



ООО «СТП»

РФ, 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт,
34, корп. 013, офис 306

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об аттестации методики (метода) измерений

№ 39-427 -01.00270-2014

Методика (метод) измерений массового расхода и массы перегретого пара измерительным комплексом с соплом ИСА 1932 по ГОСТ 8.586.3-2005 на узле учета «30LBS11CF001, 30LBS11CF002 Пар на подогрев ЦСД» Березовская ГРЭС

разработанная ООО «СТП», 420034, РФ, РТ, г.Казань, ул.Декабристов, д.81

и регламентированная в инструкции «ГСИ. Расход и масса перегретого пара. Методика измерений на узле учета «30LBS11CF001, 30LBS11CF002 Пар на подогрев ЦСД» Березовская ГРЭС, 2014.-15с.

аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563.

Аттестация осуществлена по результатам теоретического исследования методики измерений.

В результате аттестации методики (метода) измерений было установлено, что методика (метод) измерений соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

относительная расширенная неопределенность (пределы относительной погрешности) измерений массового расхода и массы перегретого пара.....3 %

Технический директор



И. А. Яценко

инициалы, фамилия

« 6 » 03 2014 г.



ООО «СТП»

Регистрационный № 01.00270 от 10.04.09 г.
в Реестре аккредитованных метрологических
служб юридических лиц



«УТВЕРЖДАЮ»

Технический директор ООО «СТП»

 И. А. Яценко

« 6 » 03 2014 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

РАСХОД И МАССА ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА

Методика измерений на узле учета

«30LBS11CF001, 30LBS11CF002 Пар на подогрев ЦСД»

Березовская ГРЭС

Казань
2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

РАЗРАБОТАНА Обществом с ограниченной ответственностью «СТП»

ИСПОЛНИТЕЛИ Арзамасов И.Д.

УТВЕРЖДЕНА ООО «СТП» «_____» _____ 2014 г.

АТТЕСТОВАНА ООО «СТП» «_____» _____ 2014 г.

Свидетельство об аттестации № 39-427-01.00270-2014

Настоящая инструкция не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ООО «СТП»

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	1
3 СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	1
4 ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	1
5 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	2
6 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ	2
7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	3
8 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ	3
9 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	3
10 ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ И ИХ ПРОВЕДЕНИЕ	4
11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	4
12 КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	4
13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	7
БИБЛИОГРАФИЯ	8
ПРИЛОЖЕНИЕ А СХЕМА КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА	9

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая инструкция устанавливает методику измерений массового расхода и массы перегретого пара измерительным комплексом с соплом ИСА 1932 ГОСТ 8.586.3 на узле учета «30LBS11CF001, 30LBS11CF002 Пар на подогрев ЦСД» Березовская ГРЭС.

1.2 Методика измерений разработана в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.417–2002 ГСИ. Единицы величин

ГОСТ 8.586.1–2005 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования

ГОСТ 8.586.3–2005 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 3. Сопла и сопла Вентури. Технические требования

ГОСТ 8.586.5–2005 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5. Методика выполнения измерений

ГОСТ Р 8.625–2006 ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 8.563–2009 ГСИ. Методики (методы) измерений

3 СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

3.1 В настоящей инструкции приняты следующие сокращения:

ВПИ – верхний предел измерений;

ИК – измерительный комплекс со стандартным сужающим устройством;

ИТ – измерительный трубопровод;

МС – местное сопротивление;

СИ – средство(а) измерений;

СУ – сужающее устройство.

3.2 Обозначения

Условные обозначения параметров указаны непосредственно в тексте.

Допускается при измерениях расхода и количества среды применять наравне с единицами, указанными в настоящей инструкции, другие единицы по ГОСТ 8.417, а также десятичные кратные и дольные единицы.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Относительная расширенная неопределенность (пределы относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95) измерений массового расхода и массы перегретого пара по данной инструкции не превышает $\pm 3\%$.

5 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

При выполнении измерений применяют следующие СИ и другие технические средства:

5.1 Сопло ИСА 1932.

В качестве СУ на ИТ используется сопло ИСА 1932, изготовленное в соответствии с требованиями раздела 5.1 ГОСТ 8.586.3 Относительный диаметр отверстия СУ составляет 0,6539 при температуре 20 °С (допуск на диаметр отверстия СУ в соответствии с п.5.1.6.1 ГОСТ 8.586.3). Материал сопла ИСА 1932 – сталь 20Х12ВНМФ.

5.2 Измерительный трубопровод. Внутренний диаметр ИТ перед СУ при температуре 20 °С составляет 149 мм. Материал ИТ – сталь 092ГС. Эквивалентная шероховатость стенок ИТ равна 0,2 мм.

5.3 Преобразователь давления измерительный ЕJA110А-EMS, ВПИ 40 кПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений $\pm 0,2$ %; дополнительная приведенная погрешность измерений, вызванная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 28 °С, $\pm 0,195$ %; выходной сигнал 4-20 мА.

5.4 Преобразователь давления измерительный ЕJA530А-ECS, ВПИ 2,5 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений $\pm 0,2$ %; дополнительная приведенная погрешность измерений, вызванная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 28 °С, $\pm 0,75$ %; выходной сигнал 4-20 мА.

5.5 Преобразователь термоэлектрический типа КТХА, диапазон измерений температуры от минус -40 до 1200 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1,5$ °С в диапазоне температур от минус 40 °С до 375 °С, $\pm 0,004t$ в диапазоне температур от 375 °С до 1100 °С, где t – измеренное значение температуры, °С.

5.5 Система измерительная и управляющая SPPA-T3000 (далее – SPPA-T3000), функция преобразования токового сигнала по каналу перепада давления – линейная; пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования токового сигнала 4-20 мА от СИ разности давлений составляют $\pm 0,5$ %; пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигнала от СИ температуры составляют ± 1 °С; пределы допускаемой относительной погрешности вычисления массового расхода не превышают пределов $\pm 0,05$ %.

5.6 Все применяемые СИ имеют действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

5.7 Допускается применять другие аналогичные по назначению СИ, не уступающие по характеристикам указанным в настоящей инструкции.

6 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Измерения массового расхода и массы перегретого пара выполняют методом переменного перепада давления с помощью сопла ИСА 1932. Принцип метода описан в разделе 5 ГОСТ 8.586.1.

6.2 Плотность, динамическая вязкость перегретого пара при рабочих условиях определяются согласно [1], [2], [3].

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При выполнении измерений соблюдают требования по безопасности, производственной санитарии и охране окружающей среды, действующие в Березовской ГРЭС.

8 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

8.1 К проведению монтажа и выполнению измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на СИ, настоящую инструкцию и вспомогательное оборудование, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие опыт эксплуатации измерительной техники.

8.2 Оператор должен знать и выполнять инструкции по эксплуатации применяемых СИ.

9 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Условия выполнения измерений за исключением длин прямолинейных участков ИТ должны соответствовать положениям разделов 6 и 7 ГОСТ 8.586.1.

9.2 Результаты проверки конструкции ИТ на соответствие ГОСТ 8.586.3, ГОСТ 8.586.5

В результате проверки длин прямолинейных участков ИТ (схема конструкции ИТ представлена в приложении А) на соответствие ГОСТ 8.586.3, ГОСТ 8.586.5 выявлено:

- расстояние перед СУ до первого МС «Два или более колен в разных плоскостях» составляет 7310 мм;

- расстояние перед СУ между первым и вторым МС «Шаровой кран или задвижка» составляет 0 мм;

- расстояние перед СУ между вторым и третьим МС «Колено» составляет 1527мм;

- расстояние после СУ до преобразователя температуры составляет 471 мм;

- расстояние за СУ до ближайшего МС составляет 2040 мм;

- длины прямолинейных участков ИТ не соответствуют требованиям ГОСТ 8.586.3.

9.3 Расчеты метрологических характеристик ИК необходимо выполнять с учетом результатов исследований конструкции ИТ. В результате исследований конструкции ИТ, выполненных методом численного моделирования [4], выявлено, что при использовании сопла ИСА 1932 с относительным диаметром отверстия при температуре 20 °С от 0,6 до 0,7 дополнительная неопределенность коэффициента истечения СУ от влияния конструкции ИТ составляет 0,4 %.

9.4 Конструкция настоящего ИТ остается без изменений и не подлежит реконструкции или замене.

9.5 Геометрические характеристики СУ соответствуют требованиям ГОСТ 8.586.3. Монтаж СУ на ИТ должен соответствовать требованиям подраздела 6.5 ГОСТ 8.586.3.

9.6 Монтаж СИ соответствует требованиям технической документации на применяемые СИ и требования раздела 6 ГОСТ 8.586.5.

9.7 Параметры измеряемой среды

9.7.1 Измеряемая среда – перегретый пар.

9.7.2 Диапазоны изменения параметров измеряемой среды указаны в таблице 1.

Таблица 1. Диапазоны изменения параметров измеряемой среды по ИТ

№ п/п	Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Массовый расход, кг/с	0,967	5,516
2	Перепад давления, кПа	3,90	40
3	Давление избыточное, МПа	0,53	1,5
4	Температура, °С	300	440

9.8 Атмосферное давление в месте установки СИ избыточного давления изменяется от 0,095 до 0,104 МПа (от 710 до 780 мм рт. ст.) и принято условно-постоянным параметром, равным 0,099 МПа (742 мм рт. ст.).

9.9 Температура воздуха в помещении, где установлены СИ, изменяется от 3 до 33 °С.

10 ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ И ИХ ПРОВЕДЕНИЕ

10.1. Подготовку к измерениям проводят в соответствии с разделом 7 ГОСТ 8.586.5.

10.1.1 Проверяют состояние оборудования, герметичность фланцевых соединений ИТ, соответствие положения запорной арматуры на ИТ и соединительных импульсных линиях. Контролируют отсутствие утечек измеряемой среды из соединительных линий, отсутствие вибраций на ИТ и соединительных линиях СИ, целостность пломб и клейм.

10.1.2 В соответствии с руководством по эксплуатации настраивают SPPA-T3000 и вносят исходные данные для проведения вычислений.

10.2 После завершения конфигурирования SPPA-T3000 включают в рабочий режим, все СИ приводят в рабочее состояние и проводят необходимые измерения.

11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Расчет массового расхода и массы перегретого пара выполняется автоматически SPPA-T3000 по алгоритму вычисления в соответствии с ГОСТ 8.586.5 на основе измерений перепада давления, избыточному давлению, температуре и условно-постоянному значению атмосферного давления.

12 КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1 СИ, входящие в состав ИК, поверены в соответствии с ПР 50.2.006 [5]. Поверка всех СИ, входящих в состав ИК, проводится в соответствии с их межповерочными интервалами.

12.2 Порядок контроля метрологических характеристик и поверки ИК устанавливают ПР 50.2.022 [6]. Относительная расширенная неопределенность измерений массового расхода и массы воды не должна превышать значения, указанного в разделе 4 настоящей инструкции.

12.3 Расчет относительной расширенной неопределенности измерений

12.3.1 Расчет относительной расширенной неопределенности измерений массового расхода и массы перегрето пара проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5. Расчет метрологических характеристик выполняются ручным способом или при помощи аттестованного программного комплекса «Расходомер-ИСО» по ГОСТ 8.586.5 с учетом п. 9.2 настоящей инструкции.

12.3.1.1 Неопределенность расхода среды рассчитывают по формуле:

$$u'_q = \left\{ u'^2_c + u'^2_{k_{ш}} + \left(\frac{2\beta^4}{1-\beta^4} \right)^2 u'^2_D + \left(\frac{2}{1-\beta^4} \right)^2 u'^2_d + u'^2_\varepsilon + 0,25(u'^2_{\Delta p} + u'^2_\rho) \right\}^{0,5}$$

где u'_c - относительная стандартная неопределенность коэффициента истечения;

$u'_{k_{ш}}$ - относительная стандартная неопределенность измерения поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности ИТ, принимают равной половине $U'_{k_{ш}}$, вычисляемое по ГОСТ 8.586.3 (подпункт 5.1.7.3);

β - относительный диаметр отверстия СУ;

u'_D - относительная стандартная неопределенность измерения диаметра ИТ, принимают равной 0,1%;

u'_d - относительная стандартная неопределенность измерения диаметра СУ, принимают равной 0,02%;

u'_ε - относительная стандартная неопределенность коэффициента расширения;

$u'_{\Delta p}$ - относительная стандартная неопределенность измерения перепада давления;

u'_ρ - относительная стандартная неопределенность измерения плотности;

12.3.1.1.1 u'_c с учетом влияющих факторов рассчитывают по формуле:

$$u'_c = 0,5(U'_{C_0} + U'_L + U'_t)$$

где U'_{C_0} определяют согласно ГОСТ 8.586.3 (подпункт 5.1.7.1);

U'_L - составляющая неопределенности коэффициента истечения, которая обусловлена сокращением длины прямолинейных участков и определяется в соответствии, ГОСТ 8.586.3 (раздел 6);

U'_t - составляющая неопределенности коэффициента истечения, которая обусловлена сокращением длины прямолинейных участков между СУ и гильзой термометра и определяется в соответствии с 6.3.5 ГОСТ 8.586.5;

12.3.1.1.2 $u'_{\Delta p}$ рассчитывают по формуле:

$$u'_{\Delta p} = \left\{ \sum_{i=1}^n [\mathcal{G}_i u'_{y_i}]^2 \right\}^{0,5}$$

где n - число последовательно соединенных измерительных преобразователей или измерительных приборов, используемых для измерения перепада давления;

\mathcal{G}_i - коэффициент чувствительности i -го измерительного преобразователя или измерительного прибора перепада давления;

u'_{y_i} – неопределенность, вносимая i -м измерительным преобразователем или измерительным прибором перепада давления с учетом дополнительных составляющих неопределенностей.

Значения коэффициентов \mathcal{Q}_i в зависимости от функции преобразования измерительного преобразователя или измерительного прибора и их порядкового номера в последовательно соединенной цепи приведены в таблице 7.

Таблица 2. Значения коэффициентов чувствительности для расчета составляющих неопределенности перепада давления

n	Функции преобразования прибора			\mathcal{Q}_1	\mathcal{Q}_2	\mathcal{Q}_3
	1-го	2-го	3-го			
2	Линейная	Линейная	-	1	1	-
2	Линейная	Квадратичная	-	1	2	-
2	Квадратичная	Линейная	-	2	2	-
3	Линейная	Линейная	Линейная	1	1	1
3	Линейная	Линейная	Квадратичная	1	1	2
3	Линейная	Квадратичная	Линейная	1	2	2
3	Квадратичная	Линейная	Линейная	2	2	2

12.3.1.1.2 u'_ϵ рассчитывают по формуле:

$$u'_\epsilon = \left[0,25 U_{\epsilon_0}'^2 + \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)^2 (u_{\Delta p}'^2 + u_p'^2 + u_k'^2) \right]^{0,5}$$

где U_{ϵ_0}' - неопределенность коэффициента расширения, определяемая по ГОСТ 8.586.3 (подпункт 5.1.7.2);

u'_p - неопределенность результата измерения абсолютного давления;

u'_k - неопределенность результата измерения показателя адиабаты, определяется по ГСССД МР 147 [7];

12.3.1.1.3 u'_p рассчитывают по формуле:

$$u'_p = (u_{p_0}'^2 + \mathcal{Q}_T^2 u_T'^2 + \mathcal{Q}_p^2 u_p'^2)^{0,5}$$

где u'_{p_0} - неопределенность, приписываемая уравнению, применяемому для расчета плотности среды (значения приводятся в ГСССД МР 147 [7]);

\mathcal{Q}_T , \mathcal{Q}_p -коэффициенты чувствительности, определяемые в соответствии с 10.1.6 ГОСТ 8.586.5;

u'_T - неопределенность результата измерения температуры;

12.3.1.1.4 u'_T рассчитывают по формуле:

$$u'_T = \frac{100(t_b - t_n)}{273,15 + t} \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\frac{u_{y_i}}{y_{bi} - y_{ni}} \right]^2 \right\}^{0,5}$$

где n – число последовательно соединенных измерительных преобразователей или измерительных приборов, используемых для измерения температуры;

u_{y_i} – стандартная неопределенность, вносимая i -м измерительным преобразователем или измерительным прибором температуры с учетом дополнительных составляющих неопределенности ($0,5\Delta y$).

12.3.1.1.5 u'_p рассчитывают по формуле:

$$u'_p = \left\{ \left(\frac{p_n}{p} \right)^2 \sum_{i=1}^n [u'_{y_i}]^2 + \left(\frac{p_a}{p} \right)^2 u'^2_{p_a} \right\}^{0,5},$$

где n – число последовательно соединенных измерительных преобразователей или измерительных приборов, используемых для измерения давления;

u'_{y_i} – неопределенность, вносимая i -тым измерительным преобразователем или измерительным прибором давления с учетом дополнительных составляющих неопределенности;

u'_{p_a} – неопределенность результата измерения атмосферного давления с учетом дополнительных составляющих неопределенности.

12.3.2 При проведении расчетов на программном комплексе «Расходомер ИСО»:

- исходные данные о конструкции ИТ при заполнении раздела программы «Измерительный участок трубопровода» должны быть заданы согласно схеме конструкции ИТ (представлена в приложении А) и п. 9.2 настоящей инструкции.

- значение дополнительной неопределенности коэффициента истечения СУ от сокращения длин прямых участков ИТ по п. 9.3 настоящей инструкции вводится в окне «Сообщение» после выбора вкладки «Ввести дополнительную погрешность».

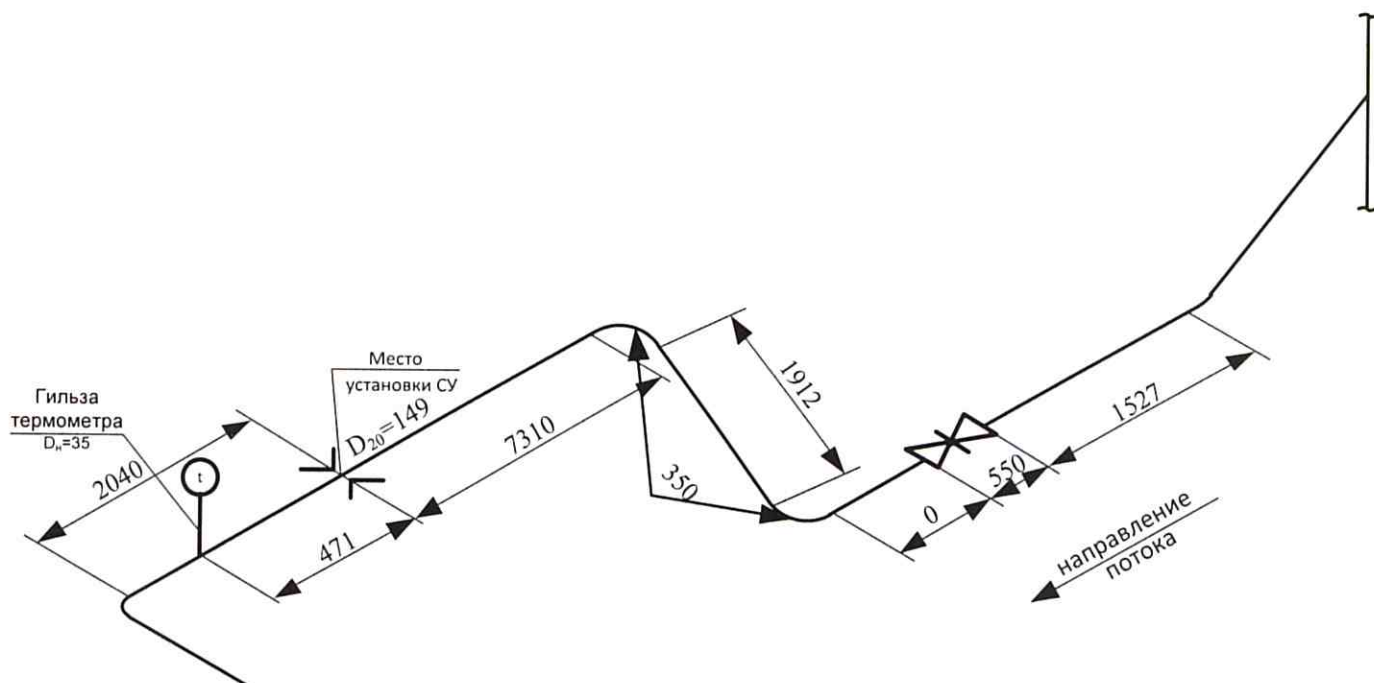
13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Архивирование, форму представления результатов измерений, сроки хранения отчетных документов определяют заинтересованные стороны.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] МИ 2412–97 ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя
- [2] ГСССД 188–99 Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,001...1000 МПа.
- [3] ГСССД 6–89 Вода. Динамическая вязкость в диапазоне давлений 0...100 МПа и температур 0...800 °С.
- [4] МИ 3018–2006 ГСИ. Определение метрологических характеристик расходомерных устройств на базе стандартных диафрагм современными методами вычислительной гидродинамики
- [5] ПР 50.2.006–94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений
- [6] ПР 50.2.022–99 ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического контроля и надзора за применением и состоянием измерительных комплексов с сужающими устройствами
- [7] ГСССД МР 147-2008 ГСИ. Расчет плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости воды и водяного пара при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 187-99 и ГСССД 6-89

ПРИЛОЖЕНИЕ А
СХЕМА КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА



- Примечание: 1. Геометрические размеры приведены в миллиметрах.
2. D_{20} – внутренний диаметр ИТ при температуре 20 °С.
3. D_n – наружный диаметр.

Владелец данной копии программы:

ООО «СТП»

Расчет № 8 от 25.06.2013

выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005

Пар на подогрев ЦСД СУ
Вид расчета - Расчёт сужающего устройства

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Перегретый пар
Избыточное давление.....0,93 МПа
Барометрическое давление.....742 мм рт. ст.
* Абсолютное давление.....1,0289 МПа
Температура.....343 °С
* Плотность в рабочих условиях по ГСССД МР 147-2008.....3,68861 кг/м3
* Динамическая вязкость.....22,01318 мкПа*с
* Показатель адиабаты.....1,29313

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство:
Сопло ИСА1932
* Диаметр сужающего устройства при 20° С.....97,431 мм
* Диаметр сужающего устройства при рабочих условиях.....97,773 мм
* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства
в рабочих условиях.....0,6531
Материал сужающего устройства - 20Х12ВНМФ
Коэффициент линейного расширения материала
сужающего устройства.....1,086Е-5 1/°С
* Поправочный коэффициент на расширение
материала сужающего устройства.....1,00351
* Радиус R1 дуги окружности С от.....18,968 мм
до.....20,141 мм
* Расстояние центра окружности
от входного торца.....19,555 мм
от оси сопла.....73,329 мм
* Радиус R2 дуги окружности С от.....31,613 мм
до.....33,569 мм
* Расстояние центра окружности
от входного торца.....29,733 мм
от оси сопла.....81,477 мм
* Длина горловины.....29,332 мм
* Диаметр кольцевого выступа F.....103,639 мм
* Глубина кольцевого выступа F.....2,933 мм
* Полная длина сопла, исключая глубину F.....59,064 мм
* Наибольшее значение шероховатости
внутренней поверхности сопла.....0,00978 мм
* Наибольшая толщина стенки сопла.....14,971 мм
* Рекомендуемый допуск на изготовление диаметра СУ.....0,0489 мм

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20° С.....149 мм
* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,712 мм
Материал трубопровода - Сталь 09Г2С(10Г2С,09Г2)
Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....1,48Е-5 1/°С
* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода.....1,00478
Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,1 мм

Тип и состояние трубы – стальная новая бесшовная катаная

* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1,0022

Способ определения шероховатости трубопровода.....Выбирается из таблицы

КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

Верхний предел перепада давления.....40 кПа

* Коэффициент скорости входа.....1,1056

* Число Рейнольдса.....1611041

* Коэффициент расширения.....0,97084

* Коэффициент истечения.....0,95046

* Коэффициент расхода.....1,05083

* Потери давления.....16748 Па

Заданный нижний предел измеряемого расхода.....1,4 кг/с

Заданный верхний предел измеряемого расхода.....4,17 кг/с

Расчет расхода (проверка) при верхнем пределе перепада давления:

* Массовый расход.....4,17 кг/с

* Энергосодержание по ГСССД МР 147-2008.....0,00313 ГКал/с

Исполнитель: _____ Арзамасов И.Д.

Поверитель: _____



Программный комплекс Расходомер ИСО версии 2.1 от 19.12.2013

Владелец данной копии программы:

ООО «СТП»

Расчет № 17 от 06.03.2014

выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586. (1-5) -2005

Длины прямолинейных участков трубопровода не соответствуют ГОСТ 8.586.1-5.2005
Пар на подогрев ЦСД
Вид расчета - Расчёт расхода

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Перегретый пар

Избыточное давление.....0,93 МПа
Барометрическое давление.....742 мм рт. ст.
* Абсолютное давление.....1,0289 МПа
Температура.....343 °С
* Плотность в рабочих условиях по ГСССД МР 147-2008.....3,68861 кг/м³
* Динамическая вязкость.....22,01318 мкПа*с
* Показатель адиабаты.....1,29313

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство:

Сопло ИСА1932

Диаметр сужающего устройства при 20° С.....97,431 мм

* Диаметр сужающего устройства при рабочих условиях.....97,773 мм

* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства

в рабочих условиях.....0,6531

Материал сужающего устройства - 20Х12ВНМФ

Коэффициент линейного расширения материала

сужающего устройства.....1,08Е-5 1/°С

* Поправочный коэффициент на расширение

материала сужающего устройства.....1,00351

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20° С.....149 мм

* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,712 мм

Материал трубопровода - Сталь 09Г2С(10Г2С,09Г2)

Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....1,48Е-5 1/°С

* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...1,00478

Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,2 мм

* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1,00467

Способ определения шероховатости трубопровода.....Измеряется

КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

Перепад давления.....40 кПа

* Коэффициент скорости входа.....1,1056

* Число Рейнольдса.....1615003

* Коэффициент расширения.....0,97084

* Коэффициент истечения.....0,95046

* Коэффициент расхода.....1,05083

* Потери давления.....16715 Па

* Массовый расход.....4,18026 кг/с

* Энергосодержание по ГСССД МР 147-2008.....0,003138 ГКал/с

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УЧАСТКА

1-ое местное сопротивление:
Два или более колен в разных плоскостях
Расстояние от 1-го местного сопротивления до сужающего устройства 7310 мм
Длина 1-го местного сопротивления 2612 мм

2-ое местное сопротивление:
Шаровой кран или задвижка
Диаметр трубопровода между
1-ым и 2-ым местными сопротивлениями 149 мм
Расстояние между 1-ым и 2-ым местными сопротивлениями 0 мм
Длина 2-го местного сопротивления 550 мм

3-ое местное сопротивление:
Колено
Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им местными сопротивлениями 149 мм
Расстояние между 2-ым и 3-им местными сопротивлениями 1527 мм

Комбинации колен после 3-х местных сопротивлений нет

Расстояние до местного сопротивления после СУ 2040 мм

Место установки гильзы термометра - Перед сужающим устройством
Расстояние между СУ и гильзой термометра 471 мм
Наружный диаметр гильзы термометра 18 мм

Расстояние между 1-ым местным сопротивлением и сужающим устройством сокращено

Длины прямолинейных участков трубопровода не соответствуют ГОСТ 8.586.1-5.2005

Расстояние между гильзой термометра и сужающим устройством
не соответствует ГОСТ 8.586.1-5.2005

РАСЧЁТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

* Расширенная неопределенность коэффициента истечения 1,31 %
* Расширенная неопределенность коэффициента шероховатости 0 %
* Расширенная неопределенность диаметра сужающего устройства 0,04 %
* Расширенная неопределенность диаметра трубопровода 0,2 %
* Расширенная неопределенность определения перепада давления 0,47 %
* Расширенная неопределенность определения температуры 0,33 %
* Расширенная неопределенность определения абсолютного давления 1,37 %
* Расширенная неопределенность определения показателя адиабаты 0,35 %
* Расширенная неопределенность определения плотности
в стандартных условиях 0 %
* Расширенная неопределенность определения плотности 1,47 %
* Расширенная неопределенность коэффициента расширения 0,0897 %
* Расширенная неопределенность массового расхода газа 1,53 %

Верхний предел измерения 1-го дифманометра 40 кПа

Функция преобразования измерительного преобразователя
(дифманометра) - с извлечением корня

приведенная погрешность, % измерительного преобразователя (дифманометра)

Основная 0,2 %

Дополнительная 0,125 %

* Массовый расход при верхнем пределе измерения 1-го дифманометра 4,18026 кг/с

Верхний предел измерения избыточного давления 2,5 МПа

приведенная погрешность, % измерительного преобразователя (манометра)

Основная 0,2 %

Дополнительная.....0,482 %

Барометрическое давление принято за условно-постоянный параметр

Диапазон изменения барометрического давления

от.....710мм рт. ст.

до.....780мм рт. ст.

Верхний предел измерения средства измерения температуры.....1100 °С

Нижний предел измерения средства измерения температуры.....-40 °С

абсолютная погрешность измерительного преобразователя (термометра)

Основная.....1,76

Дополнительная.....0

абсолютная погрешность 1-го преобразователя температуры

Основная.....1

Дополнительная.....0

Нижняя граница измерения 1-го преобразователя температуры.....-40

Верхняя граница измерения 1-го преобразователя температуры.....1100

отн. стан. неопределенность вычисления расхода контроллером (вычислителем)

Основная.....0,05 %

Дополнительная.....0 %

Таблица расчёта неопределённостей измерения расхода при заданных отклонениях температуры и давления среды и заданных значениях перепада давления.

Температура, °C		300	300	343	440	440
Абс. давление, МПа		0,6289	1,5989	1,0289	0,6289	1,5989
Перепад давления, кПа (%)		Массовый расход, кг/с Относительная расширенная неопределённость расхода, (%)				
40 (100)		3,31529 1,78	5,51613 1,44	4,18026 1,53	2,96599 1,77	4,8993 1,43
32,4 (81)		3,01191 1,79	4,98248 1,45	3,78362 1,54	2,69481 1,78	4,42544 1,44
25,6 (64)		2,69965 1,8	4,44316 1,47	3,38022 1,55	2,41559 1,79	3,94649 1,45
14,4 (36)		2,05236 1,88	3,34996 1,56	2,55612 1,65	1,83654 1,87	2,97557 1,55
10 (25)		1,71928 2	2,79735 1,7	2,1369 1,78	1,53848 1,99	2,4847 1,69
3,896 (9,74)		1,08069 2,99	1,75085 2,81	1,33945 2,85	0,966946 2,99	1,55498 2,8

Длины прямолинейных участков трубопровода не соответствуют ГОСТ 8.586.1-5.2005

Дополнительная расширенная неопределённость к коэффициенту истечения от несоответствия длин прямых участков ГОСТ 8.586.1-5.2005, равная 0,4 %, введена в соответствии с

Максимально допустимая расширенная неопределённость определения расхода 3 %

Исполнитель: Арзамасов И.Д.

Поверитель: Тягунов

