



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

« 21 »

07 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная тепловой энергии и количества теплоносителя на
площадке УПТГ-2 АО «Востсибнефтегаз»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2107/1-311229-2022

г. Казань
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную тепловой энергии и количества теплоносителя на площадке УПТГ-2 АО «Востсибнефтегаз» (далее – ИС), заводской № 0041, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Метрологические характеристики средств измерений, входящих в состав ИС, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики ИС определяются на месте эксплуатации расчетным методом.

1.3 Если очередной срок поверки средства измерений из состава ИС наступает до очередного срока поверки ИС или появилась необходимость периодической или внеочередной поверки средства измерений, то поверяют только данное средство измерений, при этом внеочередную поверку ИС не проводят.

1.4 При условии, что средства измерений, входящие в состав ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению, ИС прослеживается к:

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

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

– государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ 35-2021) и государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020);

– государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2022).

1.5 В результате поверки ИС должны быть подтверждены метрологические характеристики ИС и измерительных каналов (далее – ИК) ИС, приведенные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИС

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массового расхода теплоносителя, т/ч: – подающий трубопровод – обратный трубопровод	от 20 до 120 от 20 до 120
Диапазон измерений тепловой энергии за час, Гкал: – подающий трубопровод – обратный трубопровод	от 1,41 до 13,24 от 0,81 до 8,42
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы теплоносителя по трубопроводу, %	±5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тепловой энергии для закрытой системы теплоснабжения, %	±7,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений времени, %	±0,01

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИК ИС

Тип ИК	Состав ИК		Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности ИК в условиях эксплуатации
	ПИП	СОИ		
Подающий и обратный трубопроводы				
ИК объемного расхода	Датчик расхода ДРС	ИМ2300	от 4 до 200 м ³ /ч	$\delta = \pm 5 \%^{1)}$, $\delta = \pm 3,5 \%^{2)}$
ИК температуры	Комплект термометров сопротивления платиновых КТСП		от 0 до +180 °С	$\Delta = \pm(0,35+0,002 \cdot t)$ °С
ИК избыточного давления	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2		от 0 до 1,6 МПа	$\gamma = \pm 1,12 \%$
По ИС				
ИК разности температур	Комплект термометров сопротивления платиновых КТСП	ИМ2300	от +2 до +150 °С	$\Delta = \pm(0,12+0,007 \cdot \Delta t)$ °С
<p>¹⁾ Пределы допускаемой относительной погрешности ИК в диапазоне измерений объемного расхода воды от 4 до 5 м³/ч и температуры воды не более плюс 100 °С.</p> <p>²⁾ Пределы допускаемой относительной погрешности ИК в диапазоне измерений объемного расхода воды от 5 до 200 м³/ч.</p> <p>Примечание – Приняты следующие обозначения: δ – пределы допускаемой относительной погрешности, %; Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, в единицах измеряемой величины; t – значение измеряемой температуры, °С; γ – пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности, %; Δt – значение измеряемой разности температур, °С.</p>				

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений ИК объемного расхода	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений ИК температуры и ИК разности температур	10.2	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИК избыточного давления	10.3	Да	Да
Определение пределов относительной погрешности измерений массы теплоносителя по трубопроводу	10.4	Да	Да
Определение пределов относительной погрешности измерений тепловой энергии для закрытой системы теплоснабжения	10.5	Да	Да
Определение пределов относительной погрешности измерений времени	10.6	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да
Примечание – При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку ИС прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

Поверку проводят при условиях, сложившихся на момент проведения поверки и удовлетворяющих условиям эксплуатации ИС.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации ИС, средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
7, 8, 9, 10	Средство измерений температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	Средство измерений атмосферного давления: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	

5.2 Допускается применение средств измерений (далее – СИ) с метрологическими и техническими характеристиками, удовлетворяющих требованиям, изложенным в таблице 4.

5.3 Применяемые СИ должны быть утвержденного типа, а также поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность ИС;
- отсутствие механических повреждений СИ ИС, препятствующих применению ИС;
- четкость надписей и обозначений на СИ ИС.

7.2 Результаты поверки по пункту 7 считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность ИС соответствуют описанию типа ИС;
- отсутствуют механические повреждения СИ ИС, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения на СИ ИС четкие и соответствуют их технической документации.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проверяют соответствие текущих измеряемых ИС значений температуры, избыточного давления, объемного расхода, массового расхода, тепловой энергии данным, отраженным в описании типа ИС.

8.2 Проверяют отсутствие сообщений об ошибках на дисплее прибора вторичного теплоэнергоконтроллера ИМ2300 (далее – ИВК) в соответствии с его эксплуатационными документами.

8.3 Результаты поверки по пункту 8 считают положительными, если текущие измеряемые ИС значения температуры, избыточного давления, объемного расхода, массового расхода, тепловой энергии соответствуют данным, отраженным в описании типа ИС, сообщения об ошибках на дисплее ИВК отсутствуют.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводят сравнением идентификационных данных ПО ИС с идентификационными данными ПО, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа ИС и отраженными в описании типа ИС.

9.2 Проверку идентификационных данных ПО ИС проводят в соответствии с эксплуатационной документацией ИВК или в следующей последовательности:

- перебором пунктов основного меню выбрать пункт «Параметры»;
- перебором пунктов меню «Параметры» выбрать пункт «Конфиг. Прибора»;
- зафиксировать идентификационные данные ПО и сравнить их с соответствующими идентификационными данными, указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа ИС.

9.3 Результаты поверки по пункту 9 считают положительными, если идентификационные данные ПО ИС совпадают с указанными в описании типа ИС.

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

10.1 Определение относительной погрешности измерений ИК объемного расхода

10.1.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ, входящих в состав ИК объемного расхода, в соответствии с описанием типа ИС.

10.1.2 Результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, пределы допускаемой относительной погрешности ИК объемного расхода не превышают $\pm 3,5\%$ в диапазоне измерений объемного расхода воды от 5 до 200 м³/ч, пределы допускаемой относительной погрешности ИК объемного расхода не превышают $\pm 5\%$ в диапазоне измерений объемного расхода воды от 4 до 5 м³/ч и температуры воды не более плюс 100 °С, если СИ, входящие в состав ИК объемного расхода в соответствии с описанием типа ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений ИК температуры и ИК разности температур

10.2.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ, входящих в состав ИК температуры и ИК разности температур, в соответствии с описанием типа ИС.

10.2.2 Результаты поверки по пункту 10.2 считают положительными, пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры не превышают $\pm(0,35+0,002 \cdot |t|)$ °С и пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК разности температур не превышают $\pm(0,12+0,007 \cdot |\Delta t|)$ °С, если СИ, входящие в состав ИК температуры и ИК разности температур в соответствии с описанием типа ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

10.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИК избыточного давления

10.3.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ, входящих в состав ИК избыточного давления, в соответствии с описанием типа ИС.

10.3.2 Результаты поверки по пункту 10.3 считают положительными и пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК избыточного давления не превышают $\pm 1,12\%$, если СИ, входящие в состав ИК избыточного давления в соответствии с описанием типа ИС, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

10.4 Определение пределов относительной погрешности измерений массы теплоносителя по трубопроводу

10.4.1 Пределы относительной погрешности измерений массы теплоносителя δ_M , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_M = \pm \sqrt{\delta_{v_{\text{ППО}}}^2 + \delta_{v_{\text{ППДТ}}}^2 + \delta_{v_{\text{ИВКО}}}^2 + \delta_{v_{\text{ИВКД}}}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_{M_{\text{ВЫЧ}}}^2}, \quad (1)$$

где $\delta_{v_{\text{ППО}}}$ – пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков расхода ДРС при измерении объема и объемного расхода при использовании импульсного выхода, %;

$\delta_{v_{\text{ППДТ}}}$ – пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности датчиков расхода ДРС при измерении объема и объемного расхода, вызванной изменением температуры измеряемой среды, %;

$\delta_{v_{\text{ИВКО}}}$ – пределы допускаемой основной относительной погрешности ИВК при преобразовании входных число-импульсных (частотных) сигналов, %;

$\delta_{v_{\text{ИВКД}}}$ – пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности ИВК при преобразовании входных число-импульсных (частотных) сигналов, %;

δ_p – пределы относительной погрешности определения плотности теплоносителя, %;

- δ_t – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при измерении времени, %;
- $\delta_{\text{Мвыч}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы теплоносителя при использовании ИВК в составе измерительных комплексов «Теплосчетчик», %.

10.4.2 Пределы относительной погрешности определения плотности теплоносителя δ_p , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \pm \sqrt{\delta_{\text{рм}}^2 + \vartheta_{\text{рТ}}^2 \cdot \delta_t^2 + \vartheta_{\text{рр}}^2 \cdot \delta_p^2}, \quad (2)$$

- где $\delta_{\text{рм}}$ – пределы относительной погрешности вычисления плотности теплоносителя (методическая погрешность) согласно МИ 2412–97, %;
- $\vartheta_{\text{рТ}}$ – коэффициент влияния температуры на плотность;
- δ_t – пределы относительной погрешности измерений температуры теплоносителя, %;
- $\vartheta_{\text{рр}}$ – коэффициент влияния абсолютного давления на плотность;
- δ_p – пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления теплоносителя, %.

10.4.3 Пределы относительной погрешности измерений температуры теплоносителя δ_t , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_t = \pm \frac{100}{t} \cdot \sqrt{\Delta_{\text{ПП}}^2 + \Delta_{\text{ИВКо}}^2 + \Delta_{\text{ИВКд}}^2}, \quad (3)$$

- где t – измеренная температура, °С;
- $\Delta_{\text{ПП}}$ – пределы абсолютной погрешности измерений температуры комплектом термометров сопротивления платиновых КТСР, °С;
- $\Delta_{\text{ИВКо}}$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ИВК при преобразовании входных сигналов от термопреобразователей сопротивления, °С;
- $\Delta_{\text{ИВКд}}$ – пределы дополнительной абсолютной погрешности ИВК при преобразовании входных сигналов от термопреобразователей сопротивления, °С.

10.4.4 Пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления теплоносителя δ_p , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \pm \sqrt{\frac{p_{\text{ив}}^2}{(p_{\text{и}} + p_{\text{а}})^2} \cdot (\gamma_{\text{ППио}}^2 + \gamma_{\text{ППид}}^2 + \gamma_{\text{ИВКо}}^2 + \gamma_{\text{ИВКд}}^2) + \frac{p_{\text{а}}^2}{(p_{\text{и}} + p_{\text{а}})^2} \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{p_{\text{а max}} - p_{\text{а min}}}{p_{\text{а max}} + p_{\text{а min}}} \cdot 100 \right)^2}, \quad (4)$$

- где $p_{\text{ив}}$ – настроенный верхний предел измерений избыточного давления, МПа;
- $p_{\text{и}}$ – измеренное избыточное давление, МПа;
- $p_{\text{а}}$ – принятое условно-постоянным значением атмосферное давление, МПа;
- $\gamma_{\text{ППио}}$ – пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности преобразователя давления измерительного АИР-20/М2, %;
- $\gamma_{\text{ППид}}$ – пределы дополнительной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности преобразователя давления измерительного АИР-20/М2, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной, %;
- $\gamma_{\text{ИВКо}}$ – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ИВК при преобразовании унифицированных входных сигналов (электрический ток), %;
- $\gamma_{\text{ИВКд}}$ – пределы допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности ИВК при преобразовании унифицированных входных сигналов (электрический ток), %;
- $p_{\text{а max}}$ – максимальный диапазон изменения атмосферного давления, МПа;

$p_{a \min}$ – минимальный диапазон изменения атмосферного давления, МПа.

10.4.5 Коэффициент влияния ϑ_{y_i} измеряемого параметра y_i (абсолютного давления, температуры) на окончательный результат измерений y (плотность, энтальпию) рассчитывают по формуле

$$\vartheta_{y_i} = \frac{\Delta y}{\Delta y_i} \cdot \frac{y_i}{y}, \quad (5)$$

где Δy – изменение окончательного результата измерений y (без учета влияния погрешности измерений влияющей величины) при изменении измеряемого параметра y_i на значение Δy_i .

10.4.6 Результаты поверки по пункту 10.4 считают положительными, если рассчитанные пределы относительной погрешности измерений массы теплоносителя по формуле (1) не превышают $\pm 5\%$.

10.5 Определение пределов относительной погрешности измерений тепловой энергии для закрытой системы теплоснабжения

10.5.1 Пределы относительной погрешности измерений тепловой энергии $\delta_Q, \%$, рассчитывают по формуле

$$\delta_Q = \pm \sqrt{\delta_{M1}^2 + \left(\frac{h_1}{h_1 - h_2}\right)^2 \cdot \delta_{h1}^2 + \left(\frac{h_2}{h_1 - h_2}\right)^2 \cdot \delta_{h2}^2 + \delta_{Q_{\text{выч}}}^2}, \quad (6)$$

где δ_{M1} – пределы относительной погрешности измерений массы теплоносителя в подающем трубопроводе, %;

δ_{h1} – пределы относительной погрешности определения энтальпии теплоносителя в подающем трубопроводе, %;

δ_{h2} – пределы относительной погрешности определения энтальпии теплоносителя в обратном трубопроводе, %;

$\delta_{Q_{\text{выч}}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества тепловой энергии при использовании ИВК в составе измерительных комплексов «Теплосчетчик», %.

10.5.2 Пределы относительной погрешности определения энтальпии теплоносителя $\delta_h, \%$, рассчитывают по формуле

$$\delta_h = \pm \sqrt{\delta_{hм}^2 + \vartheta_{hT}^2 \cdot \delta_T^2 + \vartheta_{hp}^2 \cdot \delta_p^2}, \quad (7)$$

где $\delta_{hм}$ – пределы относительной погрешности вычисления энтальпии теплоносителя (методическая погрешность) согласно МИ 2412–97, %;

ϑ_{hT} – коэффициент влияния температуры на энтальпию;

ϑ_{hp} – коэффициент влияния абсолютного давления на энтальпию.

10.5.3 Результаты поверки по пункту 10.5 считают положительными, если рассчитанные по формуле (6) пределы относительной погрешности измерений тепловой энергии не превышают $\pm 7,5\%$.

10.6 Определение пределов относительной погрешности измерений времени

10.6.1 Проверяют наличие сведений о поверке прибора вторичного теплоэнергоконтроллера ИМ2300, входящего в состав ИС в соответствии с описанием типа ИС.

10.6.2 Результаты поверки по пункту 10.6 считают положительными, пределы относительной погрешности измерений времени не превышают $\pm 0,01\%$, если прибор вторичный теплоэнергоконтроллер ИМ2300, входящий в состав ИС в соответствии с описанием типа ИС, поверен в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущен к применению.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

11.2 Результаты поверки оформляют в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке ИС (знак поверки наносится на свидетельство о поверке ИС), при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению ИС.