

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «АВЛ»

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
ООО «ИЦРМ»


Майер Йозеф


М. С. Казаков



Стенд динамометрический AVL LIST GmbH

Методика поверки

ИЦРМ-МП-212-18

г. Москва
2018 г.

Содержание

1 Вводная часть.....	3
2 Операции поверки.....	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей.....	5
5 Требования безопасности.....	5
6 Условия поверки.....	6
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	6
9 Оформление результатов поверки.....	16

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок стенда динамометрического AVL LIST GmbH (далее – стенд).

1.2 Стенд подлежит поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в год.

1.3 На первичную поверку следует предъявлять стенд до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

1.4 Основные метрологические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики стенда

Наименование характеристики	Количество каналов	Значение	Пределы допускаемой относительной (δ) или абсолютной (Δ) погрешности измерений
Крутящий момент силы на валу двигателя, Н·м	1	от 5 до 300	$\delta = \pm 0,5 \%$
Частота вращения вала, об/мин	1	от 500 до 7000	$\delta = \pm 0,5 \%$
Температура всасываемого воздуха, °С	1	от 0 до 40	$\Delta = \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
Температура охлаждающей жидкости, °С	1	от 5 до 110	$\Delta = \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Температура масла, °С	1	от 5 до 140	$\Delta = \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Температура топлива, °С	1	от 0 до 40	$\Delta = \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Температура отработавших газов, °С	1	от 5 до 900	$\Delta = \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$
Барометрическое давление, кПа	1	от 90 до 110	$\Delta = \pm 200 \text{ Па}$
Давление масла, кПа	1	от 5 до 500	$\Delta = \pm 20 \text{ кПа}$
Давление отработавших газов, кПа	1	от 0,02 до 100	$\delta = \pm 3 \%$
Массовый расход топлива, кг/ч	1	от 2 до 60	$\delta = \pm 0,5 \%$
Объемный расход картерных газов, л/мин	1	от 1,5 до 75	$\delta = \pm 2 \%$

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения	8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из

операций поверки стенд бракуют и его поверку прекращают.

2.4 Допускается проведение поверки конкретных измерительных каналов в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки, в соответствии с приказом от 02.07.2015 г. № 1815 Министерства Промышленности и Торговли Российской Федерации.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого стенда с требуемой точностью.

Таблица 3

№	Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Основные средства поверки			
1	Рабочие эталоны 4-го разряда по приказу Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы» гири номинальной массы от 0,5 до 20 кг класса точности M ₁ по ГОСТ OIML 111-1-2009. «Гири классов E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₁₋₂ , M ₂ , M ₂₋₃ и M ₃ . Метрологические и технические требования»	8.3	Гири класса точности M ₁ по ГОСТ OIML 111-1-2009 номинальной массой 500 г; 5 кг; 10 кг; 20 кг
2	Тахометр электронный	8.3	Тахометр электронный ПрофКиП ТЦ-36, рег. № 54909-13
3	Преобразователь давления эталонный	8.3	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020, рег. № 58668-14
4	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный	8.3	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2, рег. № 65421-16
5	Калибратор температуры эталонный	8.3	Калибратор температуры эталонный КТ-1100, рег. № 26113-03
6	Термометр цифровой	8.3	Термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005,

№	Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
	эталонный		рег. № 40719-15
7	Калибратор универсальный	8.3	Калибратор универсальный 9100, рег. № 25985-09
Вспомогательные средства поверки (оборудование)			
8	Помпа пневматическая ручная	8.3	Помпа пневматическая ручная Элемер PV-60 (диапазон воспроизведений от -0,095 до 6 МПа)
9	Термостат переливной прецизионный	8.3	Термостат переливной прецизионный ТПП-1, рег. № 33744-07
10	Герметичный сосуд	8.3	Сосуд, способный выдержать в течение длительного времени влияние давления не менее 1 МПа, объем сосуда должен составлять не менее 2 л.
11	Термогигрометр электронный	8.3	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09
12	Барометр-анероид метеорологический	8.3	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76
Компьютер			
13	Персональный компьютер (далее - ПК)	8.2, 8.3	Персональный компьютер (интерфейс Ethernet; объем оперативной памяти не менее 1 Гб; объем жесткого диска не менее 10 Гб; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows) с установленным программным обеспечением

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию на стенд и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Работу со стендом может производить персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже III, допущенный к работе на электроустановках до 1000 В.

5.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные по ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и указаниям по технике безопасности, оговоренными в технических описаниях, инструкциях по эксплуатации применяемых средств измерений и средств вычислительной техники

5.3 Для защитного заземления технологического оборудования и измерительной аппаратуры болты и клеммы, возле которых имеются знаки заземления, необходимо присоединить к контуру заземления, имеющемуся в помещении.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

6.2 Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха используется термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, для контроля атмосферного давления используется барометр-анероид метеорологический БАММ-1.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационные документы на поверяемый стенд, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдержать стенд в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 4 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1;
- подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

Перед проведением поверки убедиться, что первичные преобразователи (измеритель расхода топлива AVL 733S и измеритель расхода картерных газов AVL442-75) имеют действующие свидетельства о поверке.

8.1.1 Проверка внешнего вида.

При проверке внешнего вида визуально оценивают:

- надежность крепления всех элементов стенда;
- отсутствие механических повреждений;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

Результат проверки считают положительным, если соблюдаются вышеуказанные требования.

8.2. Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения

8.2.1. При опробовании осуществляется проверка правильности прохождения теста при включении стенда в соответствии с эксплуатационной документацией.

Результат проверки считают положительным, если при прохождении теста отсутствуют ошибки.

8.2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить и включить стенд в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Запустить на рабочем месте оператора программное обеспечение.

3) В открывшемся экране на ПК зафиксировать версию ПО, а также идентификационное наименование.

Результат проверки считают положительным, если номер версии и идентификационное наименование ПО совпадает с данными, представленными в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA Open 2012
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Puma Open v1.5.3
Цифровой идентификатор ПО	—

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя

Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя производится в следующем порядке:

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Для создания на валу двигателя стенда крутящего момента силы используется метод передачи физической величины силы с помощью рычага, входящего в комплект стенда, и набора эталонных гирь.

3) Датчик из состава стенда равномерно нагружают, а затем разгружают через поперочный рычаг из состава стенда эталонными гирями номинальной массой 500 г; 5 кг; 10 кг; 20 кг последовательно в пяти точках диапазона измерений крутящего момента силы соответствующих общей массе грузов (0,5; 10; 15; 20; 30) кг.

4) Нагрузки проводить плавно без ударов и рывков. Перемены знака нагрузки до окончания нагружения не допускаются.

5) Считать результаты измерений $M_{изм}$ в окне на экране компьютера при нагружении (прямой ход) и при разгрузке (обратный ход).

6) Значения величины крутящего момента силы $M_{действие}$, Н·м, рассчитать по формуле (1):

$$M_{действие} = P \cdot g \cdot L \quad (1)$$

где P – масса груза (общая масса грузов), кг;

g – ускорение свободного падения по широте г. Владивосток (9,8045 м/с²);

L – длина плеча поперочного рычага ($L = 1,0197$ м), м.

7) Значение относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя $\delta_{изм}$, %, рассчитать по формуле (2):

$$\delta_{изм} = \frac{M_{изм} - M_{действие}}{M_{действие}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $M_{действие}$ – величина приложенного крутящего момента (действительное значение), Н·м;

$M_{изм}$ – измеренное значение крутящего момента силы на валу двигателя, Н·м.

8) Результаты измерений и полученные значения погрешностей занести в таблицу

5.

Таблица 5

Величина приложенного крутящего момента $M_{действие}$, Н·м	Измеренное значение крутящего момента силы на валу двигателя $M_{изм}$, Н·м	Полученные значения относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя $\delta_{изм}$, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя δ , %
			±0,5

Величина приложенного крутящего момента $M_{действ}$, Н·м	Измеренное значение крутящего момента силы на валу двигателя $M_{изм}$, Н·м	Полученные значения относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя $\delta_{изм}$, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя δ , %

Результат проверки считают положительным, если полученные значения относительной погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя не превышают $\pm 0,5$ %.

8.3.2 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения вала

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Установить контрастную метку на вал стенда.

3) Направить тахометр электронный ПрофКиП ТЦ-36 на контрастную метку на валу, измерения провести в пяти точках диапазона, соответствующих (500, 2125, 3750, 5375, 7000) об/мин.

4) Считать результаты измерений $N_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

5) Значение относительной погрешности измерений частоты вращения вала $\delta_{изм}$, %, рассчитать по формуле (3):

$$\delta_{изм} = \frac{N_{изм} - N_{действ}}{N_{действ}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $N_{действ}$ – действительная величина частоты вращения вала, об/мин (показания тахометра);

$N_{изм}$ – измеренное значение частоты вращения вала, об/мин.

6) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 6.

Таблица 6

Действительная величина частоты вращения вала $N_{действ}$, об/мин	Измеренное значение частоты вращения вала $N_{изм}$, об/мин	Полученные значения относительной погрешности измерений частоты вращения вала $\delta_{изм}$, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты вращения вала δ , %
			±0,5

Результат проверки считают положительным, если полученные значения относительной погрешности измерений частоты вращения вала не превышают $\pm 0,5$ %.

8.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры всасываемого воздуха

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Поместить термогигрометр НМТ330 из состава стенда в термостат переливной

прецизионный ТПП-1 (далее - термостат).

3) Установить на термостате пять значений температуры, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 0, 10, 20, 30, 40 °С.

4) Значение температуры контролировать при помощи термометра сопротивления платинового вибропрочного эталонного ПТСВ-9-2 (далее - ПТСВ-9-2) с подключенным к нему термометром цифровым эталонным ТЦЭ-005 (далее - ТЦЭ).

5) Считать результаты измерений $T_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

6) Значение абсолютной погрешности измерений температуры всасываемого воздуха $\Delta_{изм}$, °С, рассчитать по формуле (4):

$$\Delta_{изм} = T_{изм} - T_{действ} \quad (4)$$

где $T_{действ}$ – действительное значение температуры, установленное на калибраторе температуры эталонном КТ-1100 или измеренное при помощи ПТСВ-9-2 и ТЦЭ, °С;

$T_{изм}$ – измеренное значение температуры, °С.

7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 7.

Таблица 7

Действительное значение температуры всасываемого воздуха $T_{действ}$, °С	Измеренное значение температуры всасываемого воздуха $T_{изм}$, °С	Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры всасываемого воздуха $\Delta_{изм}$, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры всасываемого воздуха Δ , °С
			±1,0

Результат проверки считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры всасываемого воздуха не превышают ±1,0 °С.

8.3.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры охлаждающей жидкости

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Поместить датчик температуры охлаждающей жидкости РТ100, С091В из состава стенда в термостат.

3) Установить на термостате пять значений температуры, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 5; 31,3; 57,5; 83,8; 110 °С.

4) Значение температуры контролировать при помощи ПТСВ-9-2 с подключенным к нему ТЦЭ.

5) Считать результаты измерений $T_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

6) Значение абсолютной погрешности измерений температуры охлаждающей жидкости $\Delta_{изм}$, °С, рассчитать по формуле (4).

7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 8.

Таблица 8

Действительное значение температуры охлаждающей жидкости $T_{действ}$, °С	Измеренное значение температуры охлаждающей жидкости $T_{изм}$, °С	Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры охлаждающей жидкости $\Delta_{изм}$, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры охлаждающей жидкости Δ , °С
			±2,0

Результат проверки считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры охлаждающей жидкости не превышают ±2,0 °С.

8.3.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры масла

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Поместить датчик температуры масла PT100, C091B из состава стенда в термостат.

3) Установить на термостате пять значений температуры, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 5; 38,8; 72,5; 106,3; 140 °С.

4) Значение температуры контролировать при помощи ПТСВ-9-2 с подключенным к нему ТЦЭ.

5) Считать результаты измерений $T_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

6) Значение абсолютной погрешности измерений температуры масла $\Delta_{изм}$, °С, рассчитать по формуле (4).

7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 9.

Таблица 9

Действительное значение температуры масла $T_{действ}$, °С	Измеренное значение температуры масла $T_{изм}$, °С	Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры масла $\Delta_{изм}$, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры масла Δ , °С
			±2,0

Результат проверки считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры масла не превышают ±2,0 °С.

8.3.6 Определение абсолютной погрешности измерений температуры топлива

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Поместить датчик температуры топлива PT100, C091B из состава стенда в термостат.

3) Установить на термостате пять значений температуры, равномерно

распределенных внутри диапазона измерений, например, 0; 10; 20; 30; 40 °С.

4) Значение температуры контролировать при помощи ПТСВ-9-2 с подключенным к нему ТЦЭ.

5) Считать результаты измерений $T_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

6) Значение абсолютной погрешности измерений температуры топлива $\Delta_{изм}$, °С, рассчитать по формуле (4).

7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 10.

Таблица 10

Действительное значение температуры топлива $T_{действ}$, °С	Измеренное значение температуры топлива $T_{изм}$, °С	Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры топлива $\Delta_{изм}$, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры топлива Δ , °С
			±2,0

Результат проверки считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры топлива не превышают ±2,0 °С.

8.3.7 Определение абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Поместить датчик температуры отработавших газов EZ1351, NiCr-Ni, C091В из состава стенда в термостат (для значений температуры от 90 до 300 °С включ.) или калибратор температуры эталонный КТ-1100 (для значений температуры св. 300 до 900 °С).

3) Установить на термостате пять значений температуры, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 5; 228,8; 452,5; 676,3; 900 °С.

4) Значение температуры контролировать при помощи ПТСВ-9-2 с подключенным к нему ТЦЭ (при использовании термостата).

5) Считать результаты измерений $T_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

6) Значение абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов $\Delta_{изм}$, °С, рассчитать по формуле (4).

7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 11.

Таблица 11

Действительное значение температуры отработавших газов $T_{действ}$, °С	Измеренное значение температуры отработавших газов $T_{изм}$, °С	Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов $\Delta_{изм}$, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов Δ , °С
			±20,0

Действительное значение температуры отработавших газов $T_{действ}$, °С	Измеренное значение температуры отработавших газов $T_{изм}$, °С	Полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов $\Delta_{изм}$, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов Δ , °С

Результат проверки считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры отработавших газов не превышают $\pm 20,0$ °С.

8.3.8 Определение абсолютной погрешности измерений барометрического давления

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Поместить датчик барометрического давления EZ0328 CANOPEN Baro из состава стенда, а также преобразователь давления эталонный ПДЭ-020 (далее - ПДЭ-020) в герметичный сосуд.

3) Подсоединить датчик барометрического давления EZ0328 CANOPEN Baro и ПДЭ-020 к персональному компьютеру.

4) Подсоединить помпу пневматическую ручную Элемер PV-60 (далее - помпа) к герметичному сосуду.

5) Проконтролировать текущее барометрическое (атмосферное) давление при помощи ПДЭ-020 и ПК.

6) Считать результаты измерений $P_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

7) Откачать или создать с помощью помпы несколько значения барометрического давления, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 90, 95, 105, 110 кПа.

8) Проконтролировать барометрическое (атмосферное) давление при помощи ПДЭ-020 и ПК.

9) Считать результаты измерений $P_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

10) Значение абсолютной погрешности измерений барометрического давления $\Delta_{изм}$, Па (кПа), рассчитать по формуле (5):

$$\Delta_{изм} = P_{изм} - P_{действ} \quad (5)$$

где $P_{действ}$ – действительное значение давления, измеренное ПДЭ-020, кПа;

$P_{изм}$ – измеренное значение давления, кПа.

11) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 12.

Таблица 12

Действительное значение барометрического давления $P_{действ}$, кПа	Измеренное значение барометрического давления $P_{изм}$, кПа	Полученные значения абсолютной погрешности измерений барометрического давления $\Delta_{изм}$, Па	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений барометрического давления Δ , Па
			±200

Результат проверки считают положительным, если полученные значения

абсолютной погрешности измерений барометрического давления не превышают ± 200 Па.

8.3.9 Определение абсолютной погрешности измерений давления масла

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Подсоединить к датчику давления масла EZ0326 CANOPEN 0-10 Bar из состава стенда помпу пневматическую ручную Элемер PV-60 и преобразователь давления эталонный ПДЭ-020 (далее - ПДЭ-020) совместно с ПК.

3) Воспроизвести с помощью помпы пять значений давления масла, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 5; 128,8; 252,5; 376,3; 500 кПа.

4) Считать результаты измерений $P_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

5) Значение абсолютной погрешности измерений давления масла $\Delta_{изм}$, кПа, рассчитать по формуле (5).

6) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 13.

Таблица 13

Действительное значение давления масла $P_{действ}$, кПа	Измеренное значение давления масла $P_{изм}$, кПа	Полученные значения абсолютной погрешности измерений давления масла $\Delta_{изм}$, кПа	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления масла Δ , кПа
			± 20

Результат проверки считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений давления масла не превышают ± 20 кПа.

8.3.10 Определение относительной погрешности измерений давления отработавших газов

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Подсоединить к датчику давления отработавших газов EZ0322 CANOPEN 0-1 Bar из состава стенда помпу пневматическую ручную Элемер PV-60 и ПДЭ-020 совместно с ПК.

3) Воспроизвести с помощью помпы пять значений давления отработавших газов, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, например, 0,02, 25, 50, 75, 100 кПа.

4) Считать результаты измерений $P_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

5) Значение относительной погрешности измерений давления отработавших газов $\delta_{изм}$, %, рассчитать по формуле (6):

$$\delta_{изм} = \frac{P_{изм} - P_{действ}}{P_{действ}} \cdot 100\% \quad (6)$$

где $P_{действ}$ – действительное значение давления, измеренное ПДЭ-020, кПа;

$P_{изм}$ – измеренное значение давления, кПа.

6) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 14.

Таблица 14

Действительное значение давления отработавших газов $P_{действ}$, кПа	Измеренное значение давления отработавших газов $P_{изм}$, кПа	Полученные значения относительной погрешности измерений давления отработавших газов $\delta_{изм}$, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления отработавших газов δ , %
			±3,0

Результат проверки считают положительным, если полученные значения относительной погрешности измерений давления отработавших газов не превышают ±3,0 %.

8.3.11 Определение относительной погрешности измерений массового расхода топлива

Определение относительной погрешности измерений массового расхода топлива измерительного канала производится для каждого измерительного канала расчетно-экспериментальным путем и состоит из следующих пунктов:

- экспериментальной проверки относительной погрешности измерений массового расхода топлива $\delta_{изм.э}$ электрической части измерительного канала (под электрической частью измерительного канала понимается часть канала, начиная с выходным клемм датчика и заканчивая дисплеем компьютера рабочего места оператора);
- расчета относительной погрешности измерений массового расхода топлива $\delta_{пн}$ измерительного канала с учетом первичных преобразователей – датчиков физических величин.

8.3.11.1 Экспериментальная проверка относительной погрешности измерений массового расхода топлива $\delta_{изм.э}$ электрической части измерительного канала проводится в следующей последовательности:

- 1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) Подключить к измерительному каналу калибратор универсальный 9100 (далее - 9100), присоединить выходные зажимы 9100 к входным клеммам измерительного канала.
- 3) Подать при помощи 9100 сигнал напряжения постоянного тока от 0 до плюс 10 В.
- 4) Пересчитать значение напряжения постоянного тока в массовый расход топлива $Q_{действ}$ по формуле (7):

$$Q_{действ} = \frac{U - U_n}{U_в - U_n} \cdot (Q_в - Q_n) + Q_n \quad (7)$$

где U - действительное значение напряжения постоянного тока, заданное с помощью 9100, В;

$U_в, U_n$ - верхнее и нижнее значения напряжения постоянного тока, В;

$Q_в, Q_n$ - верхнее и нижнее значения расхода, кг/ч (л/мин).

5) Считать результаты измерений $Q_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.

6) Значение относительной погрешности измерений массового расхода топлива электрической части измерительного канала $\delta_{изм.э}$, %, рассчитать по формуле (8):

$$\delta_{изм.э} = \frac{Q_{изм} - Q_{действ}}{Q_{действ}} \cdot 100\% \quad (8)$$

где $Q_{действ}$ – действительная величина расхода, кг/ч (л/мин), рассчитанная по формуле (7);

$Q_{изм}$ – измеренное значение расхода, кг/час (л/мин).

7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 15.

Таблица 15

Заданное значения напряжения постоянного тока, В	Действительная величина массового расхода топлива $Q_{действ}$, кг/ч	Измеренное значение массового расхода топлива $Q_{изм}$, кг/ч	Полученные значения относительной погрешности измерений массового расхода топлива электрической части ИК $\delta_{изм.э}$, %	Полученные значения относительной погрешности измерений массового расхода топлива $\delta_{пк}$, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода топлива δ , %
					±0,5

8.3.11.2 Расчет погрешности измерительного канала с учетом первичных преобразователей

Относительная погрешность измерений массового расхода топлива измерительного канала рассчитывается по формуле (9):

$$\delta_{ИК} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{изм.э}^2 + \delta_{пк}^2} \quad (9)$$

где $\delta_{изм.э}$ - относительная погрешность измерений расхода электрической части измерительного канала, полученная экспериментально в реальных условиях эксплуатации, %;

$\delta_{пк}$ - относительная погрешность измерений расхода первичного преобразователя, указанная в описании типа на первичный преобразователь, %

Результат проверки считают положительным, если полученные значения относительной погрешности измерений массового расхода топлива измерительного канала не превышают ±0,5 %.

8.3.12 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов измерительного канала производится для каждого измерительного канала расчетно-экспериментальным путем и состоит из следующих пунктов:

- экспериментальной проверки относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов $\delta_{изм.э}$ электрической части измерительного канала (под электрической частью измерительного канала понимается часть канала, начиная с выходным клемм датчика и заканчивая дисплеем компьютера рабочего места оператора);

- расчета относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов $\delta_{пк}$ измерительного канала с учетом первичных преобразователей – датчиков физических величин.

8.3.12.1 Экспериментальная проверка относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов $\delta_{изм.э}$ электрической части измерительного канала проводится в следующей последовательности:

1) Подготовить стенд, основные эталонные средства и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией.

- 2) Подключить к измерительному каналу 9100, присоединить выходные зажимы 9100 к входным клеммам измерительного канала.
- 3) Подать при помощи 9100 сигнал напряжения постоянного тока от минус 10 до плюс 10 В.
- 4) Пересчитать значение напряжения постоянного тока в значение объемного расхода картерных газов $Q_{дейст}$ по формуле (7).
- 5) Считать результаты измерений $Q_{изм}$ в окне на экране монитора компьютера.
- 6) Значение относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов электрической части измерительного канала $\delta_{изм.э}$, %, рассчитать по формуле (8).
- 7) Результаты измерений и вычисленные значения погрешностей занести в таблицу 16.

Таблица 16

Заданное значения напряжения постоянного тока, В	Действительная величина объемного расхода картерных газов $Q_{действ}$, л/мин	Измеренное значение объемного расхода картерных газов $Q_{изм}$, л/мин	Полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов электрической части ИК $\delta_{изм.э}$, %	Полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов $\delta_{ик}$, %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов δ , %
					$\pm 2,0$

8.3.12.2 Расчет погрешности измерительного канала с учетом первичных преобразователей

Относительная погрешность измерений объемного расхода картерных газов измерительного канала рассчитывается по формуле (9).

Результат проверки считают положительным, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода картерных газов измерительного канала не превышают $\pm 2,0$ %.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение поверенного средства измерений;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств поверки (со сведениями о поверке последних);
- температура, влажность и атмосферное давление в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты каждой из операций поверки.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты операций поверки указывать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

9.2 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

9.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

9.4 При отрицательном результате поверки, выявленных при любой из операций поверки, описанных в таблице 2, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02.07.2015 г. № 1815.

Инженер отдела испытаний ООО «ИЦРМ»



Е. С. Устинова