

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

И.о. директора филиала

А.С. Тайбинский

«31» мая 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА НЕФТЕПРОДУКТОВ CDS-DFLXX

Методика поверки

МП 1325-14-2021

Начальник отдела НИО-14

 Р.Р. Нурмухаметов

Тел.: (843) 299-72-00

г. Казань
2021

РАЗРАБОТАНА	ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
ИСПОЛНИТЕЛЬ	Галяутдинов А.Р.
СОГЛАСОВАНА	ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на преобразователи расхода нефтепродуктов CDS-DFLxx (далее - расходомеры) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

Поверка расходомеров в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единиц объема и объемного расхода:

- от рабочего эталона 2-го разряда методом непосредственного сличения в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 разряда, что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 63-2019 «Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости», к ГЭТ 3-2020 «Государственный первичный эталон единицы массы (килограмма)» или к ГЭТ 216-2018 «Государственный первичный эталон единицы объема жидкости в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-9}$ до $1,0 \text{ м}^3$ ».

- от рабочего эталона 2-го разряда методом непосредственного сличения в соответствии с документом ЛПС 01-14-2021. Локальная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов (объема и массы) нефтепродуктов, утвержденным ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» 30.04.2021, что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 120-2010 «Государственный первичный специальный эталон единицы объемного и массового расхода нефтепродуктов».

Поверка расходомеров осуществляется методом прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки в соответствии с которыми выполняются операции поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Опробование	Да	Да	7.5
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Нет	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

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

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- поверку расходомеров проводят в диапазоне измерений объемного расхода, указанном в таблице 3 описания типа расходомеров, или в фактически обеспечиваемым при поверке

расходомеров диапазоне измерений с обязательным указанием информации об объеме проведения поверки расходомеров. В случае необходимости владелец поверяемого расходомера определяет фактический диапазон измерений расходомера и оформляет в виде справки произвольной формы перед каждой поверкой. Фактический диапазон измерений не может превышать диапазона измерений, указанного в таблице 3 описания типа расходомеров.

- отклонение объемного расхода рабочей жидкости от установленного значения в процессе определения метрологических характеристик (далее – МХ) не должно превышать $\pm 2,5\%$;

- температура, влажность окружающей среды и физико-химические показатели рабочей жидкости соответствуют условиям эксплуатации расходомеров;

- содержание свободного газа не допускается;

- регулирование объемного расхода проводят при помощи регуляторов расхода, расположенных на выходе поверочной установки;

- рабочая жидкость – нефтепродукты с вязкостью не превышающей 50 сСт.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимых для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.5, п. 8	<p>Рабочий эталон 2-го разряда (установки поверочные с расходомером или установки поверочные с весовым устройством и мерником) 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 07.02.2018 № 256), в диапазоне измерений соответствующем диапазону измерений расходомеров, с допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,16\%$</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда (установки поверочные с расходомером или установки поверочные с весовым устройством) в соответствии с документом «ЛПС 01-14-2021. Локальная поверочная схема для</p>	<p>Установка поверочная расходомерная УПР-200, регистрационный номер эталона в Федеральном информационном фонде 3.2.ГЖК.0041.2016</p>

	<p>средств измерений объемного и массового расходов (объема и массы) нефтепродуктов», утвержденным ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» 30.04.2021, в диапазоне измерений соответствующем диапазону измерений расходомеров, с допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,16\%$</p>	
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

4.2 Соотношение пределов допускаемой относительной погрешности измерений между эталоном жидкости и поверяемым расходомером должно быть не менее 1:3.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении работ соблюдают требования, определяемые документами:

- в области охраны труда – Трудовой кодекс Российской Федерации;
- в области промышленной безопасности – Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ № 784 от 27 декабря 2012 г. «Об утверждении Руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»), а также другими действующими отраслевыми нормативными документами;
- в области пожарной безопасности – Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок – Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- в области охраны окружающей среды – Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и другими действующими законодательными актами на территории РФ.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1. Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие расходомеров следующим требованиям:

- комплектность расходомеров должна соответствовать технической документации;
- на компонентах расходомеров не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах расходомеров должны быть четкими и соответствующими технической документации;
- отсутствуют повреждения защитных наклеек завода-изготовителя на сборочных винтах корпусов внешнего процессора и первичного преобразователя.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Проверяют правильность монтажа средств поверки и расходомеров.

7.2 Подготавливают средства поверки согласно указаниям технической документации.

7.3 При рабочем давлении проверяют герметичность расходомеров. При этом не допускается появление капель или утечек рабочей жидкости.

7.4 Проверяют стабильность температуры рабочей жидкости. Температуру рабочей жидкости считают стабильной, если ее изменение не превышает 0,2 °С за время измерения.

7.5 Опробование. Проводят опробование расходомеров. Для этого, при любом значении расхода из рабочего диапазона расходомеров одновременно проводят измерения объема жидкости расходомером и эталоном жидкости. Результат опробования считают положительным, если зафиксирован объем жидкости прошедший через расходомер и эталон жидкости.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) расходомеров следующим образом.

8.2 Для определения идентификационных данных ПО для ПК необходимо запустить на компьютере ПО KiCenter. В верхнем правом углу рабочего окна ПО KiCenter нажать кнопку  («About»). В открывшемся окне считать идентификационные данные ПО KiCenter. Необходимо сравнить идентификационные данные, выведенные на дисплей с идентификационными данными, приведенными в описании типа расходомеров.

8.3 Для определения идентификационных данных ПО внешнего процессора обработки сигналов необходимо подключить внешний процессор обработки сигналов к ПК запустить на этом ПК ПО KiCenter. Во вкладке «Device Center» нажать кнопку «Browse Serial». В окне «Devices» отобразятся сведения о подключённом внешнем процессоре обработки сигналов. Нажать на вкладку «DFL-Sensor». Справа отобразится информация о серийном номере и версии прошивки внешнего процессора обработки сигналов.

8.4 Результат проверки считают положительным, если идентификационные данные ПО расходомеров соответствуют указанным в описании типа расходомеров.

П р и м е ч а н и е – Так как программное обеспечение расходомеров является встроенным, для которого имеется механическая защита электронного блока от записи и отсутствуют программно-аппаратные интерфейсы связи для записи, то проверка идентификационных данных программного обеспечения при периодической проверке не проводится. Проверку идентификационных данных программного обеспечения расходомеров рекомендуется проводить в случае отсутствия на расходомерах защитной наклейки завода изготовителя.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Метрологические характеристики расходомера определяют при крайних значениях рабочего диапазона и значениях, выбранных внутри него. Значения поверочного расхода (точки рабочего диапазона) выбирают не менее, чем в 3-х точках рабочего диапазона: для максимального, минимального и среднего объемного расхода. Количество измерений в точке рабочего диапазона - не менее 5 (пяти) точек. Расход жидкости контролируют с помощью эталона жидкости.

9.2 После стабилизации расхода проводят серию измерений.

По окончании каждого измерения регистрируют и записывают в протокол поверки (приложение А):

- номер точки рабочего диапазона (i);
- номер измерения (j);
- объемный расход и объем, измеренный эталонном жидкости ($Q_{эij}$, $\text{дм}^3/\text{ч}$; $V_{эij}$, дм^3);
- время измерения ($T_{измij}$, с);
- давление в измерительной линии ($P_{жидкij}$, МПа)%;
- температуру в измерительной линии ($t_{жидкij}$, °С);
- объемный расход и объем, измеренный поверяемым расходомером ($Q_{пij}$, $\text{дм}^3/\text{ч}$; $V_{пij}$, дм^3);
- количество импульсов (N_{ij} , имп).

9.3 Пересчет объемного расхода в объем и наоборот выполняется по формулам:

$$Q_{ij} = \frac{V_{ij}}{T_{ij} \cdot 3600}, \quad (1)$$

$$V_{ij} = Q_{ij} \cdot T_{ij} \cdot 3600. \quad (2)$$

9.4 Среднеквадратичное отклонение случайной составляющей погрешности в точке рабочего диапазона S_i , %, вычисляют по формуле

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{(V_{пij} - V_{эij})^2}{(V_{эij})^2}}{(n-1)}} \cdot 100, \quad (3)$$

где n - количество измерений в точке рабочего диапазона.

9.5 Должно выполняться условие:

$$S_i \leq 0,25. \quad (4)$$

9.6 Если условие (4) не выполнено, анализируют причины и выявляют промахи согласно приложению Б данного документа.

Допускается не более одного промаха из 4 - 7 измерений и не более двух промахов из 8 - 11 измерений. В противном случае поверку прекращают.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Относительную погрешность измерений вычисляют по формуле

$$\delta_i = K_i \cdot S_{\Sigma i}, \quad (5)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности в точке рабочего диапазона.

Коэффициент K_i определяют по формуле

$$K_i = \frac{\varepsilon_i + \theta_{\Sigma i}}{S_{V_i} + S_{\theta i}}, \quad (6)$$

где ε_i – доверительные границы (без учета знака) случайной погрешности оценки измеряемой величины, которые вычисляются по формуле

$$\varepsilon_i = t_i \cdot S_{Vi}, \quad (7)$$

где t_i — коэффициент Стьюдента, который зависит от доверительной вероятности P и числа результатов измерений n .

10.2 Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического в точке рабочего диапазона определяют по формуле

$$S_{Vi} = \frac{S_i}{\sqrt{n}}. \quad (8)$$

10.3 Среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности эталона жидкости вычисляют по формуле

$$S_{\theta i} = \frac{\theta_{\Sigma i}}{\sqrt{3}}, \quad (9)$$

где $\theta_{\Sigma i}$ - доверительная граница суммарной погрешности (пределы допускаемой относительной погрешности) эталона жидкости в точке рабочего диапазона, %.

10.4 Суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma i}$ оценки измеряемой величины в точке рабочего диапазона вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma i} = \sqrt{S_{\theta i}^2 + S_{Vi}^2}. \quad (10)$$

10.5 Проверяют выполнение условия

$$\delta_i \leq 0,5 \quad (11)$$

При выполнении условия (11) метрологические характеристики расходомера соответствуют установленным при утверждении типа, а результат поверки считают положительным.

В случае не выполнения условия (11) метрологические характеристики расходомера не соответствуют установленным при утверждении типа, а результат поверки считают отрицательным.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки расходомеров оформляют протоколом согласно Приложению А. При оформлении протокола поверки расходомера средствами вычислительной техники и вручную допускается форму протокола поверки расходомера представлять в измененном виде.

Аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку расходомеров, в ФИФ ОЕИ передаются сведения о результатах поверки.

11.2 При положительных результатах поверки, по письменному заявлению владельца или лица, представившего расходомеры на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, оформляет свидетельство о поверке расходомеров в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывается:

- фактически обеспеченный при поверке диапазон измерений объемного расхода

расходомера в $\text{дм}^3/\text{ч}$;

- пределы относительной погрешности измерений объема и объемного расхода нефтепродуктов.

К свидетельству о поверке расходомеров прикладывают протокол поверки расходомеров.

11.3 Нанесение знака поверки на расходомер не предусмотрено.

11.4 При отрицательных результатах поверки расходомеров к эксплуатации не допускают. Результаты поверки оформляют в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

**Приложение А
(рекомендуемое)**

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Стр. из

Наименование средства измерений: _____

Тип, модель, изготовитель: _____

Заводской номер: _____

Наименование и адрес заказчика: _____

Методика поверки: _____

Место проведения поверки: _____

Поверка выполнена с применением: _____

Условия проведения поверки:

Изменение температуры рабочей жидкости за время одного измерения: _____

Изменение расхода рабочей жидкости в процессе поверки: _____

Содержание свободного газа в рабочей жидкости: _____

Температура окружающей среды: _____

Атмосферное давление: _____

Относительная влажность: _____

Вязкость рабочей жидкости: _____

Вид поверки: _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

A.1. Внешний осмотр средства измерений: _____ (соответствует/не соответствует разделу 6)

A.2. Опробование: _____ (соответствует/не соответствует разделу 7.5)

A.3. Проверка ПО средства измерений _____ (соответствует/не соответствует разделу 8)

A.4. Определение метрологических характеристик средства измерений

Результаты измерений и определения метрологических характеристик расходомера приведены в таблице А1.

Таблица А1

№ точ. /№изм. (i/j)	$Q_{эij}$, дм ³ /ч	$V_{эij}$, дм ³	$T_{измij}$, с	$P_{жидкij}$, МПа	$t_{жидкij}$, °С	$Q_{пij}$, дм ³ /ч	$V_{пij}$, дм ³	N_{ij} , имп	S_i , %	$S_{\Sigma i}$, %	δ_i , %
1/1											
1/n											
m/1											
...											
m/n _m											

А.4.1 Относительная погрешность измерений объема и объемного расхода нефтепродуктов с применением расходомеров в диапазоне расходов от _____ до _____ $\text{дм}^3/\text{ч}$ установленная в соответствии с п 9.10 _____ (соответствует/не соответствует разделу 10).

Заключение:

Преобразователь расхода нефтепродуктов CDS-DFLxx, установленным при утверждении типа характеристикам _____ (соответствуют /не соответствуют)

Наименование поверяющей
организации и должность лица,
проводившего поверку

подпись

Ф.И.О.

Дата поверки

Приложение Б
(рекомендуемое)

МЕТОДИКА АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ЗНАЧЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТОВ СТЬЮДЕНТА

Для выявления промахов выполняют следующие операции:

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

$$S_{V_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (V_{nij} - V_{эij})^2}{(n-1)}}. \quad (\text{Б.1})$$

Б.2 Вычисляют соотношения для наиболее выделяющихся значений ($V_{\text{наиб}}$ или $V_{\text{наим}}$) по формуле

$$U = \frac{V_{\text{наиб}} - V_{эij}}{S_{V_i}} \text{ или } U = \frac{V_{эij} - V_{\text{наиб}}}{S_{V_i}} \quad (\text{Б.2})$$

Б.3 Сравнивают полученные значения «U» с величиной «h», взятой из таблицы Б.1 для объема выборки « n_j ».

Таблица Б.1 - Критические значения для критерия Граббса (ГОСТ Р ИСО 5725)

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 $U \geq h$, то подозреваемый результат исключают из выборки как промах, в противном случае результат не исключают.

Таблица Б.2 - Значения коэффициентов Стьюдента $t_{0,95}$ (ГОСТ 8.207)

$n_j - 1$	3	4	5	6	7	8	9	10	12
$t_{0,95}$	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,179