

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная стенда DYNOS₃ HDS-600

Методика поверки

10.2021.001 МП

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ОБОЗНАЧЕНИЯ | 3 |
| ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 4 |
| 1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 4 |
| 2 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ | 5 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ | 7 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ | 8 |
| 5 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ | 8 |
| 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 8 |
| 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 8 |
| 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ | 9 |
| 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 9 |
| 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ | 16 |
| 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ | 17 |
| 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 17 |
| Приложение А | 18 |
| Приложение Б | 19 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ

МП – методика поверки;

ИК – измерительный канал;

СИ – средство измерений;

ПО – программное обеспечение;

МХ – метрологические характеристики;

ВП – верхний предел диапазона измерений;

ИВ – измеренная величина;

НЗ – нормированное значение;

ПИП – первичный измерительный преобразователь;

ТПР – турбинный преобразователи расхода;

ТС – термопреобразователь сопротивления;

РЭТ– рабочий эталон;

РЭ – руководство по эксплуатации;

ТД – техническая документация;

ПК – персональный компьютер;

МИ – методика измерений;

ТП – термоэлектрический преобразователь.

Δ – абсолютная погрешность измерений;

δ – относительная погрешность измерений

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящий документ 10.2021.001 МП «Система измерительная стенда DYNOS₃ HDS-600. Методика поверки» распространяется на систему измерительную стенда DYNOS₃ HDS-600 (далее – система), заводской номер 1000019970, изготовленную фирмой «ХОРИБА Аутомотив Тест Системз ГмбХ», Германия, и устанавливает порядок, методы и объем ее первичной и периодической поверок.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость системы:

- к государственному первичному специальному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018;

- к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-01;

- к государственному первичному эталону крутящего момента силы ГЭТ 149-2010;

- к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;

- к государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017;

- к государственному первичному эталону единицы давления в диапазоне 10–1600 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² ГЭТ 43-2013;

- к государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019;

- к государственному первичному эталону единицы давления - паскаля ГЭТ 23-2010.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 Поверка ИК системы осуществляется двумя способами:

- комплексным способом с оценкой МХ ИК в целом (по результатам сквозной градуировки);
- поэлементным способом с оценкой МХ ИК по МХ элементов, входящих в состав ИК.

Примечание - Перечень документов на поверку элементов ИК приведен в приложении Б.

1.2 При поверке системы выполнить операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта МП | Проведение операции при | |
|---|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке (после ремонта) | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр СИ | 6 | да | да |
| 2 Подготовка к поверке и опробование СИ | 7 | да | да |
| 3 Проверка программного обеспечения СИ | 8 | да | да |
| 4 Определение метрологических характеристик | 9 | да | да |
| 4.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы ¹⁾ | 9.1 | да | да |
| 4.2 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения вала двигателя ¹⁾ | 9.2 | да | да |

Продолжение таблицы 1

| Наименование операции | Номер пункта МП | Проведение операции при | |
|--|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке (после ремонта) | периодической поверке |
| 4.3 Определение относительных погрешностей измерений объемного (массового) расхода жидкости ¹⁾ | 9.3 | да | да |
| 4.4 Определение погрешностей измерений давления воздуха (газов) и жидкости ¹⁾ | 9.4 | да | да |
| 4.5 Определение погрешностей измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТС, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры ^{1), 2)} | 9.5 | да | да |
| 4.6 Определение погрешностей измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТП, и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры ^{1), 2)} | 9.6 | да | да |
| 4.7 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов ¹⁾ | 9.7 | да | да |
| 4.8 Определение относительной погрешности измерений массы жидкости ¹⁾ | 9.8 | да | да |
| 4.9 Определение относительной погрешности измерений дымности отработавших газов ¹⁾ | 9.9 | да | да |
| 5 Оформление результатов поверки | 12 | да | да |
| ¹⁾ Поверка осуществляется комплектным способом | | | |
| ²⁾ Поверка осуществляется поэлементным способом | | | |

1.3 Поверка системы осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

1.4 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке системы.

1.5 Поверка системы прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 1, а систему признают не прошедшей поверку.

1.6 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин ИК температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К) или на меньшем числе поддиапазонов измерений ИК температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К).

2 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| Номер пункта МП | Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные характеристики средства поверки |
|-----------------|--|
| 9.1 | Дальномер лазерный Leica DISTO X310 (рег. № 55021-13), диапазон измерений углов наклона 360°, пределы допускаемой погрешности измерений углов наклона $\pm 0,3^\circ$ |
| 9.1 | Системы оптические координатно-измерительные топометрические ATOS, ATOS II Rev.02 (рег. № 54916-13), диапазон измерительного объема 560×420×420 мм, предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении отклонений формы 0,008 мм, предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении длины 0,027 мм |
| 9.1, 9.3, 9.8 | Весы электронные специального назначения ВСН-15/1-3 (рег. № 27303-09): максимальная нагрузка 15 кг, минимальная нагрузка 50 г, пределы допускаемой погрешности при поверке ± 1 г (в диапазоне от 50 г до 1 кг), $\pm 1,0$ г (в диапазоне св. 1 до 4 кг), $\pm 4,0$ г (в диапазоне св. 4 до 15 кг). |
| 9.2 | Тахометр электронный Testo 470 (рег. № 48431-11), диапазон измерений частоты вращения от 20 до 99999, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты вращения $\pm 0,05$ % |
| 9.4 | Калибратор давления портативный Метран-517 (рег. № 39151-12), диапазон измерений избыточного давления с модулем давления 160К от 0 до 0,16 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений $\pm 0,06$ %; диапазон измерений избыточного давления с модулем давления 1М от 0 до 1 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений $\pm 0,06$ %. |
| 9.3 | Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР (рег. № 27163-09): диапазон измерений плотности от 650 до 1070 кг/м ³ , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 0,5$ кг/м ³ . |
| 9.5 | Магазин сопротивления Р4831 (рег. № 38510-08), среднее значение начального сопротивления магазина не превышает 0,021 Ом, диапазон показания при использовании магазина в качестве меры электрического сопротивления от начального до 11111,10 Ом, пределы допускаемой погрешности магазина $\pm 0,02 + 2 \cdot 10^{-6} (R_{\max}/R - 1)$, где R_{\max} – предел измерений сопротивления, Ом; R – измеренное значение сопротивления, Ом. |
| 9.6 | Калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 (рег. № 20641-00): диапазон воспроизведения температуры статической характеристики термопреобразователя типа К от минус 200 до плюс 1370 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения температуры $\pm 0,5$ °С (в диапазоне от минус 100 до плюс 400 °С), $\pm 0,7$ °С (в диапазоне от 400 до 1200 °С). |
| 9.6 | Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО (рег. № 19254-10), диапазон рабочих температур от 300 до 1200 °С, разряд 3 |
| 9.5, 9.6 | Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1.1 (рег. № 50256-12), диапазон измеряемых температур от минус 80 до плюс 200 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,1$ °С |
| 9.5, 9.6 | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 (рег. № 19736-05), диапазон измерений температуры (с термопреобразователем сопротивления $R_0 = 100$ Ом при 0 °С) от минус 200 до плюс 500 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm (0,0035 + 10^{-5} \cdot t)$ °С, где t – значение температуры; диапазон измерений температуры (с термоэлектрическим преобразователем) определяется типом термоэлектрического преобразователя, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,15$ °С |

Продолжение таблицы 2

| Номер пункта МП | Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные характеристики средства поверки |
|---|---|
| <i>Вспомогательные средства поверки</i> | |
| 9.1 - 9.8 | Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505), диапазон измерений давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой погрешности измерений давления ± 5 гПа; диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 10 до 95 %, пределы допускаемой погрешности измерений относительной влажности воздуха ± 3 %; диапазон измерений температуры от минус 10 до плюс 60 °С, пределы допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С |
| 9.3 | Секундомер электронный «Интеграл С-01» (рег. № 44154-16), диапазон измерений интервалов времени от 0 до 9 ч 59 мин 59,99 с, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений в режиме секундомера в нормальных условиях эксплуатации $(25 \pm 5) ^\circ\text{C} \pm (9,6 \cdot 10^{-6} T_x + 0,01)$ с; пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений в режиме секундомера, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальных условий $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ в интервале рабочих температур от минус 10 до плюс 50 °С на 1 °С изменения температуры $\pm (2,2 \cdot 10^{-6} T_x)$ с, где T_x – измеренное значение интервала времени, с. |
| 9.5 | Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3 (рег. № 33744-07), диапазон воспроизводимых температур от минус 75 до плюс 100 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры $\pm (0,2 + 0,001 \cdot t)$, где t - значение воспроизводимой температуры в [°С] |
| 9.5, 9.6 | Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (рег. № 33744-07), диапазон воспроизводимых температур от 35 до 350 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm (0,0025 + 0,00005 \cdot t)$, где t - значение воспроизводимой температуры в [°С] |
| 9.6 | Калибратор температур КТ-3 (рег. № 50907-12), диапазон воспроизведения температуры от 300 до 1100 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры $\pm (0,2 + 0,001 \cdot t)$, где t - значение воспроизводимой температуры в [°С] |

2.2 Вместо указанных в таблице 2 допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение МХ системы с требуемой точностью.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены, иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах) и (или) запись во ФГИС «Аршин».

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К поверке допускаются лица, имеющие среднее или высшее техническое образование, аттестованные в качестве поверителя, изучившие РЭ системы, знающие принцип действия используемых СИ, имеющие навыки работы на персональном компьютере.

3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска по электробезопасности не ниже 2.

4 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), а также изложенные в РЭ на приборы, в ТД на применяемые при поверке РЭТ и вспомогательное оборудование.

4.2 Любые подключения аппаратуры проводить только при отключенном напряжении питания системы.

5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при следующих условиях (если не оговорено иное):

- температура окружающего воздуха, °Сот 15 до 35;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, мм рт.ст. (кПа).....от 720 до 780 (от 96 до 104);
- напряжение сети переменного тока, В.....от 361 до 399;
- частота переменного тока, Гц.....от 49,6 до 50,4.

П р и м е ч а н и е – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (РЭТ) должны соответствовать требованиям, указанным в их РЭ.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При внешнем осмотре установить соответствие системы следующим требованиям:

- комплектность согласно формуляру 10.2021.001 ФО;
- маркировку согласно руководству по эксплуатации 10.2021.001 РЭ;
- наличие и сохранность пломб (согласно сборочным чертежам);
- герметичность линий измерения давлений.

СИ, входящие в состав системы, не должны иметь внешних повреждений, которые могут влиять на работу системы, при этом должно быть обеспечено: надежное крепление соединителей и разъемов, отсутствие нарушений экранировки кабелей, качественное заземление.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются вышеприведенные требования.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При подготовке к поверке провести следующие работы:

- проверить комплектность и эксплуатационную документацию системы;
- проверить наличие поверочных клейм, а также свидетельств о поверке на эталонные и вспомогательные средства поверки;
- проверить наличие сведений о результатах поверки в Федеральном информационном фонде средств измерений утвержденного типа, входящих в состав системы;
- подготовить к работе все приборы и аппаратуру согласно их РЭ;
- собрать схемы поверки ИК, приведенные ниже, проверить целостность электрических цепей;
- обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входе ИК;
- включить вентиляцию и освещение в испытательных помещениях;
- включить питание ПИП и аппаратуры системы не менее чем за 30 мин до начала проведения поверки;
- создать, проконтролировать и записать в протокол условия проведения поверки.

7.2 Опробование системы

Перед началом работ проверить оборудование и включить систему, руководствуясь документом 10.2021.001 РЭ.

При опробовании проверить правильность функционирования ИК системы.

Для этого необходимо задать на входе ИК с помощью РЭТ физическую величину, соответствующую минимальному и максимальному значениям параметра контролируемого диапазона измерений. Оператору ПК проконтролировать измеренные системой значения единицы величины. Убедиться в правильности функционирования ИК.

Результаты опробования считать положительными, если измеренные значения единицы величины совпадают с заданными эталонными значениями в пределах допустимой погрешности измерений ИК системы. В противном случае система бракуется и после выявления и устранения причины производится повторное опробование.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Идентификация ПО

Проверку идентификационных данных (признаков) метрологически значимой части ПО провести в соответствии с 10.2021.001 РЭ.

Убедиться в соответствии идентификационных признаков метрологически значимой части ПО данным, указанным в таблице 3.

В случае несоответствия идентификационных признаков данным, приведенным в таблице 3 ПО направляется для проведения настройки.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

| Наименование ПО | Значение |
|---|------------------------------------|
| Идентификационное наименование ПО | STARS Automation Software Platform |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.6.44.51 |
| Цифровой идентификатор ПО | FA2UFV9ASDFLUXYBDO2Q-0006 |

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы

9.1.1 Относительную погрешность измерений крутящего момента силы определить комплексным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной поверки ИК в следующей последовательности:

- отсоединить вал двигателя от нагрузочной машины;
- провести градуировку ИК крутящего момента силы в диапазонах, указанных в таблице А.1 приложения А, в соответствии с разделом 7 документа «Методика измерений крутящего момента силы на валу двигателя» (свидетельство об аттестации МИ № 806-RA.RU.311243-2021).

Примечание - Проведение градуировки ИК проводить путем наложения гирь на корзину рычага и их снятия с корзины рычага. Наложение гирь на корзину рычага и их снятие должны быть плавными, без ударов и толчков. Подход к измеряемому значению должен осуществляться медленно с одной стороны, соответствующей ходу градуировочной характеристики. Перемена знака приращения нагрузки в процессе нагружения или снятия грузов не допускается. Прямая ветвь градуировочной характеристики снимается в результате прямого хода (нагружения корзины рычага) градуировки ИК, обратная ветвь градуировочной характеристики снимается в результате обратного хода (разгружения корзины рычага). Один прямой и один следующий за ним обратный ход градуировки составляют один цикл градуировки ИК.

Примечание - Проведение градуировки ИК проводить путем наложения гирь на корзину рычага и их снятия с корзины рычага. Наложение гирь на корзину рычага и их снятие должны быть плавными, без ударов и толчков. Подход к измеряемому значению должен осуществляться медленно с одной стороны, соответствующей ходу градуировочной характеристики. Перемена знака приращения нагрузки в процессе нагружения или снятия грузов не допускается. Прямая ветвь градуировочной характеристики снимается в результате прямого хода (нагружения корзины рычага) градуировки ИК, обратная ветвь градуировочной характеристики снимается в результате обратного хода (разгружения корзины рычага). Один прямой и один следующий за ним обратный ход градуировки составляют один цикл градуировки ИК.

- оценить МХ ИК крутящего момента силы в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 9 методики измерений № 806-RA.RU.311243-2021.

9.1.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешностей измерений крутящего момента силы, находятся в допусках, указанных в таблице А.1 Приложения А. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

9.2 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения вала двигателя

9.2.1 Относительную погрешность измерений определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной поверки ИК в следующей последовательности:

- на вал нагрузочной машины поверяемого ИК прикрепить светоотражающую метку для отсчитывания показаний с РЭТ (тахометр Testo 470) согласно схеме, приведенной на рисунке 1;



Рисунок 1 - Схема поверки ИК частоты вращения вала двигателя (РЭТ Testo 470)

- провести работу по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты вращения устанавливать с помощью системы управления стенда, в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Контрольные точки измерения частоты вращения вала двигателя

| Наименование параметра ИК | Диапазон измерений ИК, об/мин | Номинальные значения частоты вращения вала, об/мин |
|---------------------------------|-------------------------------|--|
| Частота вращения вала двигателя | от 100 до 2500 | 100; 500; 1000; 1500; 2000; 2500 |

После завершения измерений оценить МХ ИК частоты вращения вала в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.

9.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешностей измерений частоты вращения вала двигателя, находятся в допусках, указанных в таблице А.1 Приложения А. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

9.3 Определение относительных погрешностей измерений объемного (массового) расхода жидкости

9.3.1 Относительные погрешности измерений определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной поверки ИК в следующей последовательности:

- установить мерную емкость на весы электронные специального назначения ВСН-15/1-3;
- подсоединить сливной шланг к крану расходомерной магистрали, свободный конец сливного шланга опустить в мерную емкость;
- открыть кран расходомерной магистрали и начать заполнение мерной емкости балластной жидкостью;

- при достижении общей массы балластной жидкости и мерной емкости не менее 3000 г одновременно измерить общую массу балластной жидкости и мерной емкости M_1 и запустить секундомер электронный «Интеграл С-01»;

- контролировать изменение массы и при достижении общей массы балластной жидкости, мерной емкости и залитой в мерную емкость жидкости не менее 6500 г одновременно остановить секундомер и зафиксировать интервал времени T и достигнутое значение общей массы балластной жидкости, мерной емкости и залитой в мерную емкость жидкости M_2 .

- с помощью измерителя плотности жидкостей вибрационного ВИП-2МР измерить плотность залитой в мерную емкость жидкости. Плотность жидкости должна быть от 820 до 880 кг/м³.

Номинальные значения объемного (массового) расхода жидкости устанавливать с помощью системы управления стенда, в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Контрольные точки измерения расхода жидкости

| Наименование параметра ИК | Диапазон измерений ИК, кг/ч | Номинальные значения массового расхода жидкости, кг/ч |
|--|--|--|
| Объемного (массового) расхода жидкости | от 0,02 до 0,18 м ³ /ч включ. (от 18 до 140 кг/ч включ.) | 0,02, 0,059, 0,088, 0,17 м ³ /ч (18; 50; 75; 140 кг/ч) |

После завершения измерений оценить МХ ИК объемного (массового) расхода жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.

9.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений объемного (массового) расхода жидкости, находятся в допусках, указанных в таблице А.1 Приложения А. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

9.4 Определение погрешностей измерений давления воздуха (газов) и жидкости

9.4.1 Погрешности измерений определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной поверки ИК в следующей последовательности:

- отсоединить вход ПИП давления воздуха (газов) и жидкости (РТХ 7517-3814) от магистрали давления испытательного стенда и соединить его с РЭТ давления (калибратор давления портативный Метран-517 с модулем давления 160К (1М) по схеме, приведенной на рисунке 2;

- провести градуировку ИК давления воздуха (газов) и жидкости в диапазонах от 0 до 50 кПа, от 0 до 240 кПа, от 50 до 350 кПа, от 50 до 950 кПа.

Номинальные значения частоты вращения устанавливать с помощью системы управления стенда, в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Контрольные точки измерения давления воздуха (газов) и жидкости

| Наименование параметра ИК | Диапазон измерений ИК, кПа | Номинальные значения давления воздуха (газов) и жидкости, кПа |
|-------------------------------------|----------------------------|---|
| Давление воздуха (газов) и жидкости | от 0 до 50 | 10; 25; 50 |
| | от 0 до 240 | 0; 50; 100; 150; 200; 240 |
| | от 50 до 350 | 50; 100; 200; 300; 350 |
| | от 50 до 950 | 50; 100; 250; 500; 750; 950 |

После завершения измерений оценить МХ ИК давления воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.

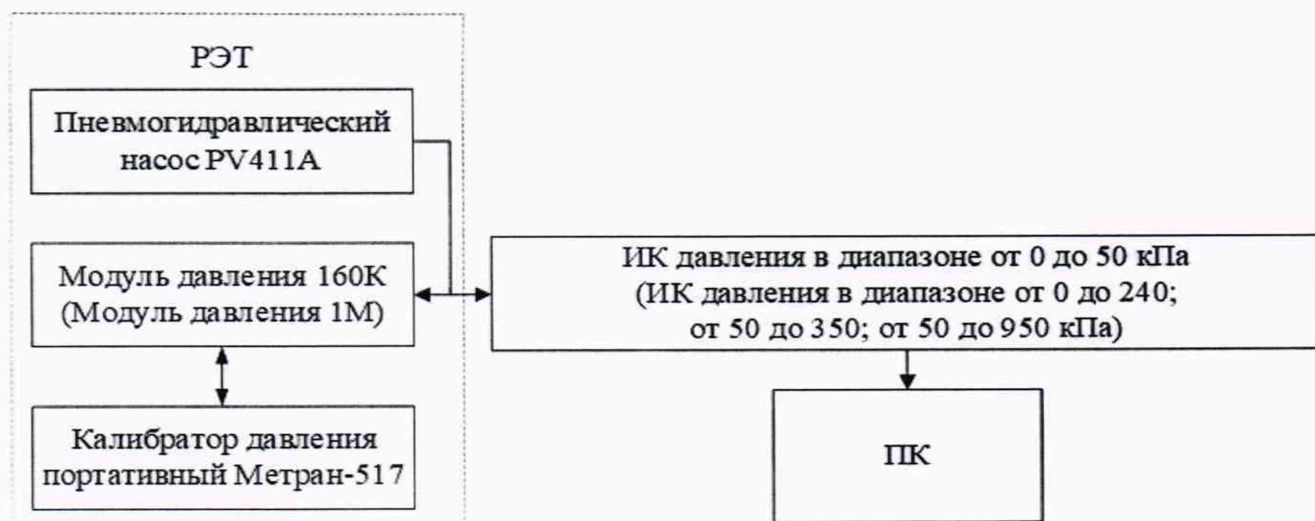


Рисунок 2 - Схема поверки ИК давления (РЭТ Метран-517/Датчик (Датчик)/PV411A)

9.4.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешностей измерений давления воздуха (газов) и жидкости находятся в допустимых пределах, указанных в таблице А.1 Приложения А. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

9.5 Определение погрешностей измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТС, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры

9.5.1 Погрешности измерений воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТС, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, определить одним из следующих способов:

- комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной градуировки ИК в следующей последовательности:

- подключить ИК температуры к РЭТ (измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 с термометром сопротивления платиновым вибропрочным ТСРВ-1.1 и термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (ТПП-1.1)) по схеме, приведенной на рисунке 3;

- провести градуировку ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазоне от 0 до 200 °С.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости устанавливать с помощью термостата переливного прецизионного ТПП-1.0 (ТПП-1.1), в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Контрольные точки измерения температуры воздуха (газов) и жидкости

| Наименование параметра ИК | Диапазон измерений ИК | Применяемый термостат | Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости, °С |
|--|-----------------------|---|---|
| Температура воздуха (газов) и жидкости | от 0 до 200 °С | Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 | 0; 50 |
| | | Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 | 100; 150; 200 |

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.

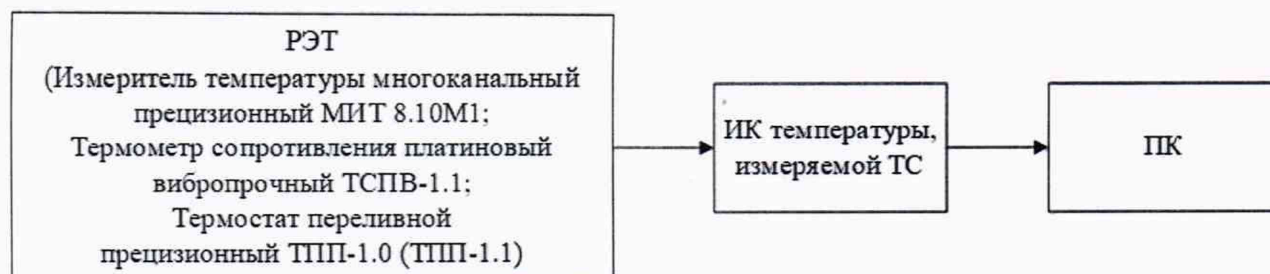


Рисунок 3 - Схема поверки ИК температуры, измеряемой ТС, РЭТ МИТ 8.10М1 с ТСПВ-1.1 и ТПП-1.0 (ТПП-1.1)

• поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- провести в аккредитованной на право поверки организации поверку ТС Pt100 по МП, приведенной в ГОСТ 8.461-2009;

- подключить ИК без ПИП к РЭТ (магазин сопротивления Р4831) по схеме, приведенной на рисунке 4;

- провести градуировку ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазоне от 0 до 200 °С.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости (сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры) устанавливать с помощью магазина сопротивления Р4831, в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Контрольные точки измерения температуры воздуха (газов) и жидкости

| Наименование параметра ИК | Диапазон измерений ИК | Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости, °С | Номинальные значения сопротивления, Ом |
|--|-----------------------|---|--|
| Температура воздуха (газов) и жидкости | от 0 до 200 °С | 0; 50; 100; 150; 200 | 100,00; 119,397; 138,506; 157,325; 175,856 |

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.



Рисунок 4 - Схема поверки ИК температуры (сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры), РЭТ магазин сопротивления Р4831

9.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТС, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, находятся в допусках, указанных в таблицах А.1 и А.2 Приложения А. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

9.6 Определение погрешностей измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТП, и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры

9.6.1 Погрешности измерений воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТП, и напряжения

постоянного тока, соответствующего значениям температуры, определить одним из следующих способов:

- комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной градуировки ИК в следующей последовательности:

- подключить ИК температуры к РЭТ (измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1 с термометром сопротивления платиновым вибропрочным ТСПВ-1.1, преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО) и термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (калибратор температуры КТ-3)) по схеме, приведенным на рисунке 5.



Рисунок 5 - Схема поверки ИК температуры, измеряемой ТП, РЭТ МИТ 8.10М1 с ТСПВ-1.1 (ТППО) и ТПП-1.0 (КТ-3)

- провести градуировку ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазонах от 50 до 800 °С.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости устанавливать с помощью термостата переливного прецизионного ТПП-1.0 (калибратора температур КТ-3), в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Контрольные точки измерения температуры воздуха (газов) и жидкости

| Наименование параметра ИК | РЭТ | Диапазон измерений ИК | Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости |
|--|--|---------------------------------|---|
| Температура воздуха (газов) и жидкости | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1.1; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 | от 50 до 200 °С включительно | 50; 100; 150; 200 °С |
| | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М1; Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО; Калибратор температур КТ-3 | свыше 200 до 800 °С | 300; 400; 600; 700; 800 °С |

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.

- поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- провести в аккредитованной на право поверки организации поверку ТП ТХА (К) по МП ГОСТ 8.461-2009;

- подключить ИК без ПИП к РЭТ (калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03) по схеме, приведенной на рисунке 6;

- провести градуировку ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в диапазоне от 50 до 800 °С.

Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости устанавливать с помощью калибратора-измерителя стандартных сигналов КИСС-03, в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 – Контрольные точки измерения температуры воздуха (газов) и жидкости

| Наименование параметра ИК | Диапазон измерений ИК | Номинальные значения температуры воздуха (газов) и жидкости |
|--|-----------------------|---|
| Температура воздуха (газов) и жидкости | от 50 до 800 °С | 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 700; 800 °С |

После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии с алгоритмом, приведенным в разделе 10.



Рисунок 6 - Схема поверки ИК температуры (напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры), РЭТ калибратор промышленных процессов универсальный АКПП-7301

9.6.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешностей измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой ТП, и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в заданных диапазонах измерений, находятся в допустимых пределах, указанных в таблицах А.1 и А.2 Приложения А. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

9.7 Определение относительной погрешностей измерений объемного расхода картерных газов

9.7.1 Относительную погрешности измерений объемного расхода картерных газов определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной градуировки ИК в следующей последовательности:

- провести в аккредитованной на право поверки организации поверку измерителя объемного расхода картерных газов (AVL 442) в соответствии с документом «Рекомендация. ГСИ. Измеритель расхода картерных газов AVL 442. Методика поверки», утвержденным ФГУП ВНИИМС в 2000 г.

9.7.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений расхода картерных газов находятся в пределах $\pm 1\%$.

9.8 Определение относительной погрешности измерений массы жидкости

9.8.1 Относительная погрешности измерений массы жидкости определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной градуировки ИК в следующей последовательности:

- провести в аккредитованной на право поверки организации поверку весов лабораторных электронных (LA4200S) в соответствии с приложением «Методика поверки» «Руководства по эксплуатации», утвержденным ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва» в 2003 г.

9.8.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массы жидкости находятся в пределах $\pm 1 \%$.

9.9 Определение относительной погрешности измерений дымности отработавших газов

9.9.1 Относительная погрешности измерений дымности отработавших газов определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной градуировки ИК в следующей последовательности:

- провести в аккредитованной на право поверки организации поверку измеритель дымности отработавших газов (Oрасimeter AVL 439) в соответствии с документом «Инструкция. Дымомеры модели AVL 438, AVL 439. Методика поверки», разработанной и утвержденной ВНИИМС в июне 2000 г.

9.9.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массы жидкости находятся в пределах $\pm 2 \%$.

10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Расчет характеристик погрешностей

10.1 Определение абсолютной погрешности

Значение абсолютной погрешности измерений ΔA_i в i -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_i = A_i - A_э \quad , \quad (1)$$

где

A_i – значение физической величины в i -той точке;

$A_э$ – значение физической величины, установленное рабочим эталоном.

10.2 Определение относительной погрешности

Значение относительной погрешности измерений в i -той точке определить по формуле:

$$\delta_i = \pm \frac{\Delta A_i}{|A_э|} \cdot 100 \% \quad (2)$$

10.3 Перевод абсолютной погрешности из электрических величин в физические осуществлять по формуле (3):

$$\Delta \phi = \pm \frac{ПП_{вп} - ПП_{нп}}{A_{вп} - A_{нп}} \cdot \Delta A_{max} \quad , \quad (3)$$

где

$\Delta \phi$ – физическая величина абсолютной погрешности;

$A_{вп}$ ($A_{нп}$) – верхняя (нижняя) граница измерений электрических величин;

$ПП_{вп}$ ($ПП_{нп}$) – верхняя (нижняя) граница измерений физических величин первичного измерительного преобразователя;

ΔA_{max} – максимальная величина абсолютной погрешности, полученной в результате измерений электрических величин.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 При положительных результатах проверок по пунктам разделов 6-9, система признаётся пригодным к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

11.2 При отрицательных результатах проверок по пунктам разделов 6-9, система признаётся непригодным к применению (не подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки системы оформляются протоколом (в произвольной форме).

12.2 Система признается годной, если в ходе поверки все результаты положительные.

12.3 Результаты поверки системы подтверждаются сведениями о результатах поверки средства измерений, включенного в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца системы или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке системы, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению системы с указанием причин забракования.

Заместитель генерального директора - начальник
НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»



Ф.И. Храпов

Заместитель начальника НИО-10 по организационно-
техническим вопросам ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.В. Мороз

Приложение А

Таблица А.1 – Метрологические характеристики ИК системы

| Наименование ИК | Количество ИК | Значение характеристики | |
|---|---------------|--|---|
| | | диапазон измерений | пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий) ¹⁾ |
| ИК крутящего момента силы | 1 | от 100 до 3000 Нм | $\pm 0,5\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ИК частоты вращения вала двигателя | 1 | от 100 до 2500 об/мин | $\pm 0,5\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ИК объемного (массового) расхода жидкости | 1 | от 0,02 до 0,1 м ³ /ч включ. (от 18 до 75 кг/ч включ.) | $\pm 2\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| | | св. 0,1 до 0,18 м ³ /ч включ. (св. 75 до 140 кг/ч включ.) | $\pm 1\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ИК объемного расхода картерных газов | 1 | от 6 до 300 л/мин | $\pm 1\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления Pt100 | 7 | от 0 до 200 °С | $\pm 1\text{ °С}$ (Δ) ²⁾ |
| | | от 50 до 200 °С включ. | $\pm 2\text{ °С}$ (Δ) ²⁾ |
| ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К) | 8 | св. 200 до 800 °С | $\pm 1\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| | | | |
| ИК давления воздуха (газов) и жидкости | 4 | от 0 до 50 кПа | $\pm 1\text{ кПа}$ (Δ) ²⁾ |
| | 4 | от 0 до 240 кПа | $\pm 2\text{ кПа}$ (Δ) ²⁾ |
| | 2 | от 50 до 350 кПа | $\pm 2\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| | 2 | от 50 до 950 кПа | $\pm 2\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ИК массы жидкости | 1 | от 5 до 3500 г | $\pm 1\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ИК дымности отработавших газов | 1 | от 0 до 100 % | $\pm 2\%$ (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| Здесь и в таблице 3: | | | |
| 1) δ от ИЗ – относительная погрешность измерений от измеренного значения (ИЗ). | | | |
| 2) Δ – абсолютная погрешность измерений. | | | |

Таблица А.2 – Состав и метрологические характеристики ИК системы с входными электрическими сигналами от ПИП

| Наименование ИК | Количество ИК | Диапазон измерений (диапазон показаний на дисплее системы) | Источник сигнала на входе ИК | Пределы допускаемой основной погрешности ИК ³⁾ |
|--|---------------|--|---|---|
| ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями Pt100 (в части измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры) | 7 | от 100 до 200 Ом (от 0 до 200 °С) | Термопреобразователи сопротивления платиновые по ГОСТ 6651-2009 | $\pm 1\text{ °С}$ (Δ) ²⁾ |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К) (в части измерений напряжения постоянному току, соответствующего значениям температуры) | 8 | от 2,023 до 8,138 мВ вкл. (от 0 до 200 °С вкл.) | Термоэлектрические преобразователи ТХА(К) по ГОСТ Р 8.585-2001 | ± 2 °С (Δ) ²⁾ |
| | | св. 8,138 до 33,275 мВ вкл. (св. 200 до 800 °С вкл.) | Термоэлектрические преобразователи ТХА(К) по ГОСТ Р 8.585-2001 | ± 1 % (δ от ИЗ) ¹⁾ |
| ³⁾ Пределы допускаемой погрешности ИК пересчитаны для значений температуры без учета погрешностей ПИП. | | | | |

Приложение Б
Перечень эксплуатационных и нормативных документов

Таблица Б.1

| Обозначение | Наименование |
|-----------------------|---|
| ГОСТ 8.009-2009 | Нормируемые метрологические характеристики средств измерений |
| ГОСТ Р 8.736-2011 | Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения |
| ГОСТ 22261-94 | Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия |
| ГОСТ 14014-91 | Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний |
| ГОСТ 14846-2020 | Двигатели автомобильные, Методы стендовых испытаний. |
| ГОСТ 8.027-2001 | ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы |
| ГОСТ 8.558- 2009 | ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры |
| ГОСТ 8.640-2014 | ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы |
| ГОСТ 8.461-2009 | Pt100 МП |
| МИ 2083-90 | Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей |
| 806-RA.RU.311243-2021 | Методика измерений крутящего момента силы на валу двигателя |
| | ГСИ. Измеритель расхода картерных газов AVL 442. Методика поверки» |
| | ГСИ. Дымомеры модели AVL 438, AVL 439. Методика поверки |
| 10.2021.001 РЭ | Система измерительная стенда DYNAS ₃ HDS–600. Руководство по эксплуатации |
| 10.2021.001 ФО | Система измерительная стенда DYNAS ₃ HDS–600. Формуляр |