ-Э по формуле: $Re = 1024 * (1 + Do / 100)$, где значение Do (%) указывается со знаком;

- если поправка Re меньше 1024, выбрать процедуру «КАЛИБР.Э/РАСХОД-» и установить ее значение в соответствии с расчетным и записать в EEPROM-тестера;

- если поправка Re больше 1024, выбрать процедуру «КАЛИБР.Э/РАСХОД+» и установить ее значение в соответствии с расчетным и записать в EEPROM-тестера;

- выполнить повторную поверку рабочего эталона

ДМРВ (канал ДМРВ-Э) с помощью базового эталона ДМРВ (канал ДМРВ-К) по вышеуказанной методике;

- если относительное отклонение показаний рабочего эталона и базового эталона ДМРВ превышает допуск **До больше $\pm 1\%$** , то калибровку канала «ДМРВ-Э» для рабочего эталона ДМРВ, а затем его метрологическую поверку, необходимо повторить путем коррекции коэффициента R_e с целью снижения значения $Do < \pm 1\%$;

- если рабочий эталон ДМРВ удовлетворяет вышеуказанным требованиям точности контроля, то маркировать его корпус этикеткой; внести заводской номер рабочего эталона ДМРВ и номер тестера ДМРВ, а также корректирующие константы (K_e , K_k , R_e , R_k), дату поверки и приемо-сдаточных испытаний в паспорт на прибор.

6.4. Тарировка нитевого ДМРВ

Эксплуатационная тарировка выходной характеристики ДМРВ посредством прожига предусмотрена только для ДМРВ нитевого типа, в пленочных ДМРВ эта возможность отсутствует. Тип ДМРВ (нитевой или пленочный) указан в таблице прил. 1.1.

Тарировка выполняется в случае, если при проведении поверки нитевого ДМРВ выявлено недопустимое отклонение его выходной характеристики от заданной по ТУ. Характеристика нитевого ДМРВ может отклониться от номинальной после длительной (более месяца) стоянки автомобиля или при хранении ДМРВ в холодном и сыром помещении.

При выполнении тарировки ДМРВ тестер формирует электрический импульс прожига нити $(5B \pm 0,6)B$, который разогревает чувствительный элемент (платиновую нить) ДМРВ примерно до $950\text{ }^{\circ}C$, что позволяет удалить загрязнение нити и восстановить (полностью или частично) выходную характеристику ДМРВ. Время выполнения **однократного** прожига включает импульс прожига (1,5с) и интервал остывания (4 с) нити ДМРВ.

Практика показывает, что для разогрева холодной нити ДМРВ или для ДМРВ, который более месяца не эксплуатировался, рекомендуется выполнить **двойной** прожиг - два импульса прожига по 1,5 с.

В отдельных случаях характеристика нитевого ДМРВ может восстанавливаться только после нескольких прожигов или не может подлежать восстановлению вообще, если параметры платиновой нити или электронного преобразователя сигнала ДМРВ вышли за допустимые пределы.

Обратить внимание:

- ресурс нитевого ДМРВ ограничен примерно 10 тыс. прожигов, поэтому контроллер ЭСУД выполняет его только после останова прогретого двигателя, проработавшего не менее 3-х минут, в том числе с частотой вращения выше 2000 мин⁻¹; поэтому, если двигатель глохнет после пуска по вероятной причине нарушения тарировки нитевого ДМРВ, то восстановление характеристики данного ДМРВ путем прожига перед пуском двигателя можно выполнить принудительно с помощью тестера ДМРВ;

- при прожиге не допускается продувка ДМРВ воздухом, то есть не допускается запуск двигателя или вентилятора;

- сигнал прожига выполняется одновременно для двух цепей ДМРВ: контролируемого и эталонного, поэтому при проведении тарировки одного ДМРВ, другой рекомендуется отсоединять от адаптера, за исключением случая одновременной тарировки двух ДМРВ нитевого типа.

Последовательность операций тарировки ДМРВ нитевого типа, установленного непосредственно на автомобиле:

- зажигание выключить; эксплуатируемый ДМРВ, характеристика которого тарируется, необходимо отсоединить от жгута проводов ЭСУД;

- подключить компоненты тестера и контролируемый (B2) ДМРВ по монтажной схеме прил. 3.2;

- включить режим работы тестера «ПРОЖИГ» и активизировать процедуру «ПРОЖИГ-1» или «ПРОЖИГ-2»; во время выполнения прожига можно реально наблюдать кратковременный разогрев нити ДМРВ до ярко красного цвета, если этого не происходит, проверить правильность подключения ДМРВ и исправность кабелей тестера.

ТИПЫ ДМРВ И ХАРАКТЕРИСТИКА**1.1. Типы контролируемых ДМРВ**

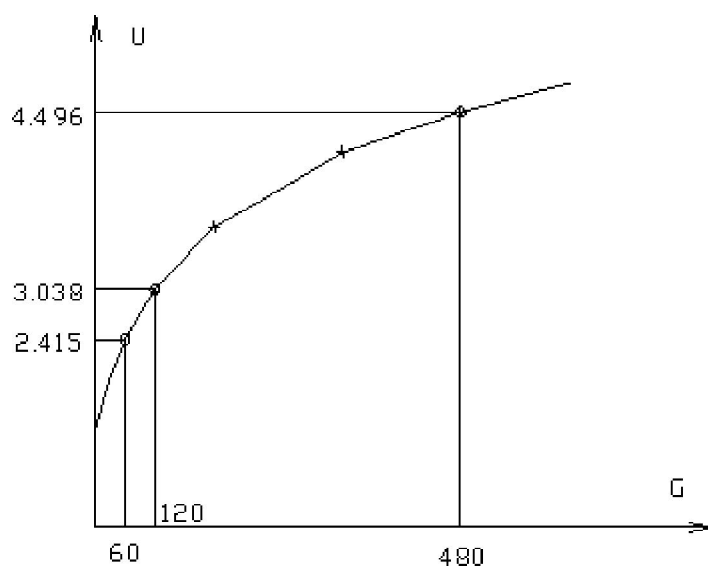
Услов. обознач. для выбора ДМРВ по меню тестера	Полное обозначение ДМРВ или его аналога	ЧЭВ	Марка авто
HF5-B037	HFM5-4.7 BOSCH 0280218037	П/А	ВАЗ, УАЗ
HF5-B116	HFM5-4.7 BOSCH 0280218116	П/А	ВАЗ
HFM-S-11	HFM62C/11 SIEMENS Аналог 20.3855 РФ Аналог ДМРВ-П РФ	П/А	ГАЗ, УАЗ
HF5-B004*	HFM5-4.7 BOSCH 0280218004	П/А	ВАЗ
HL2-B014*	HLM2-4.7 BOSCH 0280212014 Аналог ДМРВ-М РФ	Н/А	ГАЗ, УАЗ
HL2-B022*	HLM2-4.7 BOSCH 0280212022 Аналог ДМРВ-УМ РФ	Н/А	УАЗ
HFM-S-19	HFM62C/19 SIEMENS Аналог 20.3855-10 РФ	П/А	ГАЗ, УАЗ
HFM7-B220	HFM7-4.7 BOSCH 0280218220	П/А	УАЗ, ВАЗ

Обозначения:

ЧЭВ – тип чувствительного элемента ДМРВ/выходной сигнал: Н/А – нитевой (платиновый) / аналоговый выход, ; П/А – пленочный/ аналоговый выход.

Марка авто – марка автомобиля, на котором может применяться ДМРВ данного типа;

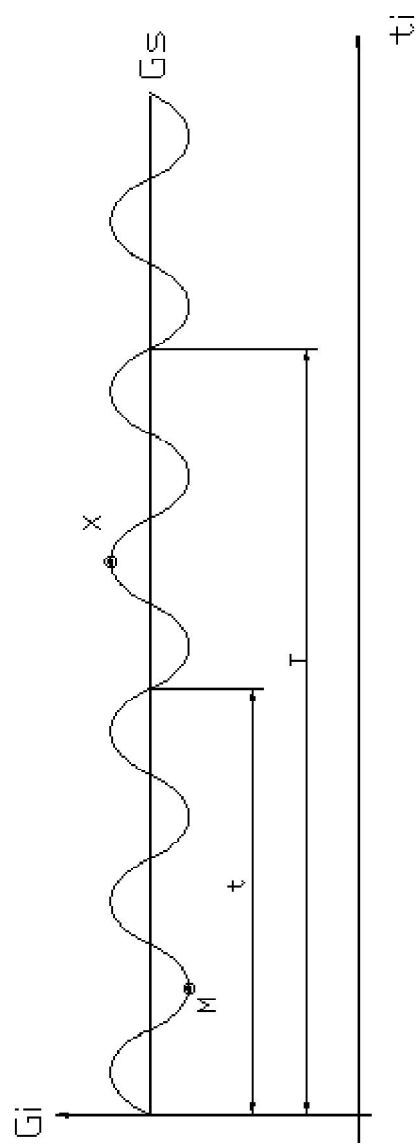
* – ДМРВ снят с серийного производства, выпускается в запасные части.



**1.2. Статическая характеристика NFM5-4.7
0280218037 BOSCH (пример) .**

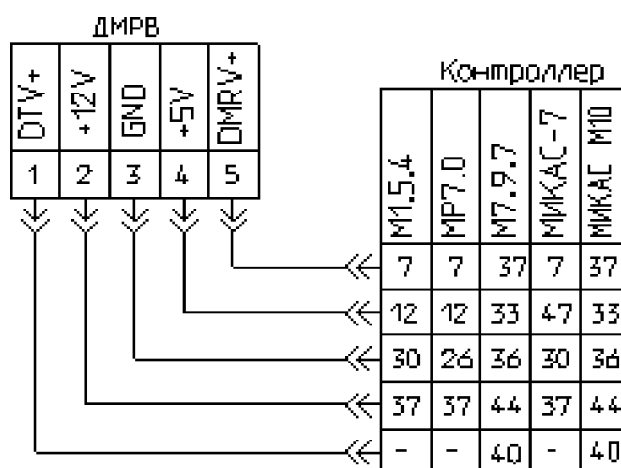
Обозначения параметров (для прилож. 1.2 и 1.3) :

- G - массовый расход воздуха, кг/ч;
- U - выходное напряжение ДМРВ, В;
- G_i - текущий расход воздуха, кг/ч;
- t_i - текущее время, с;
- t - интервал усреднения параметров, с;
- T - интервал наблюдения параметров, с;
- M - минимальный пиковый расход воздуха в течение T -интервала наблюдения, кг/ч;
- X - максимальный пиковый расход воздуха в течение T -интервала наблюдения, кг/ч;
- G_s - среднее значение расхода воздуха за t -интервал усреднения параметров, кг/ч.

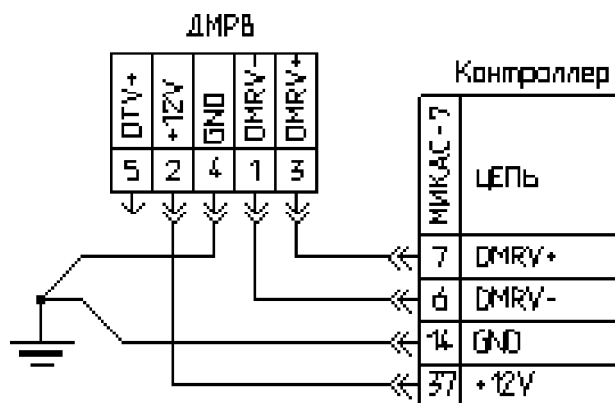


1.3. Характеристика пульсирующего потока воздуха.
Обозначения параметров приведены в приложении 1.2

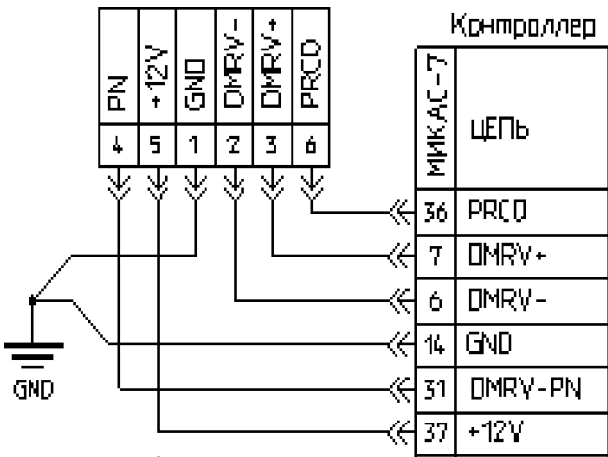
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДМРВ К КОНТРОЛЛЕРАМ



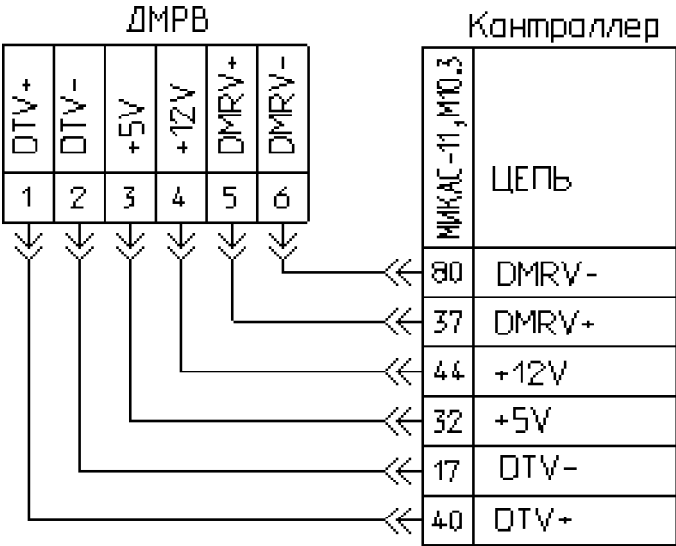
2.1. Схема подключения пленочного ДМРВ НFM5-4.7



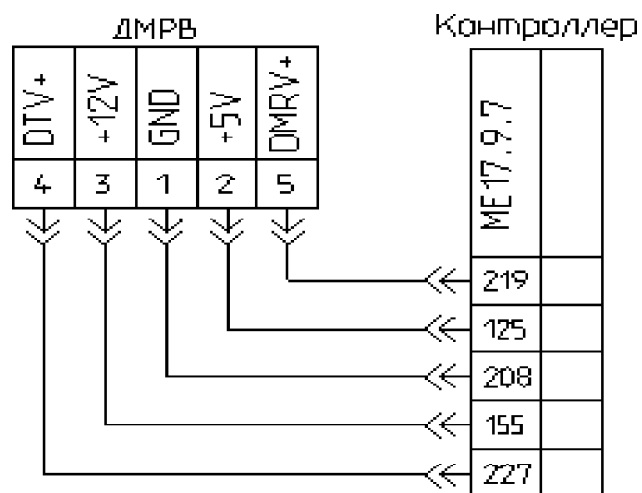
2.2. Схема подключения пленочного ДМРВ НFM62C/11



2.3. Схема подключения нитевого ДМРВ НЛМ2-4.7



2.4. Схема подключения пленочного ДМРВ НФМ62С/19



2.5. Схема подключения пленочного ДМРВ НФМ7-4.7.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 2

Цепи ДМРВ:

+12V - питание ДМРВ от сети =12В;
+5V - питание ДМРВ от +5В контроллера ЭСУД;
DMRV+ - выход «плюс» ДМРВ;
DMRV- - выход «минус» ДМРВ;
GND - силовая «масса» ДМРВ или контроллера;
GNA - аналоговая «масса» контроллера;
DTV+ - выход «плюс» датчика температуры воздуха;
DTV- - выход «минус» датчика температуры воздуха;
PRCO - выход потенциометра регулировки СО;
PN - вход прожига нитевого ДМРВ.

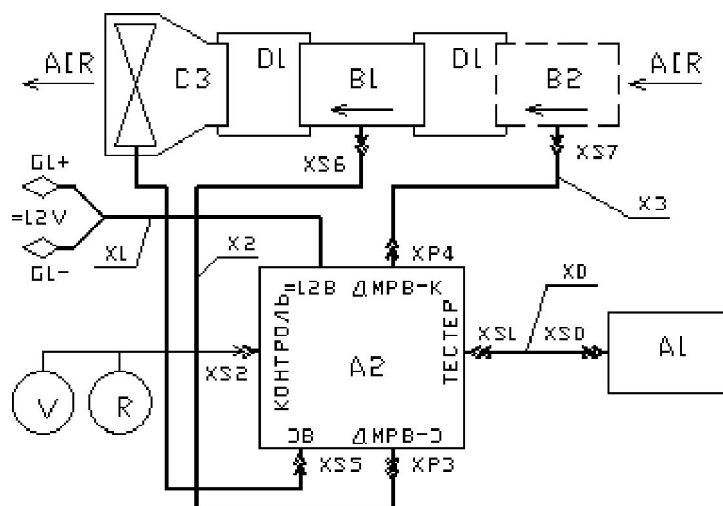
Контроллеры ЭСУД (условное обозначение):

M1.5.4 - M1.5.4 и M1.5.4N BOSCH, ЯНВАРЬ-5.1;
MP7.0 - MP7.0/E2 и MP7.0/E3 BOSCH;
M7.9.7 - M7.9.7/E2 и M7.9.7/E3 BOSCH, ЯНВАРЬ-7.2;
МИКАС-7 - МИКАС-5.4, МИКАС-7;
МИКАС M10- МИКАС-10/E2 и МИКАС-10/E3 (ВАЗ);
МИКАС-11, M10.3 - МИКАС-11/E3, МИКАС M10.3/E3 (УАЗ);
ME17.9.7 - ME17.9.7/E3 BOSCH.

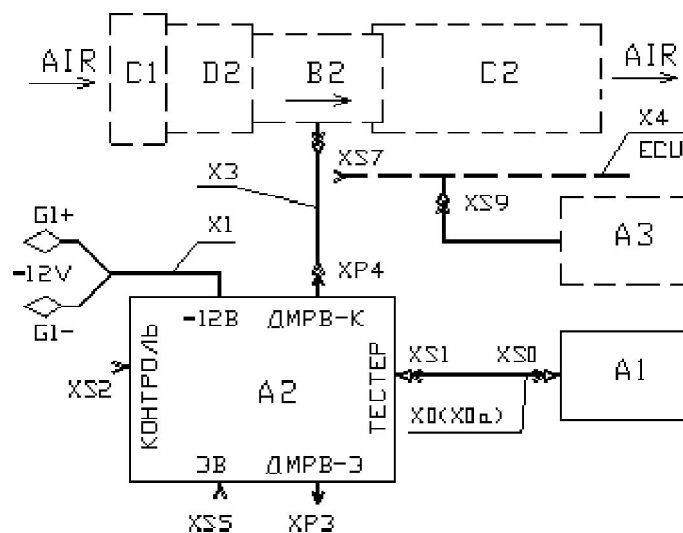
СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ (по тексту)

ДВС - двигатель внутреннего сгорания;
ДМРВ - датчик массового расхода воздуха;
ДМРВ-К - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-К»;
ДМРВ-Э - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-Э»;
ЖКИ - жидко-кристаллический индикатор;
КЗ - короткое замыкание в цепи;
ЧЭ - чувствительный элемент;
ЧЭВ - тип чувствительного элемента и выходной сигнал;
ОШИБКА ПАМЯТИ - неисправность флэш-ПЗУ тестера;
ТВС - топливо-воздушная смесь
УПД - устройство для продувки ДМРВ;
ЭВ - электроventильатор;
ЭСУД - электронная система управления двигателем.

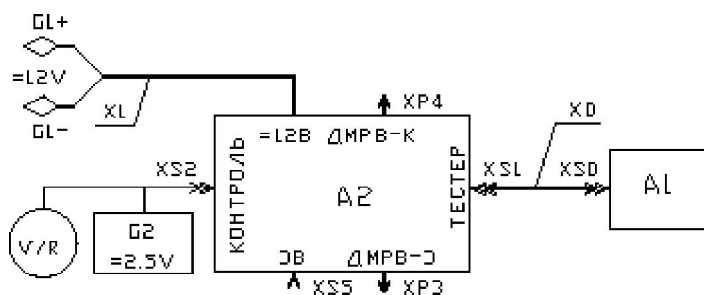
МОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ТЕСТЕРА



3.1. Монтажная схема включения приборов при проведении поверки ДМРВ и калибровки G-каналов тестера



3.2. Монтажная схема включения приборов при проведении бортового контроля ДМРВ



3.3. Монтажная схема включения приборов при проведении калибровки-поверки U-каналов тестера

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 3

Обозначение компонентов тестера:

- A1 - тестер расхода воздуха;
- A2 - адаптер ДМРВ;
- B1 - рабочий эталон ДМРВ;
- C3 - устройство продувки ДМРВ;
- D1 - шланг соединительный.

Обозначение компонентов автомобиля:

- AIR - направление потока воздуха;
- B2 - контролируемый (эксплуатируемый) ДМРВ ЭСУД;
- C1 - фильтр воздушный;
- C2 - впускная система двигателя;
- D2 - шланг соединительный;
- G1 - источник питания = (12) В/2А;
- +G1 - Зажим «Плюс» источника G1;
- G1 - Зажим «Минус» источника G1;
- X4 - жгут проводов ЭСУД (ECU).

Обозначение дополнительных приборов:

- A3 - диагностический сканер-тестер;
- G2 - источник эталонного напряжения;
- V/R - вольтметр = 20 В/0,1%/омметр > 1 МОм/1%.

Обозначение кабелей и соединителей:

X0 - кабель тестера между A1 и A2 (0,6м);
X1 - кабель питания адаптера (1,5м);
X2 - кабель эталонного ДМРВ (0,4м);
X3 - кабель контролируемого ДМРВ (0,4м);
XS0 - розетка 9-конт. тестера A1;
XS1 - розетка 9-конт. адаптера A2 для кабеля X0;
XS2 - контрольный разъем адаптера A2;
XP3 - вилка 9-конт. для эталонного ДМРВ;
XP4 - вилка 9-конт. для контролируемого ДМРВ;
XS5 - розетка адаптера A2 для устройства C3
(может отсутствовать, используется XS2);
XS6 - розетка кабеля X2 эталонного ДМРВ;
XS7 - розетка кабеля X3 контролируемого ДМРВ;
XS9 - розетка жгута проводов ЭСУД диагностическая.

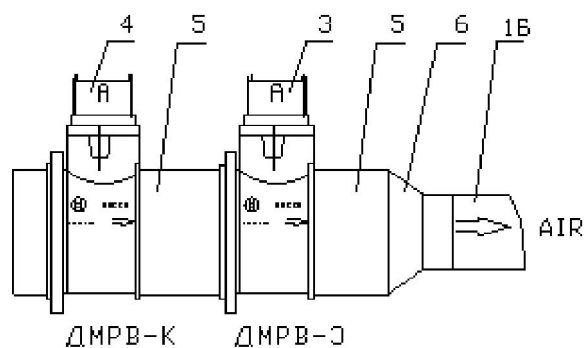
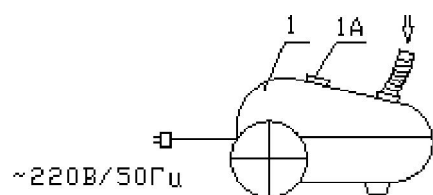
Адресация соединителей:

XS0/XS1: 9 - +12В; 7 - общий аналоговый; 1 - сигнал от контролируемого ДМРВ; 6 - сигнал от эталонного ДМРВ; 5 - прожиг нити ДМРВ;

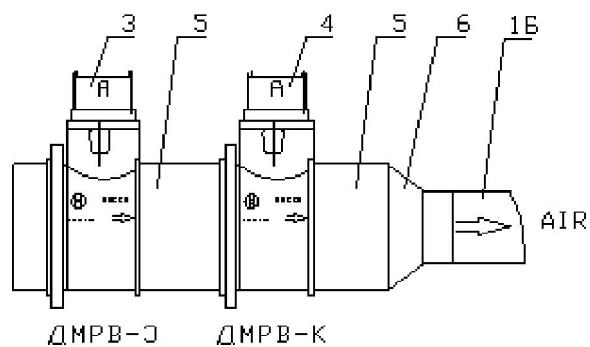
XS2: 9 - +12В; 2 - общий аналоговый; 1 - сигнал от контролируемого ДМРВ; 6 - сигнал от эталонного ДМРВ; 8 - сопротивление цепей ДТВ/ПРСО эталонного ДМРВ; 4 - сопротивление цепей ДТВ/ПРСО контролируемого ДМРВ; 5 - прожиг ДМРВ; 3 - +5В для питания ДМРВ; 7 - контакт заблокирован или общий силовой;

XP3/XP4: 9 - +12В; 7 - общий силовой; 1 - сигнал от ДМРВ; 2 - общий аналоговый (ДМРВ-минус); 3 - +5В для питания ДМРВ; 4 - сопротивление цепей ДТВ/ПРСО; 5 - прожиг нити ДМРВ.

**ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ ДМРВ ДЛЯ ПОВЕРКИ
КОМПОНЕНТЫ ТЕСТЕРА**

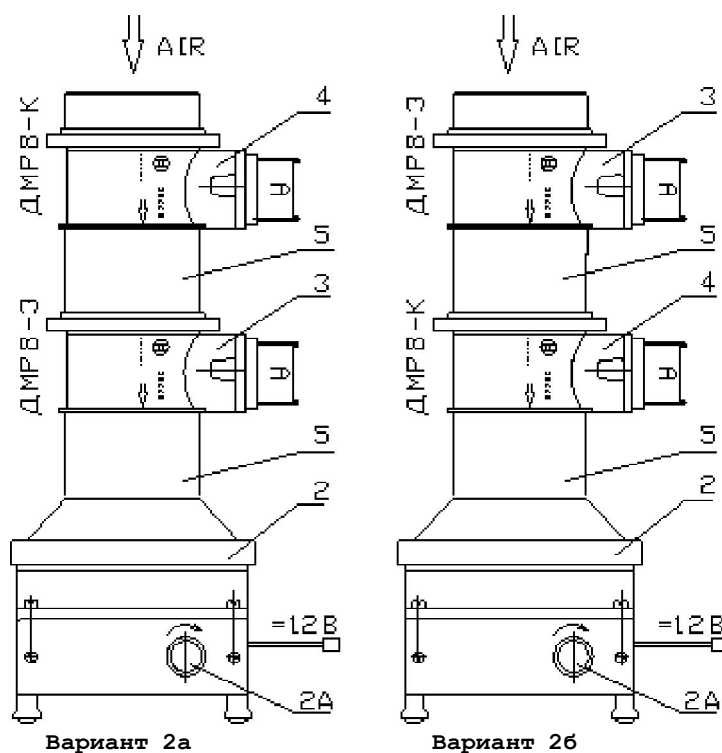


Вариант 1а



Вариант 1б

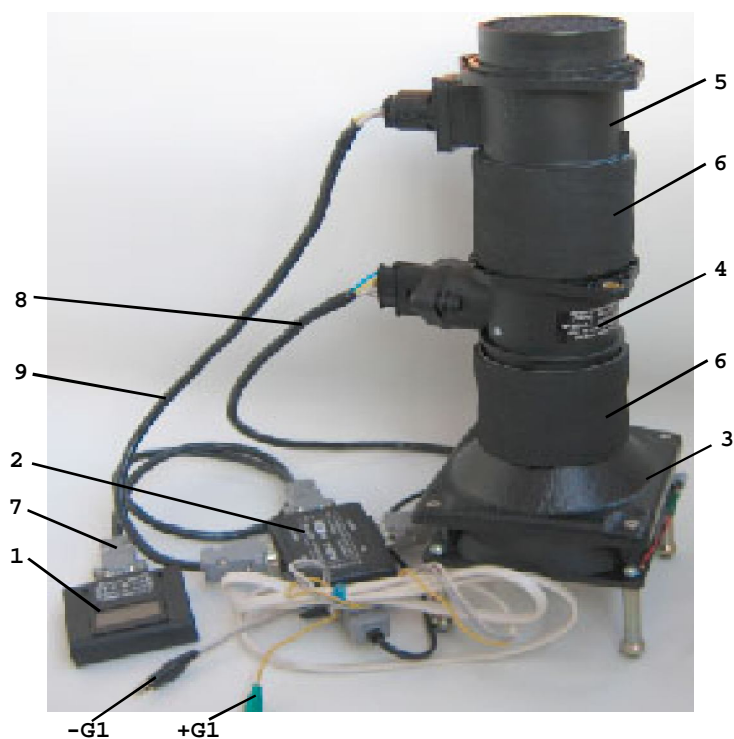
4.1. Проверка калибровки ДМРВ с применением пылесоса



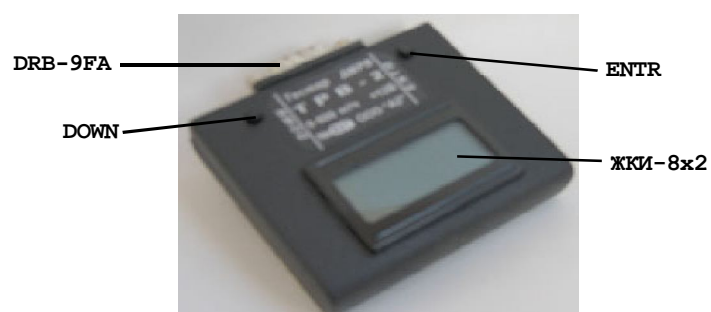
4.2. Проверка калибровки ДМРВ с применением УПД-2

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 4

- 1 - пылесос бытовой;
 - 1а - регулятор мощности пылесоса;
 - 1б - шланг пылесоса;
 - 2 - устройство продувки ДМРВ;
 - 2а - регулятор мощности УПД (может отсутствовать);
 - 3 - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-Э»;
 - 4 - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-К»;
 - 5 - шланг соединительный;
 - 6 - сопло пылесоса;
- AIR - направление потока воздуха.



4.3. Пример установки и подключения ДМРВ с использованием устройства продувки УПД-2: 1 - тестер ТРВ-2; 2 - адаптер коммуникационный АДВ-2; 3 - устройство продувки УПД-2; 4 - рабочий эталон ДМРВ-Э, 5 - контролируемый ДМРВ-К; 6 - шланг соединительный; 7 - кабель тестера; 8 - кабель ДМРВ-Э; 9 - кабель ДМРВ-К.



4.4. Тестер датчиков расхода воздуха ТРВ-2.



4.5. Адаптер коммуникационный АДВ-2



4.6. Кабель тестера (между ТРВ-2 и АДВ-2)

Подключается к розетке АДВ-2 "ТЕСТЕР".



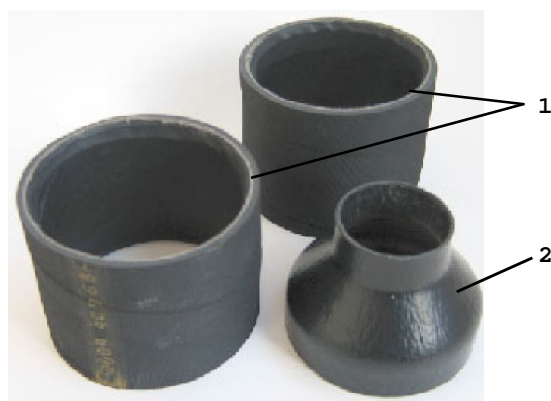
4.7. Рабочий эталон ДМРВ с кабелем.

Подключается к вилке АДВ-2 "ДМРВ-Э".



4.8. Устройство продувки УПД-2

Подключается к розетке АДВ-2 "КОНТРОЛЬ".
 Электровентилятор типа KF-1238B1H/S1H.



4.9. Арматура ДМРВ:

1 - шланг соединительный; 2 - сопло пылесоса.

Для облегчения сборки слегка смазать внутренние края машинным маслом или циатимом.



4.10. Кабель датчиков расхода воздуха HFM5-4.7



4.11. Кабель датчиков расхода воздуха HFM62C/11



4.12. Кабель датчиков расхода воздуха HFM62C/19



4.13. Кабель датчиков расхода воздуха HLM2-4.7



4.14. Кабель датчиков расхода воздуха HFM7-4.7

ВЕРОЯТНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТЕСТЕРА

Наименование неисправности, вероятная причина и рекомендации по ее устранению (см. схемы прил. 4)

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

- плохой контакт зажимов кабеля X1 питания адаптера A2 с клеммами G1+/G1- аккумулятора или их обратное включение: зачистить контакты и выполнить повторное подключение зажимов;

- высокий разряд бортового аккумулятора или недостаточная мощность источника =12В: выполнить профилактику и заряд аккумуляторной батареи, использовать источник тока не менее 2А;

- плохой контакт в кабеле X0; «прозвонить» омметром кабель X0 с помощью омметра в соответствии с адресацией соединителей XS0 и XS1;

- неисправность кабеля питания адаптера ДМРВ: восстановить повреждение кабеля согласно его адресации выводов;

- неисправность тестера A1 или адаптера A2: заменить неисправные компоненты.

2. Неисправность: При включении устройства продувки УПД-2 тестер отключается или перезагружается:

- плохой контакт зажимов кабеля питания адаптера A2 с клеммами аккумулятора G1+/G1-: зачистить контакты и

выполнить повторное их подключение;

- высокий разряд бортового аккумулятора или недостаточная мощность источника $\approx 12\text{В}$: выполнить профилактику и заряд аккумуляторной батареи, использовать источник тока не менее 2А ;

- перегрузка по току: проверить омметром активное сопротивление электроклапана устройства продувки СЗ, оно должно быть не менее 10 Ом : устранить возможное короткое замыкание в кабеле питания устройства СЗ, заменить устройство СЗ.

3. Неисправность: ДМРВ-Э или ДМРВ-К дает заведомо неверные показания:

- проверить правильность установки ДМРВ и его подключения согласно рекомендациям 6.1.5;

- тип ДМРВ-К или ДМРВ-Э выбран неверно: проверить правильность выбора характеристики в режиме «ВЫБ.ДМРВ»;

- недостаточная мощность источника питания: использовать источник питания $\approx 12\text{В}/2\text{А}$;

- наличие постороннего потока воздуха, например, от сквозняка или ветра, от вентилятора или кондиционера: работы необходимо проводить в закрытом помещении;

- плохой контакт в кабеле Х2 или Х3: переподключить кабель Х2/Х3 к ДМРВ или к адаптеру А2, устранить возможную неисправность цепей кабеля Х2/Х3 согласно его адресации выводов;

- нарушена калибровка канала ДМРВ-К или ДМРВ-Э, проверить в режиме «КАЛИБР.К» или «КАЛИБР.Э», что введенные поправки по U- и G-каналам соответствуют записанным в паспорте на прибор, при необходимости

восстановить поправки; выполнить калибровку-поверку тестера А1 комплектно с рабочим эталоном ДМРВ на предприятии-изготовителе;

- короткое замыкание или обрыв сигнальных цепей ДМРВ: проверить подключение и целостность соединительных кабелей X0, X2, X3;

- отсутствует электропитание на ДМРВ: проверить наличие напряжения питания $\pm 12\text{В}$ и $\pm 5\text{В}$ на соединителях XР3 и XР4 адаптера А2;

- неисправность рабочего эталона ДМРВ или тестера: заменить (отремонтировать) тестер комплектно с рабочим эталоном ДМРВ на предприятии-изготовителе.

4. Сообщение: «ОШИБКА ПАМЯТИ»

Неисправность программы тестера: заменить тестер комплектно с рабочим эталоном ДМРВ.

**ПОВЕРКА ДМРВ И ТЕСТЕРА
ПРИМЕРЫ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСЧЕТОВ**

6.1. Пример поверки эксплуатируемого ДМРВ

Эксплуатируемый ДМРВ (поверяемый) выбран как "ДМРВ-К" – "НFM-S-11". Рабочий эталон (поверяющий) выбран как "ДМРВ-Э" – "НF5-B116".

Циклы № 1 и № 2 проверки ДМРВ выполняются в соответствии с вариантами установки ДМРВ, которые приведены в приложениях: 3.1, 4.2 и 4.3.

Результаты измерений в режиме «ПОВЕРКА» приведены в таблице 1. Таблица 1

Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Расчеты и анализ
Gk, кг/ч	58,4	58,1	Пульсации $P_e < 12$ кг/ч
Ge, кг/ч	58,4	59,8	$D_o = D_{o1} + D_{o2} =$
Rk, кг/ч	4,4	4,4	$(-0,6 - 2,8) / 2 = 1,7\%$
Pe, кг/ч	8,8	7,1	Вывод: характеристика
Da, кг/ч	-0,4	-4,7	ДМРВ соответствует ТУ
Do, %	-0,6	-2,8	Do = 1,7% < 5%

6.2. Пример калибровки-поверки рабочего эталона ДМРВ

Базовый эталон ДМРВ (поверяющий) выбран как "ДМРВ-К" – "НF5-B116". Рабочий эталон (поверяемый) выбран как "ДМРВ-Э" – "НF5-B116".

Циклы калибровки-поверки ДМРВ выполняются в соответствии с вариантами установки ДМРВ, которые приведены в приложениях: 3.3, 3.1, 4.2 и 4.3.

Результаты выполнения операций в режимах "КАЛИБ.-Э", "КАЛИБ.К" и «ПОВЕРКА» приведены ниже.

Этап 1: поверка-калибровка U-каналов тестера:

- 1.1) Измерение «КОНТРОЛЬ»: $U_k = 2490$ мВ, $U_e = 2490$ мВ;
- 1.2) Калибровка «КАЛИБР.К/НАПРЯЖ+»: $K_k = 514$;
- 1.3) Калибровка «КАЛИБР.Э/НАПРЯЖ+»: $K_e = 514$;
- 1.4) Калибровка «КАЛИБР.К/СВРОС-G»: $R_k = 1024$;
- 1.5) Калибровка «КАЛИБР.Э/СВРОС-G»: $R_e = 1024$;

Проверка «КОНТРОЛЬ»: $U_k=2500\text{мВ}$, $U_e=2500\text{мВ}$.

Этап 2: поверка-калибровка рабочего эталона ДМРВ

Таблица 2

Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Расчеты и анализ
G_k , кг/ч	59,4	55,4	1) Пульсации $Pe < 12$ кг/ч
Ge , кг/ч	52,7	57,6	2) $Do = Do_1 + Do_2 =$
P_k , кг/ч	9,8	7,0	$(12,9 - 3,8) / 2 = \mathbf{4,5\%}$
Pe , кг/ч	8,0	7,5	3) $Re = 1024 * (1 + Do / 100) =$
Da , кг/ч	6,8	-2,2	$1024 * (1 + 4,5 / 100) = \mathbf{1070}$
Do , %	12,9	-3,8	4) Вывод: требуется калибровка канала ДМРВ-Э

Выполнена калибровка «КАЛИБР.Э/РАСХОД+»: $Re=1070$.

Этап 3: повторная поверка рабочего эталона ДМРВ

ё Таблица 3

Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Расчеты и анализ
G_k , кг/ч	59,8	55,1	1) Пульсации $Pe < 12$ кг/ч
Ge , кг/ч	55,1	59,9	2) $Do = Do_1 + Do_2 =$
P_k , кг/ч	7,8	7,4	$(8,5 - 8,0) / 2 = \mathbf{0,25\%}$
Pe , кг/ч	6,8	7,8	3) Вывод: точность калибровки
Da , кг/ч	4,7	-4,8	ДМРВ-Э удовлетворительная
Do , %	8,5	-8,0	$Do = 0,25\% < 1\%$

Этап 4: запись результатов поверки-калибровки
рабочего эталона ДМРВ в раздел паспорта «Свидетельство о
калибровке прибора»: $K_k=514$, $Ke=514$, $R_k=1024$, $Re=1070$.

ДЛЯ ЗАМЕТОК