

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

М.П.

« 05 » мая 2025 г.



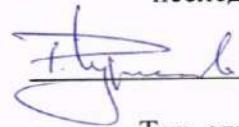
Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО
ТОПЛИВА НА ОТВОДЕ ОТ МНПП «АЛЬМЕТЬЕВСК – НИЖНИЙ НОВГОРОД» К
ТОПЛИВОЗАПРАВОЧНОМУ КОМПЛЕКСУ ООО «ТАТНЕФТЬАВИАСЕРВИС»

Методика поверки

МП 1744-14-2025

Начальник научно-
исследовательского отдела

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

г. Казань
2025 г.

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Загидуллин Р.И.

СОГЛАСОВАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества дизельного топлива на отводе от МНПП «Альметьевск - Нижний Новгород» к топливозаправочному комплексу ООО «Татнефтьавиасервис» (далее – СИКНП) и устанавливает объем, порядок и методику проведения первичной и периодической поверок СИКНП на месте ее эксплуатации.

Проверка СИКНП осуществляется методом косвенных измерений в соответствии с требованиями Государственной поверочной схемы (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, обеспечивающим передачу единицы массового и объемного расхода жидкости, массы и объема жидкости в потоке от рабочего эталона 1-го разряда и прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы массы (килограмма) ГЭТ 3-2020 и Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019.

Если очередной срок поверки средств измерений (измерительного компонента) из состава СИКНП наступает до очередного срока поверки СИКНП, или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки средства измерений (измерительного компонента), то поверяют только это средство измерений (измерительный компонент), при этом внеочередную поверку СИКНП не проводят.

По заявлению владельца СИКНП или лица, предоставившего СИКНП на поверку, допускается проведение поверки СИКНП в части отдельных измерительных каналов (ИК) массы и массового расхода дизельного топлива.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности при применении в качестве рабочего средства измерений
от 10 до 115 т/ч	ИК массы и массового расхода дизельного топлива: - с рабочим РМ и контрольно-резервным РМ, применяемым в качестве резервного $\pm 0,25\%$; - с контрольно-резервным РМ, применяемым в качестве контрольного $\pm 0,20\%$
от 10 до 115 т/ч	при измерениях массы дизельного топлива $\pm 0,25\%$

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняются операции поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки	Да	Да	7.2
Опробование средства измерений	Да	Да	7.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняются операции поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

2.2 Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку не проводят до устранения выявленных несоответствий.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку СИКНП проводят на месте эксплуатации.

3.2 Характеристики СИКНП, условия эксплуатации и параметры дизельного топлива при проведении поверки должны соответствовать, приведенным в описании типа СИКНП.

3.3 Соответствие параметров дизельного топлива проверяют по данным паспорта качества.

3.4 При определении метрологических характеристик (МХ) ИК массы и массового расхода дизельного топлива соблюдают следующие условия:

- определение МХ проводят на месте эксплуатации;
- изменение температуры дизельного топлива за время одного измерения не должно превышать 0,2 °C;
- изменение расхода дизельного топлива в процессе определения МХ от установленного значения (в точке расхода) не должно превышать ±2,5 %;
- содержание свободного газа в дизельном топливе не допускается;
- избыточное давление дизельного топлива в конце технологической схемы рекомендуется устанавливать не менее 0,3 МПа.

Примечание – Запрещается проводить определение МХ при расходе дизельного топлива ниже значения расхода, при котором проводилась проверка трубопоршневой установки на отсутствие протечек во время ее последней поверки.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Пункт 7.2 Контроль условий поверки	Средство измерений (СИ) температуры окружающего воздуха с диапазоном измерений, обеспечивающим измерение температуры окружающего воздуха в условиях эксплуатации СИКНП	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (регистрационный номер 71394-18) Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11)

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Раздел 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Рабочий эталон 1 разряда по 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 (установка трубопоршневая (далее – ТПУ), утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2356 с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05\%$ и $\pm(0,09 - 0,10)\%$ соответственно</p>	Установка поверочная трубопоршневая ТПУ ИНКОМСИСТЕМ (далее – ТПУ) (регистрационный номер 67156-17)
	СИ плотности (далее – ПП) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$	Преобразователь плотности и расхода СДМ (регистрационный номер 63515-16)
	СИ избыточного давления с унифицированным выходным сигналом, обеспечивающие измерения избыточного давления в условиях эксплуатации СИКНП с пределами допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,5\%$	Датчики давления Метран-150 (регистрационный номер 32854-06)
	СИ температуры с унифицированным выходным сигналом, обеспечивающие измерения температуры в условиях эксплуатации СИКНП с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2^\circ\text{C}$	Преобразователи температуры ПТ-ИнКС (регистрационный номер 68736-17)
	Система обработки информации с пределами допускаемой относительной погрешности вычислений коэффициентов преобразования $\pm 0,025\%$	Комплексы измерительно-вычислительные расхода и количества жидкостей и газов «АБАК+» (далее – ИВК) (регистрационный номер 52866-13)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдаются требования, определяемые:

- в области охраны труда:

- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ;

- в области промышленной безопасности:
 - Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
 - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 534 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»);
 - другие действующие законодательные акты и отраслевые нормативные документы;
- в области пожарной безопасности:
 - Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
 - Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
 - Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима»;
- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок:
 - Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»);
 - Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии (утверждены Приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 № 811 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии»);
- в области охраны окружающей среды:
 - Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
 - Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность и внешний вид СИКНП.

6.1.1 Комплектность СИКНП должна соответствовать ее описанию типа и эксплуатационным документам.

6.1.2 При проверке внешнего вида должно быть установлено соответствие СИКНП следующим требованиям:

- на компонентах СИКНП не должно быть видимых дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
- надписи и обозначения на компонентах СИКНП должны быть четкими и соответствовать технической документации.

6.2 При внешнем осмотре ИК массы и массового расхода дизельного топлива устанавливают соответствие расходомера массового Promass 83F (далее – РМ), входящего в состав ИК, следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать указанной в эксплуатационных документах;
- на РМ должны отсутствовать механические повреждения и дефекты внешних покрытий, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения на РМ должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационных документов;
- должны отсутствовать нарушения герметичности кабельных вводов, видимые повреждения кабелей.

6.3 СИКНП, непрошедшая 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 При подготовке к поверке проводят работы в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКНП.

7.1.2 Проверяют наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов и/или наличие сведений о положительных результатах поверки СИ, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и/или знаков поверки, нанесенных на СИ, и (или) свидетельств о поверке, и (или) записей о проведенной поверке в паспортах (формулярах) СИ, заверенных подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки, применяемых при проведении поверки.

7.1.3 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилей (кранов), установленных на технологических трубопроводах СИКНП и ТПУ.

7.1.4 Проверяют герметичность системы, состоящей из ТПУ, РМ, задвижек и трубопроводов. Для этого устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, в технологической схеме создают максимальное рабочее давление, которое может быть при определении МХ. Систему считают герметичной, если в течение 10 минут после создания давления не наблюдается течи дизельного топлива через фланцевые соединения, через сальники технологических задвижек (шаровых кранов), дренажных и воздушных вентилей (кранов).

7.1.5 Проверяют герметичность задвижек (шаровых кранов), дренажных и воздушных вентилей (кранов) при их закрытом положении, протечки дизельного топлива через которые могут повлиять на результаты измерений при определении МХ. В случае отсутствия возможности проверки герметичности задвижек, вентилей (кранов) или при установлении наличия протечек, во фланцевые соединения устанавливают заглушки.

7.1.6 Проверяют отсутствие воздуха (газа) в технологической схеме. При любом значении расхода (в рабочем диапазоне) проводят несколько пусков шарового поршня ТПУ. Открывая воздушные вентили, установленные на ТПУ, на верхних точках технологической схемы, в блоке измерений показателей качества дизельного топлива, проверяют наличие воздуха (газа), при необходимости воздух (газ) выпускают. Считают, что воздух (газ) в технологической схеме отсутствует, если из вентилей вытекает струя дизельного топлива без пузырьков воздуха (газа).

7.1.7 Проверяют герметичность устройства пуска и приема поршня ТПУ в соответствии с эксплуатационными документами. Для двунаправленных ТПУ проверку герметичности устройства пуска и приема поршня проводят в двух направлениях.

7.1.8 Проверяют стабильность температуры дизельного топлива. Температуру дизельного топлива считают стабильной, если ее изменение в измерительной линии РМ, на входе и выходе ТПУ за время одного измерения не превышает $0,2^{\circ}\text{C}$ по абсолютной величине.

7.1.9 При вводе РМ в эксплуатацию после ремонта или при использовании отдельного измерительного контроллера (измерительно-вычислительного комплекса) в качестве средства поверки, применяемого при определении МХ ИК массового расхода и массы дизельного топлива, проводят следующие операции:

- выполняют конфигурирование импульсного выхода электронного преобразователя (далее – ПЭП) РМ: используя коммуникатор или соответствующее программное обеспечение

в память ПЭП вводят максимальное значение диапазона расхода, установленного заводом-изготовителем для РМ $Q_{\max}^{\text{заб}}$, т/ч и значение частоты f , Гц условно соответствующее $Q_{\max}^{\text{заб}}$. Принимают:

$$f \leq f_{\text{вх max}} \leq f_{\text{вых max}}, \quad (1)$$

где $f_{\text{вх max}}$ – максимальная входная частота ИВК, применяемого при определении МХ, Гц, – из технических документов;

$f_{\text{вых max}}$ – максимальная выходная частота РМ, Гц.

Примечания

1 При конфигурировании вместо $Q_{\max}^{\text{заб}}$, т/ч, допускается применять верхний предел рабочего диапазона расхода РМ (верхний предел диапазона измерений ИК массового расхода и массы дизельного топлива).

2 Если используют отдельный измерительный контроллер (измерительно-вычислительный комплекс), то в выражении (1) используют минимальное из двух значений $f_{\text{вх max}}$, Гц, указанных для ИВК и отдельного измерительного контроллера (измерительно-вычислительного комплекса).

- в память ИВК вводят значение коэффициента преобразования РМ по импульсному выходу $KF_{\text{конф}}$, имп/т, вычисляемого по формуле

$$KF_{\text{конф}} = \frac{f \cdot 3600}{Q_{\max}^{\text{заб}}}; \quad (2)$$

- выполняют конфигурирование каналов измерений температуры, давления, плотности ИВК.

7.1.10 Проводят установку нуля РМ в соответствии с требованиями эксплуатационных документов.

7.1.11 Подготавливают ТПУ и СИ, применяемые при определении МХ ИК массового расхода и массы дизельного топлива, к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационных документов.

7.1.12 Вводят в память ИВК и/или автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора СИКНП необходимые данные (константы ТПУ и т.д.) или проверяют достоверность и правильность ранее введенных данных.

7.2 Контроль условий поверки

Проводят контроль условий поверки. Условия при поверке должны соответствовать требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

7.3 Опробование средства измерений

7.3.1 Проверяют действие и взаимодействие компонентов СИКНП в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКНП, возможность получения отчетов следующим образом:

- проверяют наличие электропитания элементов СИКНП и СИ;

- проверяют наличие связи между первичными преобразователями, вторичной аппаратурой и ИВК, ИВК и АРМ оператора СИКНП путем визуального контроля меняющихся значений измеряемых величин на дисплее компьютера АРМ оператора СИКНП;

- проверяют работоспособность запорно-регулирующей арматуры путем ее открытия и закрытия;

- используя печатающее устройство с ИВК и АРМ оператора СИКНП, распечатывают пробные отчеты (протоколы поверки и другие отчеты).

7.3.2 Опробование при определении МХ ИК массы и массового расхода дизельного топлива комплектным способом.

7.3.2.1 Проверяют индикацию на дисплее монитора АРМ оператора СИКНП текущих значений плотности дизельного топлива, температуры и давления дизельного топлива в ТПУ и ПП.

7.3.2.2 Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, запускают поршень ТПУ и проводят пробное измерение. При прохождении поршня через первый детектор наблюдают за началом отсчета импульсов, а при прохождении второго детектора - за окончанием отсчета импульсов. Результаты измерений количества импульсов наблюдают на дисплее АРМ оператора СИКНП.

Примечание – Опробование по п.7.3.2 проводят только при определении МХ ИК массы и массового расхода дизельного топлива комплектным способом.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверяют соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО) ИВК и АРМ оператора СИКНП, входящих в состав СИКНП, сведениям, приведенным в описании типа СИКНП.

8.2 Определение идентификационных данных ПО ИВК проводят в следующей последовательности:

- на лицевой панели ИВК нажать клавишу «Информация»;
- нажатием клавиши «Стрелка вниз» просмотреть с дисплея идентификационные данные (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО, алгоритм вычисления цифрового идентификатора).

8.3 Определение идентификационных данных ПО АРМ оператора.

Для просмотра идентификационных данных ПО АРМ оператора необходимо на мониторе АРМ оператора в верхнем левом углу окна программы нажать вкладку «Диагностика». В открывшемся окне отобразятся идентификационные данные (цифровой идентификатор ПО).

8.4 Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО ИВК и АРМ оператора СИКНП соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа СИКНП.

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

9.1 Проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, а также, при наличии, знаков поверки, нанесенных на СИ (измерительные компоненты), и (или) свидетельств о поверке, и (или) записей о проведенной поверке в паспортах (формулярах) СИ (измерительных компонентов), заверенных подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки, СИ (измерительных компонентов), входящих в состав СИКНП (за исключением РМ, входящих в состав ИК массы и массового расхода дизельного топлива, – в случае определения МХ ИК массы и массового расхода дизельного топлива комплектным методом).

СИ (измерительные компоненты) на момент проведения поверки СИКНП должны быть поверены в соответствии с документами на поверку, указанными в свидетельствах (сертификатах) об утверждении типа (описаниях типа) данных СИ (измерительных компонентов) или размещенных в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Примечание – Показывающие СИ температуры и давления должны быть поверены в соответствии с методиками поверки, указанными в свидетельствах (сертификатах) об утверждении типа (описаниях типа) данных СИ или размещенных в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

9.2 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива

Определение МХ ИК массы и массового расхода дизельного топлива проводят поэлементным методом или комплектным методом.

9.3 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива поэлементным методом

Проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, а также, при наличии, знаков поверки, нанесенных на СИ (измерительные компоненты), и (или) свидетельств о поверке, и (или) записей о проведенной поверке в паспортах (формулярах) СИ (измерительных компонентов), заверенных подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки, СИ (измерительных компонентов), входящих в состав ИК массы и массового расхода дизельного топлива.

При выполнении данного условия относительную погрешность ИК массы и массового расхода дизельного топлива принимают равной $\pm 0,25\%$.

9.4 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива комплектным методом

9.4.1 Определение МХ проводят при крайних значениях рабочего диапазона измерений расхода ИК и значениях, установленных с интервалом 25-30 % от максимального расхода рабочего диапазона. Требуемые значения расхода устанавливают, начиная от Q_{min} в сторону увеличения или от Q_{max} в сторону уменьшения.

Примечания

1 Допускается определение МХ проводить в трех точках рабочего диапазона измерений расхода ИК: при минимальном Q_{min} , среднем $[0,5 \cdot (Q_{min} + Q_{max})]$ и максимальном Q_{max} значениях расхода.

2 Рабочий диапазон измерений расхода ИК определяет владелец СИКНП, при этом рабочий диапазон не должен превышать диапазон измерений расхода СИКНП.

3 Значение расхода Q_{min} не должно быть менее расхода, при котором проведена проверка на отсутствие протечек ТПУ (из действующего протокола поверки ТПУ).

9.4.2 Устанавливают требуемый расход Q_j , т/ч, значение которого контролируют по ТПУ.

9.4.3 После установления расхода запускают поршень ТПУ, измеряют время

прохождения поршня по калиброванному участку ТПУ и вычисляют значение расхода при i -м измерении в j -й точке расхода $Q_{\text{ТПУ}ij}$, т/ч по формуле

$$Q_{\text{ТПУ}ij} = \frac{V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}} \cdot 3600}{T_{ij}} \cdot \rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где $V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}}$ – вместимость калиброванного участка ТПУ при i -м измерении в j -й точке расхода, приведенная к рабочим условиям в ТПУ, м^3 ;

T_{ij} – время прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ при i -м измерении в j -й точке расхода, с;

$\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$ – плотность дизельного топлива при i -м измерении в j -й точке расхода, измеренная ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ, $\text{кг}/\text{м}^3$.

9.4.4 Проверяют выполнение условия

$$\left| \frac{Q_i - Q_{\text{ТПУ}ij}}{Q_{\text{ТПУ}ij}} \right| \cdot 100 \leq 2,0 \%. \quad (4)$$

В случае невыполнения условия (4) корректируют расход.

9.4.5 После стабилизации расхода и температуры дизельного топлива в j -й точке расхода проводят серию измерений, последовательно запуская поршень ТПУ.

Количество измерений в каждой j -й точке расхода n_j не менее пяти.

9.4.6 Для каждого i -го измерения в каждой j -й точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки СИКНП, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А:

- время прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ, T_{ij} , с;
- значение массового расхода Q_{ij} , т/ч;

Примечания

1 Расход Q_{ij} вычисляют по формуле (3).

2 При реализации градуировочной характеристики (ГХ) РМ в виде кусочно-линейной аппроксимации рекомендуется дополнительно регистрировать выходную частоту РМ.

- количество импульсов, выдаваемое РМ за время одного измерения, $N_{ij}^{\text{мас}}$, имп.;
- значения температуры дизельного топлива $t_{ij}^{\text{ТПУ}}$, $^{\circ}\text{C}$ и давления дизельного топлива $P_{ij}^{\text{ТПУ}}$, МПа в ТПУ;

Примечание – Температуру и давление дизельного топлива принимают равными среднему значению двух измерений - в начале и в конце измерения (прохождение поршня ТПУ от одного детектора до другого). При использовании показывающих средств измерений температуры и давления с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление дизельного топлива один раз за время одного измерения.

- значение плотности дизельного топлива, измеренное ПП, $\rho_{ij}^{\text{ПП}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$;
- значения температуры и давления дизельного топлива в ПП $t_{ij}^{\text{ПП}}$, $^{\circ}\text{C}$ и $P_{ij}^{\text{ПП}}$, МПа соответственно.

9.4.7 Обработка результатов измерений

9.4.7.1 Для каждого i -го измерения в j -й точке расхода вычисляют значение массы дизельного топлива M_{ij}^{p3} , т, используя результаты измерений ТПУ и ПП, по формуле

$$M_{ij}^{p3} = V_{pp\ ij}^{TPU} \cdot \rho_{pp\ ij}^{PP} \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где $V_{pp\ ij}^{TPU}$ – вместимость калиброванного участка ТПУ при i -м измерении в j -й точке расхода, приведенная к рабочим условиям в ТПУ, m^3 , вычисляют по формуле

$$V_{pp\ ij}^{TPU} = V_0^{TPU} \cdot \left[1 + 3a_t \cdot (t_{ij}^{TPU} - 20) \right] \cdot \left(1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot P_{ij}^{TPU} \right), \quad (6)$$

где V_0^{TPU} – вместимость калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (берут из свидетельства о поверке или протокола поверки), m^3 ;

a_t – коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, $^{\circ}C^{-1}$ (определяют по таблице Б.2 приложения Б);

t_{ij}^{TPU} – значение температуры дизельного топлива в ТПУ при i -м измерении в j -й точке расхода, $^{\circ}C$;

D – внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ (берут из эксплуатационных документов на ТПУ или протокола поверки), mm ;

E – модуль упругости материала стенок ТПУ, MPa (определяют по таблице Б.2 приложения Б);

s – толщина стенок калиброванного участка ТПУ (берут из эксплуатационных документов на ТПУ или протокола поверки), mm ;

P_{ij}^{TPU} – значение давления дизельного топлива в ТПУ при i -м измерении в j -й точке расхода, MPa ;

$\rho_{pp\ ij}^{PP}$ – плотность дизельного топлива при i -м измерении в j -й точке расхода, измеренная ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ, kg/m^3 , вычисляют по формуле

$$\rho_{pp\ ij}^{PP} = \rho_{15} \cdot CTL_{TPU} \cdot CPL_{TPU}, \quad (7)$$

где ρ_{15} – плотность дизельного топлива при температуре $15^{\circ}C$ и избыточном давлении $0\ MPa$;

CTL_{TPU} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем дизельного топлива, определенный для температуры дизельного топлива в ТПУ для i -го измерения в j -й точке расхода (вычисляют по приложению В);

CPL_{TPU} – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем дизельного топлива, определенный для давления дизельного топлива в ТПУ для i -го измерения в j -й точке расхода (вычисляют по приложению В).

9.4.7.2 Вычисляют коэффициент преобразования для i -го измерения в j -й точке расхода KF_{ij} , имп/т по формуле

$$KF_{ij} = \frac{N_{ij}^{mac}}{M_{ij}^{p3}}, \quad (8)$$

где N_{ij}^{mac} – количество импульсов, выдаваемое РМ за время i -го измерения в j -й точке расхода, имп.

9.4.7.3 Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента преобразования в j -й точке расхода KF_j , имп/т по формуле

$$KF_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ij}}{n_j}. \quad (9)$$

9.4.7.4 В зависимости от вида реализации ГХ оценивают среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений:

а) в каждом k -м поддиапазоне измерений расхода S_k^{KF} , %, если ГХ реализуют в виде кусочно-линейной аппроксимации, по формуле

$$S_k^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1} \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{KF_{ij} - KF_j}{KF_j} \right)^2}{(n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \cdot 100, \quad (11)$$

б) в рабочем диапазоне измерений расхода $S_{\text{диап}}^{KF}$, %, если ГХ реализуют в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне измерений расхода, по формуле

$$S_{\text{диап}}^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{KF_{ij} - KF_j}{KF_j} \right)^2}{\sum n_j - 1}} \cdot 100. \quad (10)$$

9.4.7.5 Проверяют выполнение условия

$$S_{\text{диап}}^{KF}, S_k^{KF} \leq 0,03\%. \quad (12)$$

При выполнении данного условия продолжают обработку результатов измерений.

При невыполнении данного условия выявляют наличие промахов в полученных результатах измерений согласно приложения Г. Выявленный промах исключают и проводят дополнительное измерение. При отсутствии промахов выясняют и устраниют причины, обуславливающие невыполнение данного условия и повторно проводят измерения.

9.4.7.6 При реализации ГХ в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне измерений расхода вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента преобразования в рабочем диапазоне измерений расхода $KF_{\text{диап}}$, имп/т по формуле

$$KF_{\text{диап}} = \frac{\sum_{j=1}^m KF_j}{m}. \quad (13)$$

9.4.7.7 Границу неисключенной систематической погрешности $\Theta_{\Sigma k}$, % при реализации ГХ в виде кусочно-линейной аппроксимации для k -го поддиапазона измерений расхода вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТПУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\Theta_t)^2 + (\delta_{\text{УОИ}})^2 + (\Theta_k^{KF})^2 + (\delta_{0k}^{\text{mac}})^2}, \quad (14)$$

где $\delta_{\text{ТПУ}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ТПУ, %, (берут из описания типа на ТПУ);

$\delta_{\text{ПП}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ПП, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ПП}} = \frac{\Delta \rho}{\rho_{\min}} \cdot 100, \quad (15)$$

где $\Delta \rho$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности ПП, кг/м³;

ρ_{\min} – наименьшее значение плотности дизельного топлива при условиях эксплуатации СИКНП, кг/м³;

Θ_t – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_t = \beta_{\max} \cdot \sqrt{(\Delta t_{\text{TPU}})^2 + (\Delta t_{\text{ПП}})^2} \cdot 100, \quad (16)$$

где β_{\max} – максимальное значение, выбранное из ряда коэффициентов объемного расширения дизельного топлива, 1/°C, при всех измерениях в точках рабочего диапазона, значения которых вычисляют по приложению В;

$\Delta t_{\text{TPU}}, \Delta t_{\text{ПП}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности средств измерений температуры, применяемых для измерений температуры дизельного топлива в ТПУ и ПП соответственно, °C;

$\delta_k^{\text{УОИ}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении коэффициентов преобразования и поправочных коэффициентов преобразователей расхода, %;

Θ_k^{KF} – граница неисключенной систематической погрешности в k -м поддиапазоне измерений расхода, обусловленная погрешностью аппроксимацией ГХ, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_k^{\text{KF}} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{KF_j - KF_{j+1}}{KF_j + KF_{j+1}} \right|_{(k)} \cdot 100, \quad (17)$$

δ_{0k}^{mac} – относительная погрешность стабильности нуля в k -м поддиапазоне измерений расхода, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{0k}^{\text{mac}} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{k\min} + Q_{k\max}}, \quad (18)$$

где ZS – значение стабильности нуля, т/ч (берут из технической документации на РМ),

$\Theta_{k\min}, \Theta_{k\max}$ – минимальное и максимальное значение расхода в k -м поддиапазоне соответственно, т/ч.

9.4.7.8 Границу неисключенной систематической погрешности Θ_{Σ} , % при реализации ГХ в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне измерений расхода вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{TPU}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\Theta_t)^2 + (\delta_k^{\text{УОИ}})^2 + (\Theta_{\text{диап}}^{\text{KF}})^2 + (\delta_{0k}^{\text{mac}})^2}, \quad (19)$$

$\Theta_{\text{диап}}^{\text{KF}}$ – граница неисключенной систематической погрешности в рабочем диапазоне измерений расхода, обусловленная погрешностью аппроксимацией ГХ, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\text{диап}}^{\text{KF}} = \left| \frac{KF_j - KF_{\text{диап}}}{KF_{\text{диап}}} \right|_{\max} \cdot 100, \quad (20)$$

δ_{0k}^{mac} – относительная погрешность стабильности нуля в рабочем диапазоне измерений расхода, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{0k}^{\text{mac}} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{\min} + Q_{\max}}. \quad (21)$$

9.4.7.9 Границу случайной погрешности при реализации ГХ в виде кусочно-линейной аппроксимации для k -го поддиапазона расхода при доверительной вероятности $P=0,95$ ε_k , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_k = t_{(P, n)} \cdot S_k^{KF}, \quad (22)$$

где $t_{(P, n)}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений $n = (n_j + n_{j+1})_k$ (определяют по таблице Б.1 приложения Б).

9.4.7.10 Границу случайной погрешности при реализации ГХ в виде кусочно-линейной аппроксимации для k -го поддиапазона расхода при доверительной вероятности $P=0,95$ ε_k , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_k = t_{(P, n)} \cdot S_{\text{диап}}^{KF}, \quad (23)$$

где $t_{(P, n)}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений $n = \sum n_j$ (определяют по таблице Б.1 приложения Б).

9.4.7.11 Относительную погрешность ИК массового расхода и массы дизельного топлива δ_k , (%) вычисляют по формуле

а) при реализации ГХ в виде кусочно-линейной аппроксимации в каждом k -м поддиапазоне измерений расхода

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\Theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k) & \text{если } 0,8 \leq \Theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma k} & \text{если } \Theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} > 8 \end{cases}, \quad (24)$$

где $Z_{(P)}$ – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P и величины соотношения $\Theta_{\Sigma k} / S_k^{KF}$, значение которого определяют по таблице Б.3 приложения Б;

б) при реализации ГХ в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне измерений расхода

$$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\Theta_{\Sigma} + \varepsilon) & \text{если } 0,8 \leq \Theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{KF} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma} & \text{если } \Theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{KF} > 8 \end{cases}, \quad (25)$$

где $Z_{(P)}$ – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P и величины соотношения $\Theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{KF}$, значение которого определяют по таблице Б.3 приложения Б;

9.4.7.12 Оценивание относительной погрешности ИК массового расхода и массы дизельного топлива

Проверяют выполнение условий

$$\delta \leq 0,25\% \quad \text{- для ИК массы и массового расхода дизельного топлива с рабочим РМ} \quad (26)$$

$$\delta \leq 0,20\% \quad \text{- для ИК массы и массового расхода дизельного топлива с контрольно-резервным РМ, применяемым в качестве контрольного} \quad (27)$$

При выполнении условий (26) и (27) ИК массового расхода и массы дизельного топлива допускаются к применению.

При невыполнении условия (26) или (27) выясняют причины, устраняют их и проводят повторное определение МХ.

9.4.7.13 Оформление результатов определения относительной погрешности ИК массы и массового расхода дизельного топлива

Результаты измерений и вычислений заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А. Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки.

При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Точность представления результатов измерений и вычислений

Наименование показателя	Количество цифр после запятой	Количество значащих цифр, не менее
Массовый расход, т/ч	-	4
Масса, т	6	-
Объем (вместимость калиброванного участка ТПУ), м ³	-	6
Температура, °С	2	-
Давление, МПа	2	-
Плотность, кг/м ³	-	5
Количество импульсов, имп	-	5
Интервал времени, с	2	-
Коэффициент преобразования, имп/т	-	6
СКО, погрешность, %	3	-

9.5 Определение относительной погрешности измерений массы дизельного топлива

При получении положительных результатов по п. 9.1, п. 9.3 (или п.9.4) настоящей методики поверки относительную погрешность измерений массы дизельного топлива принимают равной пределам допускаемой относительной погрешности ИК массы и массового расхода дизельного топлива с рабочим РМ ±0,25 %.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки СИКНП, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А. Допускается оформлять протокол поверки в измененном виде.

10.2 Сведения о результатах поверки СИКНП передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений лицом, проводившим поверку СИКНП.

10.3 По заявлению владельца СИКНП или лица, предоставившего СИКНП на поверку, в случае положительных результатах поверки выдают свидетельство о поверке СИКНП в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

На оборотной стороне свидетельства о поверке СИКНП указывают диапазон измерений расхода дизельного топлива и пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы дизельного топлива.

При поверке СИКНП в части отдельного ИК массы и массового расхода дизельного топлива по заявлению владельца СИКНП или лица, предоставившего СИКНП на поверку, в случае положительных результатах поверки выдают свидетельство о поверке СИКНП в части поверяемого ИК массы и массового расхода дизельного топлива.

Протокол поверки является обязательным приложением к свидетельству о поверке.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКНП и на пломбы, установленные на контрвочных проволоках, пропущенных через отверстия в шпильках, расположенных на диаметрально противоположных фланцах РМ.

10.4 По заявлению владельца СИКНП или лица, предоставившего СИКНП на поверку, в случае отрицательных результатов поверки выдают извещение о непригодности к применению.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Стр. _____ из _____

Наименование средства измерений: _____

Изготовитель: _____

Заводской номер: _____

Методика поверки: _____

Место проведения поверки: _____

Поверка выполнена с применением: _____

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха, °C _____;
- температура окружающего воздуха в блок-боксе БИК, СОИ, °C _____.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Внешний осмотр средства измерений (раздел 6): _____
(соответствует/не соответствует требованиям раздела 6 МП)

2. Опробование средства измерений (подраздел 7.3): _____
(соответствует/не соответствует требованиям подраздела 7.3 МП)

3. Проверка программного обеспечения средства измерений (раздел 8):

(идентификационные данные ПО соответствуют/не соответствуют требованиям раздела 8 МП)

4. Определение метрологических характеристик средства измерений

4.1 Проверка сведений о результатах поверки средств измерений (измерительных компонентов) (подраздел 9.1):

(соответствует/не соответствует требованиям подраздела 9.1 МП)

4.2 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива

4.2.1 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива поэлементным методом (подраздел 9.3)

Относительная погрешность ИК массы и массового расхода дизельного топлива не превышает:

±0,25 % – для ИК массы и массового расхода дизельного топлива с рабочим РМ;

±0,20 % – для ИК массы и массового расхода дизельного топлива с контрольно-резервным РМ, применяемым в качестве контрольного.

4.2.2 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива № комплектным методом (подраздел 9.4)

Место проведения поверки

наименование ПСП
наименование владельца ПСП
РМ: сенсор _____, Ду _____ мм, зав. № _____; ПЭП _____, зав. № _____
модель _____
установлен на _____ ИЛ № _____ Рабочая жидкость _____
СИКНП

Средства поверки: ТПУ типа _____, разряд _____, зав. № _____, дата поверки _____
ПП типа _____, зав. № _____, дата поверки _____

Таблица 1 – Исходные данные

Трубопоршневой поверочной установки								Поточного ПП		УОИ		Mассомера
Детекторы	$V_0^{\text{ППУ}}$, м ³	$\delta_{\text{ППУ}}$, %	D, мм	S, мм	E, МПа	α_t , °C ⁻¹	$\Delta t_{\text{ППУ}}$, °C	$\delta_{\text{ПП}}$, %	$\Delta t_{\text{ПП}}$, °C	$\delta_K^{\text{УОИ}}$, %	$KF_{\text{конф}}$, имп/т	ZS, т/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблица 2 – Результаты единичных измерений и вычислений

№ точ/№ изм (j/i)	Q_{ij} , т/ч	Результаты измерений								Результаты вычислений			
		по ТПУ				по ПП			по массомеру	$V_{\text{пр } ij}^{\text{ППУ}}$, м ³	$\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}}$, кг/м ³	$M_{ij}^{\text{пo}}$, т	KF_{ij} , имп/т
		Детек- торы	T_{ij} , с	$t_{ij}^{\text{ППУ}}$, °C	$P_{ij}^{\text{ППУ}}$, МПа	$\rho_{ij}^{\text{ПП}}$, кг/м ³	$t_{ij}^{\text{ПП}}$, °C	$P_{ij}^{\text{ПП}}$, МПа	$N_{ij}^{\text{мас}}$, имп				
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1/1													
...													
1/n ₁													
...													
m/1													
...													
m/n _m													

Таблица 3 – Значения коэффициентов, использованных при вычислениях

$t_{(p,n)}$	$Z_{(p)}$
1	2

Таблица 4 – Результаты поверки (при реализации ГХ в виде кусочно-линейной аппроксимации)

Точка расхода (j)	Q _j , т/ч	KF _j , имп/т	№ поддиапазона (k)	Q _{k min} , т/ч	Q _{k max} , т/ч	S _k ^{KF} , %	δ _{0k} ^{mac} , %	Θ _k ^{KF} , %	ε _k , %	Θ _{Σk} , %	δ _k , %
1	2	3	4	5	6	7		10	11	12	13
1			1								
...			m-1								
m											

Таблица 4 – Результаты поверки (при реализации ГХ в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне измерений расхода)

Точка расхода (j)	Q _j , т/ч	KF _j , имп/т	S _{диап} ^{KF} , %	δ ₀ ^{mac} , %	KF _{диап} , имп/т	Θ _{диап} ^{KF} , %	ε, %	Θ _Σ , %	δ, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
...									
m									

Относительная погрешность ИК массового расхода и массы дизельного топлива № ___ не превышает $\pm 0,25\%$ (или $\pm 0,20\%$).

Примечание – В зависимости от применяемого метода определения метрологических характеристик ИК массы и массового расхода дизельного топлива (поэлементного или комплектного) при оформлении протокола заполняют либо п.4.2.1, либо п.4.2.2 настоящего протокола.

4.3 Определение относительной погрешности измерений массы дизельного топлива СИКНП (подраздел 9.5)

Относительная погрешность измерений массы дизельного топлива СИКНП не превышает $\pm 0,25\%$.

Дата поверки _____

должность лица, проводившего поверку

подпись

Ф.И.О.

Приложение Б
(справочное)
Справочные материалы

Б.1 Квантиль распределения Стьюдента

Значения квантиля распределения Стьюдента $t_{(P,n)}$ при доверительной вероятности $P=0,95$ в зависимости от количества измерений приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 - Значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности $P=0,95$

$n-1$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$t_{(P,n)}$	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,203	2,179	2,162	2,145	2,132	2,120

Продолжение таблицы Б.1

$n-1$	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_{(P,n)}$	2,110	2,101	2,093	2,086	2,08	2,07	2,07	2,06	2,06	2,06	2,05	2,05	2,05	2,04

Б.2 Коэффициенты расширения и модули упругости

Значения коэффициентов линейного расширения и модули упругости материалов стенок калиброванного участка ТПУ в зависимости от материала приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Коэффициенты линейного расширения и значения модуля упругости материалов стенок калиброванного участка ТПУ

Материал стенок ТПУ	$\alpha_t, 1/^\circ\text{C}$	$E, \text{МПа}$
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^5$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^5$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$	-
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$	-
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$	-

Примечание – Если значения α_t и E приведены в технической документации на ТПУ, то используют значения, приведенные в технической документации на ТПУ

Б.3 Определения коэффициента $Z_{(P)}$

Таблица Б.3 – Значения коэффициента $Z_{(P)}$ в зависимости от отношения $\Theta_\Sigma/S_k^{\text{KF}}$ ($\Theta_\Sigma/S_{\text{диап}}^{\text{KF}}$) при доверительной вероятности $P = 0,95$

$\Theta_\Sigma/S_k^{\text{KF}}$ ($\Theta_\Sigma/S_{\text{диап}}^{\text{KF}}$)	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8
$Z_{(P)}$	0,81	0,77	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81

Приложение В
(справочное)
Определение коэффициентов CTL и CPL

B.1 Определение коэффициента CTL

Значение коэффициента CTL, учитывающего влияние температуры на объем дизельного топлива вычисляют по формуле

$$CTL = \exp \left[-\beta_{15} \cdot (t-15) \cdot (1 + 0,8 \cdot \beta_{15} \cdot (t-15)) \right], \quad (B.1)$$

где t – значение температуры дизельного топлива, $^{\circ}\text{C}$;

β_{15} – значение коэффициента объемного расширения дизельного топлива при температуре $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и избыточном давлении 0 МПа , $1/\text{^{\circ}C}$, вычисляют по формуле

$$\beta_{15} = \frac{K_0 + K_1 \cdot \rho_{15}}{\rho_{15}^2} + K_2, \quad (B.2)$$

где K_0, K_1, K_2 – коэффициенты, определяемые по таблице 1 Р 50.2.076-2010 Рекомендации по метрологии «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программа и таблицы приведения»;

ρ_{15} – значение плотности дизельного топлива при температуре $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и избыточном давлении 0 МПа , $\text{кг}/\text{м}^3$.

B.2 Определение коэффициента CPL

Значение коэффициента CPL, учитывающего влияние давления на объем дизельного топлива вычисляют по формуле

$$CPL = \frac{1}{1 - \gamma_t \cdot P}, \quad (B.3)$$

где γ_t – коэффициент сжимаемости дизельного топлива при температуре t , $1/\text{МПа}$, вычисляют по формуле

$$\gamma_t = 10^{-3} \cdot \exp \left(-1,62080 + 0,00021592 \cdot t + \frac{0,87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4,2092 \cdot 10^3 \cdot t}{\rho_{15}^2} \right), \quad (B.4)$$

P – значение избыточного давления дизельного топлива, МПа ;

B.3 Определение коэффициента β

Значение коэффициента объемного расширения дизельного топлива при температуре t β_t , $1/\text{^{\circ}C}$ вычисляют по формуле

$$\beta_t = \beta_{15} + 1,6 \cdot \beta_{15}^2 \cdot (t-15), \quad (B.5)$$

B.4 Определение плотности ρ_{15}

Значение плотности дизельного топлива при температуре $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и избыточном давлении 0 МПа ρ_{15} , $\text{кг}/\text{м}^3$ вычисляют по формуле

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{\text{пп}}}{CTL_{\text{пп}} \cdot CPL_{\text{пп}}}, \quad (B.6)$$

где $\rho_{\text{пп}}$ – значение плотности дизельного топлива, измеренное ПП, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$CTL_{\text{пп}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем дизельного

топлива, определенный для $t^{\text{пп}}$ и ρ_{15} ;

$CPL_{\text{пп}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем дизельного топлива, определенный для $t^{\text{пп}}$, $P^{\text{пп}}$ и ρ_{15} .

Для определения ρ_{15} необходимо определить значения $CTL_{\text{пп}}$ и $CPL_{\text{пп}}$, а для определения $CTL_{\text{пп}}$ и $CPL_{\text{пп}}$, в свою очередь, необходимо определить значение плотности при стандартных условиях ρ_{15} . Поэтому значение ρ_{15} определяют методом последовательного приближения.

Вычисляют значения $CTL_{\text{пп}(1)}$ и $CPL_{\text{пп}(1)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{\text{пп}}$.

Вычисляют значение $\rho_{15(1)}$, $\text{кг}/\text{м}^3$ по формуле

$$\rho_{15(1)} = \frac{\rho_{\text{пп}}}{CTL_{\text{пп}(1)} \cdot CPL_{\text{пп}(1)}}, \quad (\text{B.7})$$

Вычисляют значения $CTL_{\text{пп}(2)}$ и $CPL_{\text{пп}(2)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{15(1)}$.

Вычисляют значение $\rho_{15(2)}$, $\text{кг}/\text{м}^3$ по формуле

$$\rho_{15(2)} = \frac{\rho_{\text{пп}}}{CTL_{\text{пп}(2)} \cdot CPL_{\text{пп}(2)}}, \quad (\text{B.8})$$

Аналогично вычисляют значения $CTL_{\text{пп}(i)}$, $CPL_{\text{пп}(i)}$ и $\rho_{15(i)}$ для i -го цикла вычислений и проверяют выполнение условия

$$|\rho_{15(i+1)} - \rho_{15(i)}| \leq 0,01, \quad (\text{B.9})$$

где $\rho_{15(i+1)}$, $\rho_{15(i)}$ – значения ρ_{15} , определенные, соответственно, за последний и предпоследний цикл вычислений, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Приложение Г (справочное)

Методика анализа результатов измерений на наличие промахов

Для выявления промахов выполняют следующие операции:

Г.1 Определяют СКО результатов вычислений коэффициентов преобразования в каждой точке рабочего диапазона по формуле

$$S_j^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (KF_{ij} - KF_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{KF_j} \cdot 100, \quad (\Gamma.1)$$

Примечание – При $S_j^{KF} \leq 0,001$ принимают $S_j^{KF} = 0,001$.

Г.2 Для каждого измерения вычисляют соотношение по формуле

$$U_{ij} = \left| \frac{KF_{ij} - KF_j}{S_j^{KF}} \right|. \quad (\Gamma.2)$$

Г.3 Из ряда вычисленных значений U_{ij} для точки расхода выбирают максимальное значение U_{jmax} , которое сравнивают с величиной h , взятой из таблицы В.1 для объема выборки n_j .

Таблица Г.1- Критические значения для критерия Граббса

n_j	3	4	5	6	7	8	9	10	11
h	1,155	1,481	1,715	1,887	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355

Если $U_{jmax} \geq h$, то подозреваемый результат исключают из выборки как промах, в противном случае результат не исключают.