

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ -
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала

А.С. Тайбинский

«27» сентября 2024 г.



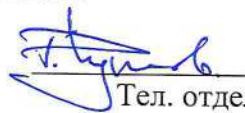
Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ В СОСТАВЕ КОММЕРЧЕСКОГО УЗЛА УЧЕТА
ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Методика поверки

МП 1723-14-2024

Начальник научно-исследовательского
отдела

 Р.Р. Нурмухаметов
Тел. отдела: +7 (843) 299-72-00

г. Казань
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящий документ предназначен для проведения поверки средства измерений «Система измерений массы в составе коммерческого узла учета дизельного топлива» (далее – система) и устанавливает методику первичной поверки и периодических поверок при эксплуатации.

1.2 Поверка системы осуществляется методом косвенных измерений согласно части 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости» (далее – ГПС), и обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019.

1.3 Метрологические характеристики измерительных компонентов из состава системы подтверждаются сведениями о положительных результатах поверки, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ).

1.4 Если очередной срок поверки измерительного компонента из состава системы наступает до очередного срока поверки системы, или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки измерительного компонента, или проведена замена измерительного компонента из состава системы на измерительный компонент утвержденного типа из перечня измерительных компонентов в описании типа системы, то проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки этого измерительного компонента или проводят его поверку, при этом внеочередную поверку системы не проводят, протокол поверки системы не переоформляют.

1.5 Допускается проведение поверки системы в части отдельных измерительных каналов (ИК) в соответствии с заявлением владельца системы.

В результате поверки системы должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон измерений массового расхода дизельного топлива, т/ч [*]	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы дизельного топлива, %
от 13,6 до 175	±0,25
[*] Указаны минимальное и максимальное значения диапазона расхода. Фактический диапазон расхода определяется при проведении поверки системы и не может выходить за указанные пределы.	

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки системы выполняют операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

2.2 Если при проведении какой-либо операции поверки системы получен отрицательный результат, дальнейшую поверку не проводят.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку системы проводят на месте эксплуатации в рабочем диапазоне измерений, указанном в описании типа системы, фактически обеспечиваемом при поверке, с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в ФИФОЕИ. Фактический диапазон измерений не может превышать диапазона измерений, указанного в описании типа системы.

3.2 Характеристики системы и параметры измеряемой среды при проведении поверки должны находиться в границах диапазонов измерений, указанных в описании типа системы.

3.3 Определение метрологических характеристик измерительных каналов (ИК) массы и массового расхода дизельного топлива (ДТ) проводят в условиях эксплуатации системы, соблюдая следующие условия:

- изменение температуры ДТ за время одного измерения не должно превышать $\pm 0,2$ °С.
- изменение расхода ДТ в процессе поверки от установленного значения (в точке расхода) не должно превышать $\pm 2,5$ %;
- содержания свободного газа в ДТ не допускают;
- давление ДТ на выходе измерительной линии рекомендуется поддерживать не менее 0,2 МПа;
- не допускается наличие внешних вибраций и тряски.

3.4 При соблюдении условий 3.1 - 3.2 считают, что факторы, которые могут оказать влияние на точность результатов измерений при поверке системы, отсутствуют.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Средства поверки системы, а также их метрологические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки системы

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356 с пределами допускаемой относительной погрешности для рабочего эталона 2-го разряда $\pm 0,11\%$	Установка поверочная передвижная ППУ (регистрационный № 92155-24) (далее – ПУ)
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки СИКН соблюдают требования, определяемые:

- в области охраны труда - Трудовым кодексом Российской Федерации;
- в области промышленной безопасности - Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 534 от 15 декабря 2020 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»);
- в области пожарной безопасности - Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»;
- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок - Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- в области охраны окружающей среды - Федеральным законом Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. 12 марта 2014 г.) «Об охране окружающей среды» и другими действующими законодательными актами на территории РФ.

5.2 Площадка системы должна содержаться в чистоте без следов ДТ и должна быть оборудована первичными средствами пожаротушения, согласно Правил противопожарного режима в Российской Федерации.

5.3 Выполнение работ прекращают при обнаружении течи ДТ в сварных и фланцевых соединениях оборудования системы.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие системы следующим требованиям:

- состав системы должен соответствовать эксплуатационной документации;
- на компонентах системы не должно быть механических повреждений и дефектов, препятствующих применению системы;

- надписи и обозначения на компонентах системы должны быть четкими и соответствовать их эксплуатационной документации;

6.2 Результаты внешнего осмотра системы считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. Если данные условия не выполняются, устраняют причины невыполнения, после чего повторно проводят проверку внешнего вида, маркировки и комплектности системы.

6.3 Система, не прошедшая внешний осмотр, к дальнейшей поверке не допускается до устранения выявленных несоответствий.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка к поверке

7.1.1 Проверяют наличие в ФИФОЕИ информации о положительных результатах поверки средств поверки.

7.1.2 Подготовка к определению метрологических характеристик ИК массы и массового расхода ДТ

Подготавливают ПУ к работе в строгом соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

Проверяют надежность монтажа и правильность подключения ПУ, а также целостность изоляции соединительных кабелей.

ПУ и счетчик-расходомер массовый СМF300 с электронным преобразователем модели 2700 (далее – СРМ), метрологические характеристики которого необходимо определить, подключают последовательно.

Проверяют герметичность системы, состоящей из СРМ, ПУ, задвижек и трубопроводов. Создают в системе рабочее давление ДТ. Система считается герметичной, если в течение 15 минут не наблюдается течи ДТ через соединения.

Проверяют отсутствие свободного газа (воздуха) в гидравлической системе путем открытия запорной арматуры, размещенной в верхних точках трубопровода гидравлической системы. Считают, что свободный газ (воздух) удален из гидравлической системы, если при открытии соответствующей запорной арматуры вытекает ДТ без газовых (воздушных) включений.

В соответствии с эксплуатационной документацией на СРМ и счетчик-расходомер массовый из состава ПУ (далее – ПР), в измерительный преобразователь или систему сбора и обработки информации (СОИ) устанавливают или проверяют установленные ранее необходимые значения коэффициентов преобразования (коррекции), расхода, частоты и т.д.

Проводят установку нуля СРМ и ПР в соответствии с требованиями технической документации и, соблюдая следующие условия:

- до установки нуля СРМ и ПР должны находиться во включенном состоянии не менее одного часа, если иное время не предусмотрено эксплуатационной документацией;
- гидравлическая система должна быть заполнена измеряемой средой;
- задвижки после поверяемого СРМ и ПР должны быть закрыты и проверены на отсутствие протечек;
- после закрытия задвижек необходимо выждать не менее одной минуты для успокоения ДТ, устранить возможные причины возникновения движения ДТ.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании системы проверяют действие и взаимодействие измерительных компонентов в соответствии с руководством по эксплуатации системы, возможность

формирования и получения отчетных документов следующим образом:

- проверяют наличие связи между первичными преобразователями, вторичной аппаратурой, комплексом измерительно-вычислительным и управляющим STARDOM (далее – ИВК) и автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора путем визуального контроля текущих значений измеряемых величин (температуры, давления, расхода в измерительных линиях) на дисплее АРМ оператора.

7.2.2 Устанавливают расход ДТ в пределах рабочего диапазона измерений СРМ. Опробование СРМ проводят путем увеличения или уменьшения расхода ДТ в пределах рабочего диапазона измерений. Результаты опробования СРМ считают положительными, если при увеличении или уменьшении расхода показания изменяются соответствующим образом (увеличиваются или уменьшаются).

7.3 Результат опробования считают положительным, если измерительные компоненты из состава системы функционируют и взаимодействуют в штатном режиме, значения измеряемых параметров находятся в установленных пределах, на элементах и средствах измерений системы отсутствуют следы ДТ.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверяют соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО) системы сведениям, приведенным в описании типа на систему.

8.2 Определение идентификационных данных ПО АРМ оператора «ГКС Расход НТ» проводится визуальным осмотром значения в меню правой панели навигации или в архиве отчетов нажатием на кнопку «CRC32».

Результат подтверждения соответствия ПО АРМ оператора «ГКС Расход НТ» считается положительным, если полученные идентификационные данные (идентификационное наименование, номер версии и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа системы.

8.3 В случае, если идентификационные данные ПО системы не соответствуют данным указанным в описании типа на систему, поверку прекращают. Выясняют и устраняют причины, вызвавшие несоответствие. После чего повторно проверяют идентификационные данные ПО системы.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка сведений о результатах поверки измерительных компонентов, входящих в состав системы

9.1.1 Проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки измерительных компонентов (за исключением СРМ из состава ИК массы и массового расхода ДТ), фактически установленных на системе на момент ее поверки, в ФИФОЕИ и действующих знаков поверки, если нанесение знаков поверки на средства измерений предусмотрено их описаниями типа.

9.1.2 Перечень измерительных компонентов приведен в описании типа системы.

9.1.3 Результат проверки считают положительным, если измерительные компоненты, входящие в состав системы (за исключением СРМ из состава ИК массы и массового расхода ДТ), имеют запись в ФИФОЕИ о положительных результатах поверки на момент поверки СИКН, а также действующие знаки поверки, если нанесение знаков поверки на средства измерений предусмотрено их описаниями типа.

9.2 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода ДТ

9.2.1 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода ДТ проводят в соответствии с приложением А к данной методике поверки.

9.2.2 Результат считают положительным, а метрологические характеристики ИК массы и массового расхода ДТ соответствующими установленным пределам, если полученное значение относительной погрешности измерений не превышает:

- для СРМ на контрольно-резервной измерительной линии (ИЛ), применяемой в качестве контрольной, не превышает $\pm 0,20$ %;
- для СРМ на рабочей ИЛ не превышает $\pm 0,25$ %.

9.3 При получении положительных результатов по п. 9.1.3, 9.2.2 настоящей методики поверки погрешность измерений массы ДТ с применением системы не превышает установленные пределы $\pm 0,25$ %. Систему считают соответствующей метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, а результат поверки системы положительным.

10 Оформление результатов поверки

Результаты поверки системы рекомендуется оформлять протоколом поверки по рекомендуемой форме, приведенной в Приложении Б. Сведения о результатах поверки передаются в ФИФОЕИ лицом, проводившим поверку системы. Результаты поверки оформляют в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

В зависимости от реализации градуировочной характеристики в соответствии с технической документацией на СРМ или СОИ в измерительный преобразователь СРМ или СОИ устанавливают новое(ые) значение коэффициента(ов) преобразования или коррекции.

Примечание - Реализацию коррекции результатов измерений СРМ одновременно и в измерительном преобразователе СРМ и СОИ не допускают.

При отрицательных результатах поверки систему к эксплуатации не допускают. По письменному заявлению лица, представившего систему на поверку, оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

При поверке системы в части отдельного ИК массы и массового расхода ДТ оформляют протокол поверки системы только в части ИК массы и массового расхода ДТ согласно Приложению Б.

При оформлении свидетельства о поверке системы на оборотной стороне указывают, что СРМ, входящий в состав ИК массы и массового расхода ДТ, признан годным и допущен к применению в качестве контрольно-резервного, применяемого в качестве контрольного, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,20$ % или рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,25$ %.

К свидетельству о поверке системы прикладывают:

- перечень измерительных компонентов из состава системы с указанием их заводских номеров (рекомендуемая форма приведена в приложении В настоящей методики поверки);
- протокол поверки системы.

Установка пломб непосредственно на систему не предусмотрена. Нанесение знака поверки непосредственно на систему не предусмотрено. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке системы (в случае его оформления) и на пломбы, установленные на контрольной проволоке согласно схеме, приведенной в описании типа системы.

Приложение А (обязательное)

Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода ДТ

Определение относительной погрешности ИК массы и массового расхода ДТ проводят на месте эксплуатации в составе системы.

Определение метрологических характеристик СРМ из состава ИК массы и массового расхода проводят не менее чем в трех точках диапазона измерений СРМ. Количество точек определяется нелинейностью градуировочной характеристики. В каждой точке проводят не менее пяти измерений для рабочего СРМ и не менее семи измерений для контрольно-резервного СРМ.

При определении метрологических характеристик СРМ в зависимости от вида реализуемой градуировочной характеристики, определяют следующие метрологические характеристики:

- коэффициент(ы) коррекции в рабочем диапазоне измерений (точках рабочего диапазона измерений);
- коэффициент(ы) преобразования в рабочем диапазоне измерений (точках рабочего диапазона измерений);
- среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений в точках диапазона измерений;
- относительную погрешность СРМ в точках рабочего диапазона измерений расхода и (или) в рабочем диапазоне измерений расхода или в k-ом поддиапазоне рабочего диапазона измерений расхода.

Требуемые значения расхода устанавливают, начиная от минимального в сторону увеличения или от максимального в сторону уменьшения.

При каждом значении расхода измеряют массу ДТ с помощью СРМ и ПУ. В момент начала измерения одновременно начинается счет электрических импульсов, генерируемых СРМ и ПР, при помощи блока обработки информации, входящего в состав ПУ. При достижении заданного количества импульсов, генерируемых СРМ или истечении заданного времени измерения или при прохождении заданного значения массы ДТ через СРМ, счет электрических импульсов заканчивается также одновременно.

Если количество импульсов СРМ или ПР за время измерения меньше 10000, то количество импульсов определяется с долями.

При каждом измерении в данной точке диапазона измерений регистрируют:

- значение расхода (Q_{ij} , т/ч);
- температуру (t_{ij} , °C) и давление (P_{ij} , МПа) ДТ в измерительной линии с СРМ;
- количество импульсов, поступившее от ПР и СРМ (N_{zij} , N_{rij} , имп);
- время измерения (T_{ij} , с).

Результаты измерений заносят в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

А.4 Обработка результатов измерений

Коэффициент преобразования СРМ (K_{nm} , имп/т), соответствующий максимальному массовому расходу, определяют по формуле

$$K_{nm} = \frac{f_{p\max} \cdot 3600}{Q_{p\max}}, \quad (\text{А.1})$$

где $f_{p\max}$ – максимальное значение частоты, установленное в СРМ, Гц;

$Q_{p\max}$ – максимальное значение расхода, т/ч.

Коэффициент коррекции СРМ (MF_{ij}) при i-ом измерении в j-й точке диапазона измерений расхода определяют по формуле

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{\vartheta}}{M_{ij}}, \quad (A.2)$$

где M_{ij}^{ϑ} – масса измеряемой среды, измеренная ПР при i -ом измерении в j -й точке диапазона измерений расхода, т

$$M_{ij}^{\vartheta} = \frac{N_{\vartheta ij}}{K_{\vartheta ij}}, \quad (A.3)$$

где $N_{\vartheta ij}$ – количество импульсов, поступившее с ПР при i -ом измерении в j -й точке рабочего диапазона измерений, имп.;

$K_{\vartheta ij}$ – коэффициент преобразования ПР, вычисленный по градуировочной характеристике, имп/т.

M_{ij} – масса измеряемой среды, измеренная СРМ при i -ом измерении в j -й точке рабочего диапазона измерений расхода, т, вычисляется по формуле

$$M_{ij} = \frac{N_{pij}}{K_{nm}} \cdot MF_p, \quad (A.4)$$

где N_{pij} – количество импульсов, поступившее с СРМ при i -ом измерении в j -й точке рабочего диапазона измерений, имп.;

MF_p – коэффициент коррекции СРМ, введенный в измерительный преобразователь.

Среднее значение коэффициента коррекции СРМ (MF_j) в j -й точке рабочего диапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$MF_j = \frac{\sum_{i=1}^n MF_{ij}}{n}, \quad (A.5)$$

где n – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений ($n \geq 5$ для рабочего СРМ, $n \geq 7$ для контрольного СРМ).

Среднее значение коэффициента коррекции СРМ (MF) в диапазоне измерений определяют по формуле

$$MF = \frac{\sum_{j=1}^m MF_j}{m}, \quad (A.6)$$

где m – количество точек рабочего диапазона измерений.

Коэффициент преобразования СРМ (K_{ij} , имп/т) при i -ом измерении в j -й точке рабочего диапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$K_{ij} = \frac{N_{pij}}{M_{ij}^{\vartheta}}. \quad (A.7)$$

Среднее значение коэффициента преобразования СРМ (K_j , имп/т) в j -й точке рабочего диапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ij}}{n}. \quad (A.8)$$

Среднее значение коэффициента преобразования СРМ (K , имп/т) в рабочем диапазоне измерений расхода вычисляют по формуле

$$K = \frac{\sum_{j=1}^m K_j}{m}. \quad (A.9)$$

При введении коэффициента коррекции MF^f в измерительный преобразователь поверяемого СРМ его значение определяется по формуле

$$MF^f = MF_p \cdot MF. \quad (A.10)$$

Частота выходного сигнала СРМ (f_{ij} , Гц) при i -ом измерении в j -й точке рабочего диапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$f_{ij} = \frac{N_{pij}}{T_{ij}}. \quad (A.11)$$

Среднее значение частоты выходного сигнала СРМ (f_j , Гц) в j -й точке рабочего диапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ij}}{n}. \quad (A.12)$$

СКО результатов измерений (S_j , %) в j -й точке диапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$S_j = \begin{cases} \frac{1}{MF_j} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MF_{ij} - MF_j)^2}{n-1}} \cdot 100 \\ \frac{1}{K_j} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_{ij} - K_j)^2}{n-1}} \cdot 100 \end{cases}. \quad (A.13)$$

Проверяют выполнение следующего условия

$$S_j \leq 0,03 \%. \quad (A.14)$$

При невыполнении условия (A.14) проверяют правильность монтажа и подключения СРМ и производят повторную установку нуля. Повторяют серию измерений поверки. При повторном невыполнении условия (A.14) определение метрологических характеристик прекращают.

СКО среднего значения результатов измерений в каждой j -й точке рабочего диапазона измерений (S_{0j} , %) вычисляют по формуле

$$S_{0j} = \frac{S_j}{\sqrt{n_j}}. \quad (A.15)$$

Границу случайной составляющей погрешности СРМ (ε_j , %) в j -й точке рабочего диапазона измерений при доверительной вероятности $P=0,95$, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_j = t_{0,95} \cdot S_{0j}, \quad (A.16)$$

где $t_{0,95}$ – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ (принимают из таблицы A.1).

Таблица A.1

n	5	6	7	8	9	10
$t_{0,95}$	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262

Границу случайной составляющей погрешности СРМ (ε_d , %) в диапазоне измерений при доверительной вероятности $P=0,95$, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_d = \max(\varepsilon_j). \quad (A.17)$$

Границу случайной составляющей погрешности СРМ ($\varepsilon_{пдк}$, %) в k -ом поддиапазоне рабочего диапазона измерений при доверительной вероятности $P=0,95$, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{пдк} = \max(\varepsilon_{jk}, \varepsilon_{j+1k}, \varepsilon_{j+2k} \dots). \quad (A.18)$$

где ε_{jk} – значение доверительных границ случайной составляющей погрешности в j -й точке; попадающей в k -ый поддиапазон, %, вычисляемое по формуле (A.16);

Границу неисключенной систематической погрешности ($\Theta_{\Sigma j}$, %) в j-й точке диапазона измерений вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma j} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_s^2 + \Theta_t^2 + \Theta_p^2 + \Theta_N^2 + \Theta_z^2}, \quad (\text{A.19})$$

- где Θ_s – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью ПУ, % (из свидетельства о поверке ПУ);
- Θ_t – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной влиянием отклонения температуры измеряемой среды в условиях эксплуатации СРМ от температуры измеряемой среды при измерениях, % (вычисляют, используя данные из технической документации изготовителя);
- Θ_p – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной влиянием отклонения давления ДТ в условиях эксплуатации СРМ от давления ДТ при измерениях, % (вычисляют, используя данные из технической документации изготовителя);
- Θ_N – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью СОИ, %; принимают равной пределам допускаемой относительной погрешности преобразования входных электрических сигналов в значение коэффициентов коррекции (преобразования) в СОИ, % (из свидетельства о поверке СОИ);

Границу неисключенной систематической погрешности ($\Theta_{\Sigma д}$, %) в диапазоне измерений вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma д} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_s^2 + \Theta_{дт}^2 + \Theta_{др}^2 + \Theta_N^2 + \Theta_{дз}^2 + \Theta_{д}^2}, \quad (\text{A.20})$$

- где $\Theta_{д}$ – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики для диапазона измерений, % (определяют по формуле (A.22));

Границу неисключенной систематической погрешности ($\Theta_{\Sigma пдк}$, %) в k-м поддиапазоне рабочего диапазона измерений вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma пдк} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_s^2 + \Theta_{пдт}^2 + \Theta_{пдр}^2 + \Theta_N^2 + \Theta_{пдз}^2 + \Theta_{пдк}^2}, \quad (\text{A.21})$$

- $\Theta_{пдк}$ – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики для k-го поддиапазона диапазона измерений, % (определяют по формуле (A.25));

Границу составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики для диапазона измерений ($\Theta_{д}$, %) вычисляют по формуле

$$\Theta_{д} = \begin{cases} \max \left| \frac{MF_j - MF}{MF} \right| \cdot 100 \\ \max \left| \frac{K_j - K}{K} \right| \cdot 100 \end{cases}. \quad (\text{A.22})$$

Границу составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики в k-ом поддиапазоне ($\Theta_{пдк}$, %) вычисляют по формуле

$$\Theta_{пдк} = \begin{cases} \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{MF_j - MF_{j+1}}{MF_j + MF_{j+1}} \right| \cdot 100 \\ \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{K_j - K_{j+1}}{K_j + K_{j+1}} \right| \cdot 100 \end{cases}. \quad (\text{A.23})$$

Относительную погрешность СРМ (контрольно-резервного) в j-й точке диапазона измерений (δ_j , %) вычисляют по формуле

$$\delta_j = \begin{cases} t_{\Sigma j} \cdot S_{\Sigma j} & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_{\Sigma j}}{S_{0j}} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma j} & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma j}}{S_{0j}} > 8 \end{cases}, \quad (\text{A.24})$$

$$t_{\Sigma j} = \frac{\varepsilon_j + \Theta_{\Sigma j}}{S_{0j} + S_{\Theta j}}, \quad (\text{A.25})$$

$$S_{\Sigma j} = \sqrt{S_{\Theta j}^2 + S_{0j}^2}, \quad (\text{A.26})$$

$$S_{\Theta j} = \sqrt{\frac{\Theta_{\Sigma}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_p^2 + \Theta_N^2 + \Theta_{jz}^2}{3}}, \quad (\text{A.27})$$

где $t_{\Sigma j}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей в j-й точке рабочего диапазона измерений;
 $S_{\Sigma j}$ – суммарное СКО результатов измерений в j-й точке рабочего диапазона измерений, %;
 $S_{\Theta j}$ – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей в j-й точке рабочего диапазона измерений, %.

Относительную погрешность СРМ (рабочего) в рабочем диапазоне измерений (δ_d , %) вычисляют по формуле

$$\delta_d = \begin{cases} t_{\Sigma d} \cdot S_{\Sigma d} & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_{\Sigma d}}{S_d} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma d} & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma d}}{S_d} > 8 \end{cases}, \quad (\text{A.28})$$

$$t_{\Sigma d} = \frac{\varepsilon_d + \Theta_{\Sigma d}}{S_d + S_{\Theta d}}, \quad (\text{A.29})$$

$$S_{\Sigma d} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_d^2}, \quad (\text{A.30})$$

$$S_{\Theta d} = \sqrt{\frac{\Theta_{\Sigma}^2 + \Theta_{dt}^2 + \Theta_{dp}^2 + \Theta_N^2 + \Theta_{dz}^2 + \Theta_d^2}{3}}, \quad (\text{A.31})$$

где S_d – наибольшее значение из ряда СКО, вычисленных по формуле (А.13), в точках диапазона измерений, % ($S_d = \max(S_{0j})$);
 $t_{\Sigma d}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей в рабочем диапазоне измерений;
 $S_{\Sigma d}$ – суммарное СКО результатов измерений в рабочем диапазоне измерений, %;
 $S_{\Theta d}$ – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей в рабочем диапазоне измерений, %.

Относительную погрешность СРМ (рабочего) в k-м поддиапазоне рабочего диапазона измерений ($\delta_{\text{пдк}}$, %) вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{пдк}} = \begin{cases} t_{\Sigma \text{пдк}} \cdot S_{\Sigma \text{пдк}} & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_{\Sigma \text{пдк}}}{S_{\text{пдк}}} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma \text{пдк}} & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma \text{пдк}}}{S_{\text{пдк}}} > 8 \end{cases}, \quad (\text{A.32})$$

$$t_{\Sigma \text{пдк}} = \frac{\varepsilon_{\text{пдк}} + \Theta_{\Sigma \text{пдк}}}{S_{\text{пдк}} + S_{\Theta \text{пдк}}}, \quad (\text{A.33})$$

$$S_{\Sigma \text{пдк}} = \sqrt{S_{\Theta \text{пдк}}^2 + S_{\text{пдк}}^2}, \quad (\text{A.34})$$

$$S_{\Theta ПДк} = \sqrt{\frac{\Theta_{\vartheta}^2 + \Theta_{ПД\Delta}^2 + \Theta_{ПД\rho}^2 + \Theta_N^2 + \Theta_{ПДz}^2 + \Theta_{ПДk}^2}{3}}, \quad (\text{A.35})$$

- где $S_{ПДк}$ – наибольшее значение из ряда СКО, вычисленных по формуле (A.13), в точках k-го поддиапазона рабочего диапазона измерений, % ($S_{ПДк} = \max(S_{0jk}, S_{0j+1k}, S_{0j+2k}, \dots)$);
- $t_{\Sigma ПДк}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей в k-ом поддиапазоне рабочего диапазона измерений;
- $S_{\Sigma ПДк}$ – суммарное СКО результатов измерений в k-ом поддиапазоне рабочего диапазона измерений, %;
- $S_{\Theta ПДк}$ – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей в k-ом поддиапазоне рабочего диапазона измерений, %.

Результаты определения метрологических характеристик СРМ считают положительными, если выполняется следующее условие:

- для СРМ применяемого в качестве рабочего $\delta_d(\delta_{ПДк}) \leq 0,25\%$; (A.36)

- для СРМ применяемого в качестве контрольно-резервного $\delta_j \leq 0,20\%$. (A.37)

Если данные условия не выполняются, то рекомендуется:

- увеличить количество точек в рабочем диапазоне измерений;
- увеличить количество измерений в точках рабочего диапазона измерений;
- уменьшить рабочий диапазон измерений;
- установить коррекцию СРМ по давлению (при отсутствии коррекции и при возможности ее реализации).

При повторном невыполнении условий (A.36), (A.37) определение метрологических характеристик СРМ прекращают.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки системы

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Стр. _ из _

Наименование, тип средства измерений: _____

Изготовитель: _____

Заводской номер: _____

Наименование и адрес заказчика: _____

Методика поверки: _____

Место проведения поверки: _____

Поверка выполнена с применением: (средства поверки, применяемые при определении метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

Б.1. Внешний осмотр средства измерений: _____
(соответствует/не соответствует п. 6.2)

Б.2. Опробование средства измерений: _____
(соответствует/не соответствует п. 7.3)

Б.3. Проверка программного обеспечения средства измерений: _____
(соответствует/не соответствует п. 8.1.1, 8.1.2)

Б.4. Определение метрологических характеристик средства измерений

Проверка сведений о результатах поверки измерительных компонентов, входящих в состав системы (п. 9.1)

Измерительные компоненты, входящие в состав системы _____ (имеют/не имеют) запись в ФИФОЕИ (паспорте, формуляре) о положительных результатах поверки и действующие знаки поверки.

(продолжение)

Б.4.1 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива (п. 9.2) *заполняется для каждого ИК*

Заводской №:

Заводской №:

Заводской №: _____

Таблица Б.1 - Исходные данные

[illegible]

Таблица Б.2 - Установленные коэффициенты СРМ (градуировочная характеристика)

$Q, \text{т/ч}$	$f_p, \Gamma_{\text{ц}}$	$K_y, \text{имп/т (при } MF_p=1)$	$MF_p \text{ (при } K_{\text{inv}})$
1	2	3	4

Таблица Б.3 - Установленные коэффициенты ПР 1 (2,...,g)

$Q_s, \text{т/ч}$	$f_s, \text{Гц}$	$K_s, \text{имп/т (при } MF_s = 1)$	$MF_s \text{ (при } K_{sv})$
1	2	3	4

Таблица Б.4 - Результаты измерений и вычислений

[illegible]

Приложение Б (продолжение)

Таблица Б.5 - Результаты измерений в точках рабочего диапазона измерений

№ точки	$Q_j, \text{т/ч}$	$f_j, \text{Гц}$	$K_j, \text{имп/т}$	MF_j	$S_j, \%$	$S_{\theta j}, \%$	n	$t_{0,95}$	$\varepsilon_j, \%$	$\Theta_j, \%$	$\Theta_i, \%$	$\Theta_p, \%$	$\Theta_N, \%$	$\Theta_{\text{ср}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														
3														
...														
m														

Окончание таблицы Б.5

№ точки	$\Theta_{\Sigma j}, \%$	$S_{\Theta j}, \%$	$S_{\Sigma j}, \%$	$t_{\Sigma j}$	$\delta_j, \%$
1	16	17	18	19	20
1					
2					
...					
m					

Таблица Б.6 - Результаты поверки в поддиапазонах рабочего диапазона измерений

Поддиапазон	$Q_{\min},$ т/ч	$Q_{\max},$ т/ч	$\varepsilon_{\text{пик}}, \%$	$S_{\text{ПДК}}, \%$	$\Theta_{\text{ПДК}}, \%$	$\Theta_{\text{ПДР}}, \%$	$\Theta_{\text{ПДК}}, \%$	$\Theta_{\text{ПДК}}, \%$	$\Theta_{\text{ПДК}}, \%$	$S_{\text{ПДК}}, \%$	$S_{\text{ПДК}}, \%$	$t_{\text{ПДК}}, \%$	$\delta_{\text{ПДК}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1													
2													
...													
k													

Метрологические характеристики ИК массы и массового расхода дизельного топлива установленным в соответствии с п. 9.2.2 пределам _____ (соответствуют/не соответствуют)

Примечания

Таблица Б.1:

- столбцы 4-6: не заполняют при отсутствии в технической и (или) эксплуатационной документации информации о нестабильности нуля, дополнительной погрешности по температуре и давлению. Единицы измерений в столбцах 5 и 6 принимают в соответствии с технической и (или) эксплуатационной документацией;

- столбцы 7-10: указывают минимальные и максимальные значения температуры измеряемой среды при эксплуатации СРМ.

Таблица Б.2: заполняют по результатам предыдущей поверки в зависимости от способа реализации градуировочной характеристики СРМ:

- столбцы 1, 2: указывают значения расхода и частоты;
- столбец 3 при реализации в виде коэффициента(ов) преобразования в СОИ;
- столбец 4 при реализации в виде коэффициента коррекции в измерительном преобразователе СРМ.

Таблица Б.3: заполняется для каждого из ПР, применяемых при поверке СРМ в зависимости от реализации градуировочной характеристики:

- столбцы 1, 2: указывают значения расхода и частоты;
- столбец 3 при реализации в виде коэффициента(ов) преобразования в СОИ;
- столбец 4 при реализации в виде коэффициента коррекции в измерительном преобразователе ПР.

Таблица Б.4 (столбцы 10, 11), таблица Б.5 (столбцы 4, 5), таблица Б.7 (столбцы 3-5) заполняются в зависимости от вида реализации градуировочной характеристики СРМ.

Таблица Б.5 (столбец 14), таблица Б.6 (столбец 9), таблица Б.7 (столбец 12): не заполняют при реализации у СРМ коррекции стабильности нуля или отсутствии информации о нестабильности нуля в описании типа или технической документации.

Таблицы Б.6, Б.7: заполняют в зависимости от вида реализации градуировочной характеристики СРМ.

Б.4.2 Метрологические характеристики системы установленным в соответствии с п. 9.3 пределам _____ (соответствует/не соответствует)
Система, установленным при утверждении типа метрологическим требованиям _____ (соответствует/не соответствует)

_____	_____	_____	_____
Должность лица,	подпись	Ф.И.О.	Дата поверки
проводившего поверку			

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма перечня средств измерений, входящих в состав системы

(указываются наименование, регистрационный и заводской номера системы)

№ п/п	Наименование измерительного компонента	Заводской номер