

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала



«ГСИ. Комплексы учета энергоносителей ТЭКОН-20К. Методика поверки»
МП 129-221-2023

Екатеринбург
2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработана: Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Исполнитель: ведущий инженер лаб. 221 УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Е.А. Клевакин

Согласована директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2023 г.

Взамен «Комплексы учета энергоносителей ТЭКОН-20К. Руководство по эксплуатации Т10.00.93 РЭ», Раздел «Проверка» с изменением № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Перечень операций поверки	5
4 Требования к условиям проведения поверки и требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	6
11 Оформление результатов поверки.....	13

1 Общие положения

1.1 Настоящий документ распространяется на комплексы учета энергоносителей ТЭКОН-20К (далее – ТЭКОН-20К или комплексы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки. Поверка ТЭКОН-20К должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики. В настоящей методике поверки реализована поверка комплексов расчетным методом.

Прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин подтверждается сведениями о положительных результатах поверки СИ этих величин из состава комплексов, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.2 Порядок поверки первичных ИП и преобразователей расчетно-измерительных определен соответствующими методиками поверки.

1.3 Первичную поверку проводят до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Допускается проводить замену неисправных первичных ИП поверенными однотипными без проведения поверки комплекса, при этом делается отметка в руководстве по эксплуатации.

1.4 Периодической поверке подвергают комплексы, находящиеся в эксплуатации.

1.5 Поверка комплексов проводится в составе ИК, приведенном в руководстве по эксплуатации.

1.6 Настоящая методика поверки применяется для поверки комплексов, используемых в качестве средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в 10.1.2; 10.1.4; 10.2.3; 10.3.3; 10.4.2; 10.5.5; 10.6.2; 10.7.2.

1.7 Допускается проведение поверки комплексов в составе отдельных ИК и (или) для отдельных величин, поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца с указанием информации об объеме поверки в соответствии с Приказом Минпромторга от 31.07.2020 № 2510 или действующим на момент проведения поверки нормативным правовым актом в области обеспечения единства измерений.

1.8 Распределение контрольных точек по диапазону ИК приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение контрольных точек по диапазону ИК

нижний предел диапазона измерений
25 % диапазона измерений
50 % диапазона измерений
75 % диапазона измерений
верхний предел диапазона измерений

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Минпромторга от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»;
- Приказ Минпромторга от 28.08.2020 № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

3 Перечень операций поверки

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при поверке		Номер пункта (раздела) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первич- ной	периоди- ческой	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	да	нет	10
Определение погрешности ИК температуры	да	нет	10.1
Определение погрешности ИК давления и разности давления	да	нет	10.2
Определение относительной погрешности ИК массы, расхода и объема газа (смеси газов)	да	нет	10.3
Определение относительной погрешности ИК массового и объемного расхода жидкости и массового расхода пара	да	нет	10.4
Определение относительной погрешности ИК тепловой энергии	да	нет	10.5
Определение относительной погрешности ИК электроэнергии	да	нет	10.6
Определение суточного хода часов	да	нет	10.7

3.2 При получении отрицательных результатов на любой операции поверки, поверку прекращают, комплекс признают непригодным для эксплуатации.

4 Требования к условиям проведения поверки и требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

Требования к условиям поверки и требования безопасности отсутствуют, в связи с тем, что поверка проводится расчетным методом.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К поверке допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководство по эксплуатации комплексов, прошедшие обучение в качестве поверителей средств измерений и работающие в организации, аккредитованной на право поверки.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Средства поверки не требуются, в связи с тем, что поверка проводится расчетным методом. При проведении поверки СИ, входящих в состав комплекса, применяют средства поверки, указанные в методиках поверки этих СИ.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений;

- соответствие комплектности, указанной в руководстве по эксплуатации;
- наличие сведений о положительных результатах поверки, подтверждающих проведение поверки каждого СИ, входящего в состав комплекса.

7.2 Результаты считают положительными, если выполняются условия по 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Подготовка к поверке и опробование не требуются в связи с тем, что поверка проводится расчетным методом и все СИ, входящие в комплекс, имеют действующую поверку. Опробование каждого СИ проводится при его поверке.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка проводится сравнением идентификационных данных программного обеспечения на дисплеях преобразователей расчетно-измерительных с идентификационными данными, указанными в описании типа комплексов. Для получения идентификационных данных проводятся операции в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователей расчетно-измерительных.

9.2 Результаты считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют указанным в описании типа комплексов.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности ИК температуры

10.1.1 Абсолютную погрешность ИК температуры жидкостей и пара ($\Delta(t)$), определяют в 5 точках в соответствии с таблицей 1 по формуле

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta_B(t)^2 + \Delta_P(t)^2 + \left(\frac{t \cdot \delta_{БИЗ}(t)}{100}\right)^2}, \quad (1)$$

где $\Delta_B(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при измерении температуры, °C;

$\Delta_P(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры, °C;

$\delta_{БИЗ}(t)$ – предел допускаемой относительной погрешности барьера искрозащиты в ИК температуры, при наличии его в составе комплекса, %.

10.1.2 Результаты считают положительными, если для каждого ИК температуры вычисленные значения $\Delta(t)$ во всех контрольных точках находятся в интервале $\pm (0,6+0,004 \cdot |t|)$, °C, где t – значение температуры, °C.

10.1.3 Относительную погрешность ИК термодинамической температуры газа (смеси газов) ($\delta(T)$), %, определяют по формуле

$$\delta(T) = \max |\Delta(t)/(t+273,15)| \cdot 100, \quad (2)$$

где $\Delta(t)$ – абсолютная погрешность ИК температуры, °C, определяемая по формуле (1) в 5 точках, равномерно распределенных по диапазону измерения температуры газа в соответствии с таблицей 1, определяемому по таблице 1.7, а если не указано – по таблице 1.1 руководства по эксплуатации в зависимости от вида газа (смеси):

(-23,15; 0; +20; +50; +76,85) °C	(Природный газ);
(-10; +20; +100; +150; +226) °C	(Нефтяной газ);
(-50; 0; +50; +100; +120) °C	(Воздух);
(-73,15; 0; +50; +100; +151,85) °C	(Кислород, азот, аргон, водород, аммиак);
(-53,15; 0; +50; +100; +151,85) °C	(Диоксид углерода, ацетилен);
(-73,15; 0; +50; +100; +126,85) °C	(Смесь газов);

t – значение температуры в соответствии с таблицей 1, °C.

10.1.4 Результаты считают положительными, если для каждого ИК термодинамической температуры вычисленные значения $\delta(T)$ находятся в интервалах, приведенных в таблице 3 для уровня точности измерений, соответствующего ИК.

Таблица 3 – Пределы допускаемой относительной погрешности ИК газов и газовых смесей

Наименование измерительного канала	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, для уровня точности измерений				
	A	Б	В	Γ_1	Γ_2
ИК термодинамической температуры	$\pm 0,2$	$\pm 0,25$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$
ИК абсолютного давления	$\pm 0,3$	$\pm 0,45$	$\pm 0,85$	$\pm 1,2$	$\pm 1,7$
ИК массы, расхода и объема в рабочих условиях при измерении расходомерами массового и объемного расхода соответственно	$\pm 0,5$	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
ИК массы, расхода и объема, приведенных к стандартным условиям при измерении расходомерами объемного расхода	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$
ИК массы, расхода и объема, приведенных к стандартным условиям при измерении с помощью СУ	$\pm 0,5$	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$
ИК массы, расхода и объема, приведенных к стандартным условиям при измерении с помощью ССУ	-	-	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой погрешности ИК массы и объема газа соответствуют пределам допускаемой погрешности ИК массового и объемного расхода					

10.2 Определение погрешности ИК давления и разности давления

10.2.1 Приведенную погрешность ИК давления ($\gamma(P)$) и разности давления ($\gamma(\Delta P)$) определяют по формулам:

$$\gamma(P) = \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\Pi}(P)^2 + \gamma_{\Delta}(P)^2 + \gamma_{БИЗ}(P)^2}, \quad (2.1)$$

$$\gamma(\Delta P) = \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\Pi}(\Delta P)^2 + \gamma_{\Delta}(\Delta P)^2 + \gamma_{БИЗ}(\Delta P)^2}, \quad (2.2)$$

где $\gamma_B(P)$ – предел допускаемой приведенной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при измерении давления и разности давления, %;

$\gamma_{\Pi}(P)$ – предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП давления, %;

$\gamma_{\Pi}(\Delta P)$ – предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП разности давления, %;

$\gamma_{\Delta}(P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности ИП давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки (для газов по данным таблицы 1.7 руководства по эксплуатации), %;

$\gamma_{\Delta}(\Delta P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности ИП разности давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки (для газов по данным таблицы 1.7 руководства по эксплуатации), %;

$\gamma_{БИЗ}(P)$, $\gamma_{БИЗ}(\Delta P)$ – пределы допускаемой приведенной погрешности барьеров искрозащиты в ИК давления и разности давления соответственно, при наличии их в составе комплекса, %.

10.2.2 Относительную погрешность ИК абсолютного давления ($\delta(P)$) и разности давления ($\delta(\Delta P)$) газов и газовых смесей определяют по формулам:

$$\delta(P) = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \gamma(P), \quad (3)$$

$$\delta(\Delta P) = \frac{\Delta P_{\max}}{\Delta P_{\min}} \cdot \gamma(\Delta P), \quad (4)$$

где P_{\min} , P_{\max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений давления в одинаковых единицах измерений, определяемые по таблице 1.7 руководства по эксплуатации, кПа;

ΔP_{\min} , ΔP_{\max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений разности давления в одинаковых единицах измерений, определяемые по таблице 1.7 руководства по эксплуатации, кПа.

10.2.3 Результаты считают положительными, если рассчитанные значения $\gamma(P)$, $\gamma(\Delta P)$ для каждого ИК давления и разности давления находятся в интервале $\pm 2\%$ для жидкости и $\pm 1\%$ для пара, и рассчитанные значения $\delta(P)$, $\delta(\Delta P)$ для каждого ИК абсолютного давления и разности давления газа (смеси газов) находятся в интервалах, приведенных в таблице 3 для уровня точности измерений соответствующего ИК.

10.3 Определение относительной погрешности ИК массы, расхода и объема газа

10.3.1 Относительную погрешность ИК массы, расхода и объема газа (смеси газов), приведенного к стандартным условиям ($\delta(V)$), определяют по формуле

$$\delta(V) = \sqrt{\delta_B(V)^2 + \delta(T)^2 + \delta(P)^2 + \delta(G)^2}, \quad (5)$$

где $\delta_B(V)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете массы или объема газа, приведенного к стандартным условиям по измеренным значениям температуры, давления, объемного расхода в рабочих условиях или разности давлений на СУ (ССУ), %.

$\delta(T)$ – относительная погрешность ИК термодинамической температуры газа (смеси газов), %, определяемая по формуле (2);

$\delta(P)$ – относительная погрешность ИК абсолютного давления, %, определяемая:

- при измерении ИП абсолютного давления по формуле (3);
- при измерении ИП избыточного и атмосферного давления по формуле (6);
- при измерении ИП избыточного давления и принятии атмосферного давления условно-постоянной величиной по формуле (7).

$$\delta(P) = \frac{\sqrt{(P_{\max}^{izb^2} + P_{\max}^{atm^2}) \cdot \gamma_B(P)^2 + P_{\max}^{izb^2} \cdot (\gamma_{pi}(P)^2 + \gamma_{di}(P)^2) + P_{\max}^{atm^2} \cdot (\gamma_{pa}(P)^2 + \gamma_{da}(P)^2)}}{(P_{\min}^{izb} + P_{\min}^{atm})}, \quad (6)$$

$$\delta(P) = \frac{\sqrt{(P_{\max}^{izb^2} + P_{\max}^{atm^2}) \cdot \gamma_B(P)^2 + P_{\max}^{izb^2} \cdot (\gamma_{pi}(P)^2 + \gamma_{di}(P)^2) + \frac{1}{6} \cdot P_{\max}^{atm^2} \cdot \left(\frac{P_{\max}^{atm} - P_{\min}^{atm}}{P_{\max}^{atm} + P_{\min}^{atm}} \cdot 100 \right)^2}}{(P_{\min}^{izb} + P_{\min}^{atm})}, \quad (7)$$

где $\gamma_B(P)$ – предел допускаемой приведенной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при измерении давления, %;

$\gamma_{pi}(P)$ – предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП избыточного давления, %;

$\gamma_{pa}(P)$ – предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП атмосферного давления, %;

$\gamma_{di}(P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности ИП избыточного давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки по данным таблицы 1.7 руководства по эксплуатации, %;

$\gamma_{da}(P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности ИП атмосферного давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки по данным таблицы 1.7 руководства по эксплуатации, %;

P_{\min}^{izb} , P_{\max}^{izb} – нижний и верхний пределы диапазона измерений избыточного давления, кПа;

P_{\min}^{atm} , P_{\max}^{atm} – нижний и верхний пределы диапазона измерений атмосферного давления, кПа;

$\delta(G)$ – относительная погрешность ИК расхода (объема) в рабочих условиях, %, определяемая:

- при измерении с помощью СУ (ССУ) по формуле (8);
- при измерении расходомером по формуле (9) в диапазоне расхода по данным таблицы 1.7 руководства по эксплуатации.

$$\delta(G) = 0,5 \cdot \delta(\Delta P), \quad (8)$$

$$\delta(G) = \sqrt{\delta_B(G)^2 + \delta_{\Pi}(G)^2 + \delta_{БИЗ}(G)^2}, \quad (9)$$

где $\delta(\Delta P)$ – относительная погрешность ИК разности давления, определяемая по формуле (4), %;

$\delta_B(G)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при измерении расхода расходомером, %;

$\delta_{\Pi}(G)$ – предел допускаемой относительной погрешности ИП расхода (объема), %;

$\delta_{БИЗ}(G)$ – предел допускаемой относительной погрешности барьера искрозащиты в ИК расхода (объема), при наличии его в составе комплекса, %.

10.3.2 Относительную погрешность ИК массы, расхода и объема газа (смеси газов), в рабочих условиях ($\delta(G)$), %, определяют:

- при измерении с помощью СУ (ССУ) по формуле (8);
- при измерении расходомером по формуле (9).

10.3.3 Результаты считают положительными, если для каждого ИК массы, расхода и объема газа (смеси газов) рассчитанные значения $\delta(G)$ и $\delta(V)$ находятся в интервалах, приведенных в таблице 3.

10.4 Определение относительной погрешности ИК массового и объемного расхода жидкости и массового расхода пара

10.4.1 Относительную погрешность ИК массового расхода жидкости и пара ($\delta(M)$) определяют по формуле

$$\delta(M) = \sqrt{\delta_B(M)^2 + \delta(G)^2}, \quad (10)$$

где $\delta_B(M)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете массы, %;

$\delta(G)$ – относительная погрешность комплекса при измерении объемного расхода жидкости или пара, %, определяемая:

- при измерении с помощью СУ (ССУ) по формуле (8);
- при измерении расходомером по формуле (9).

10.4.2 Результаты считают положительными, если для каждого ИК массового и объемного расхода жидкости и массового расхода пара рассчитанные значения $\delta(M)$ и $\delta(G)$ находятся в интервале $\pm 2\%$ для ИК массового и объемного расхода жидкости и в интервале $\pm 3\%$ для ИК массового расхода пара.

10.5 Определение относительной погрешности ИК тепловой энергии

10.5.1 Относительную погрешность ИК тепловой энергии закрытых систем теплоснабжения ($\delta(Q_{3BC})$) определяют в 5 точках равномерно распределенных по диапазону измерений разности температуры в подающем и обратном трубопроводе из таблицы 1.8 руководства по эксплуатации в соответствии с таблицей 1 по формуле

$$\delta(Q_{3BC}) = \sqrt{\delta_B(Q)^2 + \delta(\Delta t)^2 + \delta(M)^2}, \quad (11)$$

где $\delta_B(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете тепловой энергии воды, %;

$\delta(M)$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) жидкости, %, определяемая по формуле (10);

$\delta(\Delta t)$ – относительная погрешность комплекса, %, при измерении разности температуры жидкости в трубопроводах закрытых систем теплоснабжения, определяемая по формуле

$$\delta(\Delta t) = \frac{\sqrt{2 \cdot \Delta_B(t)^2 + \Delta_{\Pi}(\Delta t)^2}}{\Delta t} \cdot 100, \quad (12)$$

где Δt – значение разности температуры в подающем и обратном трубопроводе в соответствии с таблицей 1, °C;

$\Delta_B(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при измерении температуры, °C;

$\Delta_{\Pi}(\Delta t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности первичных ИП при измерении разности температуры, °C, определяемый:

- при измерении ИП разности температуры в соответствии с описанием типа на ИП
- при измерении двумя независимыми ИП температуры по формуле

$$\Delta_{\Pi}(\Delta t) = \sqrt{\Delta_{\Pi}(t_1)^2 + \Delta_{\Pi}(t_2)^2}, \quad (13)$$

где $\Delta_{\Pi}(t_1), \Delta_{\Pi}(t_2)$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры, °C.

10.5.2 Относительную погрешность ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения ($\delta(Q_{OBC})$) определяют по формуле (14):

- при измерении расхода в подающем (или обратном) трубопроводе и в трубопроводе ГВС (подпитки) в 5 точках, распределенных по диапазону измерений разности температуры в подающем и обратном трубопроводе в соответствии с таблицей 1, при отношении массы воды в трубопроводе ГВС и в контуре отопления в одинаковых единицах $m_{ГВС}/m_{от} = 0,05$, при температуре воды в подающем трубопроводе $t_{под} = 200$ °C, в трубопроводе ГВС $t_{ГВС} = 65$ °C и в трубопроводе подпитки $t_{хи} = 5$ °C;
- при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах для каждого диапазона измерений разности температуры в подающем и обратном трубопроводах от 3 до 20 °C, свыше 20 до 200 °C, в точках, выбранных в соответствии с таблицей 4; при этом значение массы воды в контуре отопления ($m_{от}$) принимают равным массе воды в подающем трубопроводе ($m_{под}$) (отбор воды на ГВС из обратного трубопровода); значение массы воды в трубопроводе ГВС ($m_{ГВС}$) принимают равным разности массы воды в подающем ($m_{под}$) и обратном ($m_{обр}$) трубопроводах.

Таблица 4 - Распределение контрольных точек по диапазону ИК

Диапазон измерений Δt , °C	$m_{ГВС}/m_{от}$	Δt , °C	$(t_{ГВС} - t_{хи})$, °C
от 3 до 20 вкл.	0,5	3	30
	0,9	3	3
	0,5	10	40
	0,9	10	3
	0,5	20	60
	0,9	20	5
свыше 20 до 200	0,1	40	60
	1,0	40	50
	0,1	100	40
	1,0	100	30
	0,1	180	10
	1,0	190	5

$$\delta(Q_{OBC}) = \sqrt{\delta_B(Q)^2 + k_{om}^2 \cdot (\delta(\Delta t)^2 + \delta(M_{om})^2) + k_{ebc}^2 \cdot (\delta(\Delta t_{ebc})^2 + \delta(M_{ebc})^2)}, \quad (14)$$

где $k_{от}, k_{ГВС}$ – коэффициенты отбора тепловой энергии в контур отопления и на ГВС соответственно, определяемые по формулам:

$$k_{om} = \frac{\Delta t}{\frac{m_{\text{гвс}}}{m_{\text{от}}} \cdot (t_{\text{гвс}} - t_{\text{xu}}) + \Delta t}, \quad (15)$$

$$k_{\text{гвс}} = \frac{\frac{m_{\text{гвс}}}{m_{\text{от}}} \cdot (t_{\text{гвс}} - t_{\text{xu}})}{\frac{m_{\text{гвс}}}{m_{\text{от}}} \cdot (t_{\text{гвс}} - t_{\text{xu}}) + \Delta t}, \quad (16)$$

где $m_{\text{гвс}}/m_{\text{от}}$ – отношение массы воды в трубопроводе ГВС и в контуре отопления в одинаковых единицах,

Δt – разность температуры воды в подающем и обратном трубопроводе, °C;

$t_{\text{гвс}}$ – верхний предел диапазона измерений температуры ГВС, °C;

t_{xu} – температура холодного источника (в трубопроводе подпитки), °C;

$\delta_B(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете тепловой энергии воды, %;

$\delta(\Delta t)$ – относительная погрешность комплекса при измерении разности температуры в подающем и обратном трубопроводе, определяемая по формуле (12);

$\delta(M_{\text{от}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды на отопление в подающем или обратном трубопроводе (в зависимости от точки отбора воды на ГВС), %, определяемая по формуле (10);

$\delta(\Delta t_{\text{гвс}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении разности температуры воды в трубопроводе ГВС и трубопроводе подпитки (холодного источника), определяемая по формуле (12);

относительно температуры холодного источника, заданной условно-постоянной величиной – по формуле

$$\delta(\Delta t) = \frac{\sqrt{\Delta_B(t)^2 + \Delta_\Pi(t_{\text{гвс}})^2}}{\Delta t} \cdot 100, \quad (17)$$

где $\Delta_B(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при измерении температуры, °C;

$\Delta_\Pi(t_{\text{гвс}})$ – предел допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры в трубопроводе, °C;

Δt – значение разности температуры относительно температуры холодного источника в соответствии с таблицей 1, °C.

$\delta(M_{\text{гвс}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды на ГВС, %, определяемая:

- при измерении расхода в трубопроводе ГВС (подпитки) по формуле (10),
- при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах по формуле

$$\delta(M_{\text{гвс}}) = \sqrt{\left(\frac{m_{\text{под}}}{m_{\text{гвс}}} \right)^2 \cdot \delta(M_{\text{под}})^2 + \left(\frac{m_{\text{обр}}}{m_{\text{гвс}}} \right)^2 \cdot \delta(M_{\text{обр}})^2}, \quad (18)$$

где $\delta(M_{\text{под}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды в подающем трубопроводе, %, определяемая по формуле (10);

$\delta(M_{\text{обр}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды в обратном трубопроводе, %, определяемая по формуле (10);

$m_{\text{под}}/m_{\text{гвс}}$ – отношение массы воды подающем трубопроводе и в трубопроводе ГВС в одинаковых единицах;

$m_{\text{обр}}/m_{\text{гвс}}$ – отношение массы воды в обратном трубопроводе и в трубопроводе ГВС в одинаковых единицах.

10.5.3 Относительную погрешность ИК тепловой энергии в отдельных трубопроводах определяют в 5 точках, распределенных по диапазону измерения температуры, указанному в таблице 1.8 руководства по эксплуатации, в соответствии с таблицей 1, при этом минимальное значение температуры не менее 4 °C, по формуле

$$\delta(Q_{omp}) = \sqrt{\delta_B(Q)^2 + \delta(t)^2 + \delta(M)^2}, \quad (19)$$

где $\delta_B(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете тепловой энергии воды, %;

$\delta(M)$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) жидкости, %, определяемая по формуле (10);

$\delta(t)$ – относительная погрешность комплекса при измерении температуры жидкости, %, определяемой по формуле

$$\delta(t) = \max |\Delta(t)/t| \cdot 100, \quad (20)$$

где $\Delta(t)$ – абсолютная погрешность ИК температуры, °C, определяемая по формуле (1) в 5 точках, равномерно распределенных по диапазону измерения температуры в соответствии с таблицей 1;

t – значение температуры в соответствии с таблицей 1, °C.

10.5.4 Относительную погрешность ИК тепловой энергии паровых систем теплоснабжения ($\delta(Q_{PC})$), %, определяют по формуле

$$\delta(Q_{PC}) = \sqrt{\delta_B(Q)^2 + \delta(M_{под})^2}, \quad (21)$$

где $\delta_B(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете тепловой энергии пара, %;

$\delta(M_{под})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) пара в подающем трубопроводе, определяемая по формуле (10).

10.5.5 Результаты считают положительными, если:

- для каждого ИК открытых водяных систем теплоснабжения при измерении расхода в подающем (или обратном) трубопроводе и в трубопроводе ГВС (подпитки), а также закрытых водяных систем теплоснабжения и отдельных трубопроводов во всех контрольных точках рассчитанные значения $\delta(Q_{звс}), \delta(Q_{обс}), \delta(Q_{omp})$ находятся в интервале в соответствии с таблицей 5;

Таблица 5 – Пределы допускаемой относительной погрешности ИК тепловой энергии жидкости

Пределы допускаемой относительной погрешности	Значение
ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах (дик), %: - при отношении $m_{обр}/m_{под} \leq 0,5$, в диапазоне Δt от 3 до 20 включ. °C - при отношении $m_{обр}/m_{под} \leq 0,95$, в диапазоне Δt св. 20 до 200 °C, где $m_{под}$ и $m_{обр}$ – масса воды в подающем и обратном трубопроводах.	± 5 ± 4
ИК тепловой энергии в отдельных трубопроводах воды (дик), %	± 3
ИК тепловой энергии закрытых водяных систем теплоснабжения, а также открытых водяных систем теплоснабжения, (дик) %, при измерении расхода в подающем (или обратном) трубопроводе и в трубопроводе ГВС (подпитки) при разности температуры в обратном трубопроводе ($t_{обр}$) и трубопроводе подпитки ($t_{хи}$) ≥ 1 °C, и разности температуры (Δt) в подающем и обратном трубопроводах в диапазоне (от 3 до 200) °C, где Q_{min} и Q_{max} – пределы диапазона измерений расхода в подающем трубопроводе.	$\pm(2+12/\Delta t + 0,01 \cdot Q_{max}/Q_{min})$ $\pm(3+12/\Delta t + 0,02 \cdot Q_{max}/Q_{min})$ $\pm(4+12/\Delta t + 0,05 \cdot Q_{max}/Q_{min})$
1 класса	
2 класса	
3 класса	

– для каждого ИК тепловой энергии паровых систем теплоснабжения рассчитанные значения ($\delta(Q_{pc})$) находятся в интервале $\pm 3 \%$.

10.6 Определение относительной погрешности ИК электроэнергии

10.6.1 Относительную погрешность ИК электроэнергии ($\delta(W)$), %, определяют по формуле

$$\delta(W) = \sqrt{\delta_B(W)^2 + \delta_P(W)^2}, \quad (22)$$

где $\delta_B(W)$ – предел допускаемой относительной погрешности преобразователя расчетно-измерительного при расчете электроэнергии, %;

$\delta_P(W)$ – предел допускаемой относительной погрешности ИП электроэнергии, %.

10.6.2 Результаты считают положительными, если для каждого ИК электроэнергии рассчитанные значения $\delta(W)$ находятся в интервале $\pm 2 \%$.

10.7 Определение суточного хода часов

10.7.1 Суточный ход часов комплекса определяют при поверке преобразователей расчетно-измерительных.

10.7.2 Результаты считают положительными, если преобразователи расчетно-измерительные имеют положительные результаты поверки, включающие указанную характеристику.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки регистрируют в протоколе произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки комплекс признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга от 31.07.2020 №2510 или действующим на момент проведения поверки нормативным правовым актом в области обеспечения единства измерений. Пломбирование и нанесение знака поверки на комплекс не предусмотрено.

11.3 При отрицательных результатах поверки комплекс признают непригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга от 31.07.2020 №2510 или действующим на момент проведения поверки нормативным правовым актом в области обеспечения единства измерений.

11.4 Сведения о результатах поверки с учетом объема проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга от 28.08.2020 №2906 или действующим на момент проведения поверки нормативным правовым актом в области обеспечения единства измерений.

Ведущий инженер лаб.221

УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева»

Е.А. Клевакин