Министерство топлива и энергетики Российской Федерации

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

РД 34.11.314-92

СПО

ОРГРЭС

Москва 1993

gost.e-ecolog.ru

Министерство топлива и энергетики Российской Федерации

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

РД 34.11.314-92

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС
Москва 1993

РАЗРАБОТАНО предприятием "Сибтехэнерго" фирмы ОРГРЭС
ИСПОЛНИТЕЛИ Н.В. КАМАРИН, М.Ф. КАРЮКИН,
В.И. НЕЧАЕВ
СОГЛАСОВАНО ГОМС электроэнергетической отрасли
28.12.92 г

Главный метролог Б.Г. Тиминский

УТВЕРЖДЕНО Управлением научно-технического развития корпорации "Росэнерго" 30.12.92 г.

Начальник А.П. Берсенев

© СПО ОРГРЭС, 1993

УДК 681.2

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

РД 34.11.314-92

Вводится в действие
01.07.93 г.

Настоящая Методика разработана в соответствии с [1].

Методика устанавливает порядок выполнения измерений расхода питательной воды за подогревателями высокого давления и является обязательной для персонала электростанций и проектных организаций.

С выходом настоящей Методики отменяется "Методика выполнения измерений расхода питательной воды за подогревателем высокого давления на тепловых электростанциях": МТ 34-70-045-87 (М.: СПО Союзтехэнерго, 1987).

В Методике приняты следующие сокращения:

АСИ — агрегатное средство измерений
БЩУ — блочный щит управления
ИВК — информационно-вычислительный комплекс
ИП — измерительный преобразователь
ПВД — подогреватель высокого давления
ПИП — первичный измерительный преобразователь
РСИ — регистрирующее средство измерений
СИ — средство измерений
СУ — сужающее устройство
ТП — технологический процесс
ТЭП — технико-экономические показатели
ТЭС — тепловая электростанция

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Методика предназначена для использования при организации и выполнении измерений расхода питательной воды за ПВД на ТЭС с энергоблоками 200, 250, 300, 500, 800, 1200 МВт.

1.2. Методика устанавливает требования к методам и средствам измерений, алгоритмы подготовки и проведения измерений и обработки результатов измерений.

1.3. Методика обеспечивает получение достоверных количественных показателей точности измерений в стационарном режиме работы энергооборудования при принятой доверительной вероятности $P = 0,95$ и устанавливает способы их выражения.

1.4. Согласно [2] устанавливают значение нормированной приведенной погрешности измерения расхода питательной воды за ПВД 1,5% для оперативного контроля и расчета ТЭП работы оборудования.

2. СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ

2.1. Расход питательной воды на котел является одним из важнейших параметров при оперативном контроле и управлении ТП и при расчете ТЭП работы ТЭС.

2.2. Согласно [3] требуется постоянное измерение и регистрация на приборах БЩУ общего расхода питательной воды на котел и по каждому потоку для парового прямоточного котла. Результаты измерений общего расхода используются для расчета ТЭП, а результаты измерений по потокам (и на корпуса) — для контроля работы технологического оборудования.

2.3. Номинальные значения измеряемого параметра для энергоблоков различной мощности приведены в таблице.

Мощность энергоблоков, МВт	Номинальные значения		
	расхода питательной воды, т/ч	давления питательной воды, МПа (кгс/см^2)	температуры питательной воды, К(°С)
300	950-1000	29-31 (290-310)	533-548 (260-275)
500	1600-1800	29-31 (290-310)	533-548 (260-275)
800	2600-2800	29-31 (290-310)	533-548 (260-275)
1200	4000	29-31 (290-310)	533-548 (260-275)

3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

3.1. Измерения расхода питательной воды являются непрерывными косвенными измерениями.

3.2. Мерой расхода воды, протекающей в трубопроводе является перепад давления, создаваемый СУ, установленным в трубопроводе.

3.3. Измерения расхода питательной воды должны проводиться на прямолинейном участке трубопровода после байпаса, до отборов на впрыски, перед регулирующим клапаном (общий расход воды на котел) и на каждом трубопроводе или на каждом корпусе двухкорпусных котлов.

3.4. В зависимости от типа применяемых на ТЭС СИ применяются два основных варианта компоновки измерительных систем:

— децентрализованная система контроля с использованием локальных вторичных приборов (рис. 1);

— централизованная, с использованием средств вычислительной техники (рис. 2).

3.4.1. При измерениях расхода питательной воды при помощи децентрализованной системы (см. рис. 1) сигнал по перепаду давления, создаваемый СУ, поступает на ПИП, где преобразуется в унифицированный выходной электрический сигнал. Электрический сигнал передается РСИ (вторичному прибору), который отградуирован в единицах измерения расхода. Для обеспечения линейной зависимости показаний вторичного прибора от перепада давления используется блок извлечения корня. Для внесения поправок к показаниям РСИ на действительные параметры измеряемой среды (в отличие от принятых при расчете СУ), необходимо предусмотреть регистрацию температуры питательной воды перед котлом в соответствии с требованиями [3].

3.4.2. При централизованной системе контроля с использованием средств АСУ ТП (см. рис. 2) выходная информация от ПИП перепада давления на СУ и температуры среды перед СУ претерпевают различные преобразования в АСИ и в виде кодовых сигналов поступают в вычислительный комплекс для автоматической обработки результатов измерений (извлечение корня из численного значения перепада давле-

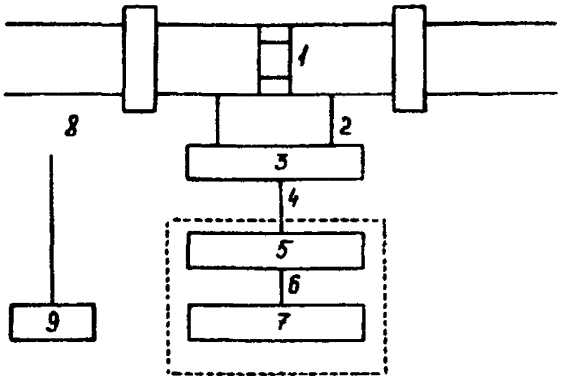

Рис. 1. Структурная схема измерительной системы с использованием локального РСИ (децентрализованная система):

1 — СУ в трубопроводе; 2 — соединительные линии от СУ к ПИП; 3 — ПИП; 4 — линия связи от ПИП до блока извлечения корня; 5 — блок извлечения корня; 6 — л связи от блока извлечения корня до РСИ; 7 — РСИ; 8 — термопреобразователь; 9 — РСИ температуры среды

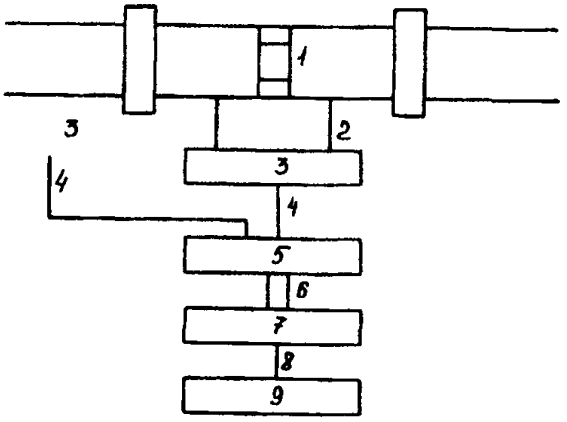

Рис. 2. Структурная схема измерительной системы с использованием ИИС и ИВК АСУ ТП (централизованная система):

1 — СУ в трубопроводе; 2 — соединительные линии от СУ к ПИП; 3 — ПИП; 4 — линии связи от ПИП к измерительной подсистеме; 5 — измерительная подсистема (ИИС, ИВК АСУ ТП); 6 — линии связи передачи кодового сигнала к вычислительной подсистеме; 7 — вычислительная подсистема (ИВК АСУ ТП); 8 — линия передачи обработанной информации от вычислительной подсистемы к средствам представления информации; 9 — средства представления информации АСУ ТП

ния, внесение поправки на действительную плотность среды в отличие от расчетной по действительной температуре), расчета ТЭП и управления ТП. Обработка и расчет производятся по специальной программе с использованием табличной аппроксимации на действительную плотность измеряемой среды.

3.5. Типы, технические и метрологические характеристики ПИП и РСИ при децентрализованной системе контроля приведены в рекомендуемом приложении 1. При централизованной системе контроля в каждом конкретном случае структурные схемы индивидуальны в зависимости от технических средств АСУ ТП блока.

4. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. При организации измерений расхода питательной воды должны соблюдаться условия по монтажу и установке СИ, входящих в измерительные системы (см. рис. 1 и 2).

4.1.1. При проектировании, изготовлении и установке СУ должны выполняться требования [3], [4] и ОСТ 34-42-80.

Сужающие устройства должны устанавливаться в трубопроводах в месте, где параметры измеряемой среды соответствуют расчетным (заданным в опросных листах на заказ расходомеров).

4.1.2. При прокладке импульсных линий должны выполняться требования [4] и СНиП 3.05.07-85 "Системы автоматизации".

4.1.3. При приемке в эксплуатацию систем контроля расхода ПВ должны выполняться требования [5].

4.2. Средства измерений, технические средства, входящие в измерительные системы, должны быть установлены и обслуживаться с учетом требований технических описаний и руководств по эксплуатации заводов-изготовителей СИ, документами Госстандарта по поверке СИ.

5. АЛГОРИТМ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Перед проведением измерений необходимо провести проверку сроков очередных поверок первичных и промежуточных ИП и РСИ по паспортам, наличие актов установки и проверочных расчетов, паспортов СУ к расходомерам переменного перепада, наличие действующих поверительных клейм на СИ.

5.2. Производится внешний осмотр элементов измерительной системы и проверка в соответствие с [5].

5.3. Проверяется правильность функционирования всех элементов измерительной системы в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации.

Примечание. Операции по пп. 5.1—5.3 должны проводиться при вводе в эксплуатацию и после ремонта измерительной системы или отдельных ее элементов.

5.4. При выполнении измерений расхода питательной воды должны быть выполнены операции, предусмотренные техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации элементов измерительной установки, в том числе и проверка установки нуля.

5.5. Численные значения результатов измерений должны оканчиваться цифрой того же разряда, что и численное значение абсолютной погрешности измерений.

6. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ, СПОСОБЫ И ФОРМЫ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

6.1. В качестве показателя точности измерений расхода питательной воды по [6] принимается интервал, в котором с установленной доверительной вероятностью находится суммарная погрешность измерений. Результаты измерений представляются в следующей форме:

$$Q,\ \Delta \text{ от } \Delta_h \text{ до } \Delta_l,\ P,$$

где Q — результат измерений расхода;

Δ, Δ_l, Δ_h — погрешность измерений расхода, соответственно с нижней и верхней ее границами, $м^3/ч$ (т/ч);

P — установленная доверительная вероятность, при которой погрешность измерений находится в этих границах; P=0,95.

7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ

7.1. Обработка результатов измерений расхода питательной воды децентрализованной системы (см. рис. 1) заключается в расчете сред-

несуточного расхода или расхода за определенный период времени с внесением поправок при отличии действительных параметров среды от расчетных, приведенных в поверочном расчете СУ (плотности измеряемой среды).

7.1.1. Среднесуточный объемный расход питательной воды (Q_c, м^3/ч) для расходомеров с равномерными процентными шкалами, которые применяются для измерений значения технологического параметра, вычисляется по формуле

$$Q_C = 0,24 C_Q N_П K_t^2 K_{Re} K_\rho, \qquad (1)$$

где C_Q — постоянная СУ;

$N_п$ — планиметрические числа, получаемые по отсчетам планиметра при планиметрировании диафрагмы РСИ;

K_t — поправочный множитель на тепловое расширение материала СУ;

K_{Re} — коэффициент коррекции расхода на число Рейнольдса;

K_ρ — поправочный множитель на изменение плотности измеряемой среды.

Значения C_Q, K_t^2, K_{Re}, K_ρ определяются по методике [4].

7.1.2. Значение постоянной СУ определяется по формуле

$$C_Q = 0.01252 \alpha d_{20}^2 \sqrt{\Delta p_{пр}}, \qquad (2)$$

где α — коэффициент расхода СУ при Re=10^6 и заданной относительной площади СУ m;

d_{20} — диаметр СУ при 20°С;

$\Delta p_{пр}$ — наибольший перепад давления при течении среды через СУ, соответствующий $Q_{пр}$ — верхнему пределу измерений дифманометра или верхнему значению выходного сигнала ПИП, кгс/м^2

7.1.3 Поправочный множитель на тепловое расширение определяется в соответствии с приложением 36 к [4]

$$K^2 = \left[1 + \beta_t (t - 20)\right]^2. \qquad (3)$$

7.1.4. Поправочный множитель на измерение плотности измеряемой среды определяется по формуле

$$K_\rho = \sqrt{1/\rho}, \tag{4}$$

где ρ — плотность среды при действительных параметрах, кгс/м^3

7.1.5. Коэффициенты коррекции расхода определяются по формуле

$$K_{Re} = \frac{C + B(10^6/Re)^{0,75}}{C + B}, \tag{5}$$

где Re — действительное число Рейнольдса;

B и C — вспомогательные величины.

$$B = \frac{0,0029m^{1,25}}{\sqrt{1-m^2}}, \tag{6}$$

$$C = \alpha - B. \tag{7}$$

При $Re>10^6$

$$Re = \frac{Re^* C}{\alpha(1-S)}, \tag{8}$$

где Re^* — число Рейнольдса для среднего числового расхода Q^*, при $K_{Re} = 1,0$.

$$Re^* = \frac{0,0361 \cdot 0,24 C_Q N_П K_t^2 K_\rho \rho}{24 D \mu}. \tag{9}$$

Диаметр трубопровода (мм) в рабочих условиях определяется по формуле

$$D = D_{20}\sqrt{K_t^2} \tag{10}$$

Динамическая вязкость среды (кгс·с/м^2) в рабочих условиях определяется в соответствии с приложением 26 к [4].

$\mu=10,5\cdot10^{-6}$ для параметров, указанных в таблице.

$$S = S_1 / S_2^{1,75}; \tag{11}$$

$$S_1 = \frac{BRe^*}{\alpha 10^6}; \tag{12}$$

$$S_2 = \frac{CRe^*}{\alpha 10^6} = C S_1 / B. \tag{13}$$

7.1.6. Расчетные формулы пп. 7.1.1—7.1.5 приведены для случая измерения расхода питательной воды с помощью диафрагмы с угловым отбором импульса перепада давления.

7.2. При использовании ИВК, прошедшего метрологическую аттестацию, результат измерения расхода питательной воды определяется по формуле

$$Q_j = (1/n) \cdot \sum_{i=1}^{n} Q_i, \tag{14}$$

где n — число циклов опроса за данный интервал усреднения;

Q_i — значение расхода питательной воды в i-м цикле опроса;

Q_j — средний расход питательной воды за данный интервал j-й измерительной системы.

Введение поправок на усредненный расход питательной воды производится автоматически по заданной программе. Значения поправок рассчитываются по [4]

7.3. Оценка показателей точности производится следующим образом.

7.3.1. Среднее квадратическое отклонение погрешности измерения объемного расхода питательной воды определяется по формуле

$$\sigma_Q = \sqrt{\sigma_\alpha^2 + \sigma_{K_{Re}}^2 + \sigma_{пит}^2 + \sigma_{вых}^2 + \sigma_{ЛС}^2 + \sigma_{РСИ}^2 + \sigma_{обр}^2 + \sum_{j=1}^{n} \sigma_{jg}^2}, \tag{15}$$

где σ_α — среднее квадратическое отклонение погрешности коэффициента расхода СУ;

$\sigma_{K_{Re}}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности коэффициента коррекции расхода на число Рейнольдса;

σ_{ρ} — среднее квадратическое отклонение погрешности коэффициента коррекции расхода на плотность;

$\sigma_{пип}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности ПИП;

$\sigma_{бик}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности блока извлечения корня

$\sigma_{лс}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности линии связи передачи сигнала от ПИП к РСИ;

$\sigma_{рси}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности РСИ (если о них имеются данные);

$\sigma_{обр}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности обработки (планиметрирования результатов измерений на диаграммной бумаге);

$\sum_{j=1}^{n} \sigma_{jg}^2$ — сумма квадратов средних квадратических отклонений погрешностей, вызванных изменением влияющих факторов (температура, влажность, вибрация, изменение напряжения сети электропитания, помехи и др.).

Средние квадратические отклонения погрешностей $\sigma_{ПИП}$, $\sigma_{бик}$ $\sigma_{рси}$, $\sigma_{обр}$, σ_{jg} равны половине соответствующих основных и дополнительных погрешностей, определяемых по паспортам и техническим описаниям элементов измерительной системы, а σ_{ρ}, σ_{α}, σ_{KRe} определяются по [4].

Для определения $\sum_{j=1}^{n} \sigma_{jg}^2$ следует вычислить математическое ожидание (M) каждой влияющей величины по формуле

$$M = (1/m) \sum_{i=1}^{m} \Psi_i, \qquad (16)$$

где Ψ_i — значение влияющей величины i-го измерения;

m — число измерений влияющей величины за интервал усреднения.

Математическое ожидание каждой влияющей величины определяется для различных сезонов года. Для летнего и зимнего сезонов проводят специальные экспериментальные исследования со сбором необходимых статистических данных и по формуле (16) определяют математическое ожидание каждого фактора. По полученным сезонным значениям математического ожидания каждого влияющего фактора определяют значения дополнительных погрешностей из технических описаний элементов измерительной системы или по результатам специальных исследований.

7.3.2. Приведенный метод является упрощенным способом оценки погрешности измерения расхода питательной воды децентрализованной системы измерений в условиях эксплуатации элементов измерительной системы.

7.3.3. Для получения более точных оценок погрешности измерений расхода питательной воды может быть использован экспериментальный метод с обработкой в соответствии с ГОСТ 8.207-76.

7.4. Пример расчета среднесуточного расхода питательной воды и оценки погрешности измерений приведены в справочных приложениях 2, 3.

7.5. Доверительные границы погрешности измерения расхода питательной воды определяются при метрологической аттестации методики выполнения измерений на конкретном оборудовании ТЭС и численно равны

$$|\Delta_l| = |\Delta_h| = \frac{2\sigma_Q Q_{max}}{100}, \qquad (17)$$

где Q_{max} — максимальное значение диапазона измерения расхода.

При наличии нескольких трубопроводов питательной воды общий расход определяется суммированием расходов по каждому трубопроводу, а погрешность его определяется по формуле

$$|\Delta_l| = |\Delta_h| = \sqrt{\sum_{i=1}^{k} \Delta_i^2}, \qquad (18)$$

где Δ_i — погрешность измерения расхода по каждому трубопроводу;

k — число трубопроводов.

8. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

К выполнению измерений и обработке их результатов могут быть допущены лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию:

— при выполнении измерений — электрослесарь не ниже 3-го разряда;

— при обработке результатов измерений — техник или инженер, занимающийся расчетом ТЭП.

9. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. При выполнении измерений расхода ПВ должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.091-83 [7, 8, 9].

9.2. К выполнению измерений по настоящей Методике допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III при выполнении работ в электроустановках с напряжением до 1000 В.

Приложение 1
(Рекомендуемое)

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Наименование	Тип, модель	Основная допустимая погрешность, %	Завод-изготовитель
1. Сужающее устройство	Вварная диафрагма с угловым отбором	1,0	—
2. Преобразователь измерительный разности давления	Сапфир 22 ДД Сапфир 22М-ДД	0,25 0,5	МПО "Манометр" Москва
3. Блок извлечения корня	БИК-1	0,5	То же
4. Блок питания измерительного преобразователя	БП-36		-"-
5. Регистрирующее средство измерения	Миллиамперметр КСУ-2, КСУ-4	0,5 по регистрации	—

Примечание. Допускается применение СИ других типов, основная допустимая погрешность которых не превышает погрешности СИ, указанных в данном приложении.

В настоящее время ЦПКБ "Теплоприбор" разработаны и проходят промышленные испытания измерительные преобразователи давления, разрежения и разности давления типа "Сигнал" с блоком извлечения корня БИК-21 с пределом допустимой основной погрешности 0,25 и 0,5% и диапазонами измерений, аналогичными преобразователям типа "Сапфир". Средняя наработка на отказ преобразователей измерения перепада давления "Сигнал-ДД" составляет 100000 ч. (Для сравнения: средняя наработка на отказ преобразователей "Сапфир-22 ДД" не ниже 67000 ч).

Приложение 2
(Справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА СРЕДНЕГО СУТОЧНОГО РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

1. Исходные данные

1.1. Данные, взятые из паспорта и поверочного расчета СУ:

— плотность (рабочие условия) ..... $\rho_t^{'}$=791,9 кг/м^3;
— предельный перепад давления ..... $\Delta P_{пр}$ = 0,16 кгс/см^2;
— диаметр диафрагмы ..... d_{20} = 183,115 мм;
— диаметр трубопровода ..... D_{20} = 287 мм;
— относительная площадь СУ ..... m = 0,408;
— материал диафрагмы ..... сталь 1Х18Н10Т;
— материал трубопровода ..... сталь 1Х18Н10Т;
— температура воды ..... t' = 548 К (275°С);
— коэффициент расширения материала диафрагмы ..... β_t = 0,0000165;
— коэффициент расширения материала трубопровода ..... $\beta_t^{'}$ = 0,0000165.

1.2. Данные, полученные в результате обработки диаграммных лент РСИ, применяемых для измерений температуры, давления и расхода ПВ:

— температура (средняя за сутки) ..... $t_в$ = 548 К (275°С);
— давление (усредненное за сутки) ..... $P_н$ = 31,7 МПа;
— планиметрическое число (по диаграмме РСИ) ..... $N_д$ = 365,3.

При измерении значений технологических параметров используются РСИ с равномерными диаграммами. Методика обработки диаграммных лент РСИ приведена в [4].

2. Расчет среднего суточного расхода питательной воды

2.1. Средний суточный объемный расход питательной воды определяется по формуле (1).

2.2. Постоянная расходомерного устройства при числе Рейнольдса Re=10^6 и m = 0,408 определяется по методике, изложенной в [4]; α = = 0.660. По формуле (2)

$$C_Q = 0,01252 \cdot 0,660 \cdot 183,115\sqrt{1600} = 11082,97.$$

2.3. Коэффициент коррекции на температуру среды измеряемого расхода определяется по формуле (3)

$$K_t^2 = \left[1 + 0,0000165(275 - 20)\right]^2 = 1,0084.$$

2.4. Коэффициент коррекции на плотность измеряемого расхода определяется по формуле (4)

$$K_\rho = 1/791,9 = 0,0355,$$

$$\rho = \rho_t'\left[1 - (t_в - t)\right],$$

при $t_B = t'$ $\rho = \rho_t'$.

2.5. Определение коэффициента коррекции расхода на число Рейнольдса K_{Re}

2.5.1. По формуле (9)

$$Re^* = \frac{0,0361 \cdot 0,24 \cdot 11082,96 \cdot 365,3 \cdot 791,9 \cdot 1,0084 \cdot 0,0355}{24 \cdot 287 \cdot 1,0084 \cdot 10,5 \cdot 10^{-6}} = 14,1 \cdot 10^6.$$

2.5.2. Значения вспомогательных величин определяются по формулам (6, 7, 11, 12)

$$B = \frac{0,0029 \cdot 0,408^{1,75}}{\sqrt{1 - 0,408^2}} = 0,0011;$$

$$C = 0,660 - 0,0011 = 0,6589;$$

$$S_1 = \frac{0,0011 \cdot 14,1 \cdot 10^6}{0,66 \cdot 10^6} = 0,0235;$$

$$S_2 = \frac{0,6589 \cdot 0,0235}{0,0011} = 14,076.$$

2.5.3. По формуле (10)

$$S = 0,0235/14,076^{1,75} = 0,00023.$$

2.5.4. По формуле (8)

$$Re = \frac{14,1 \cdot 10^6 \cdot 0,6589}{0,66 \cdot (1 - 0,00023)} = 14,1 \cdot 10^6.$$

5.5. Коэффициент коррекции расхода на число Рейнольдса определяется по формуле (5)

$$K_{Re} = \frac{0,6589 + 0,0011\left[10^6/(14,1 \cdot 10^6)\right]^{0,75}}{0,660(1 - 0,00023)} = 0,9986.$$

2.6. Средний суточный объемный расход питательной воды определяется по формуле (1)

$$Q_{сут} = 0,24 \cdot 11082,97 \cdot 365,3 \cdot 1,0084 \cdot 0,9986 \cdot 0,0355 = 34735,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Средний часовой расход питательной воды в течение суток определяется

$$Q_ч = Q_{сут}/24 = 34735,2/24 = 1447,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Приложение 3
(Справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

1. Исходные данные для расчета погрешности измерений определяются:

— для СУ — из паспорта и поверочного расчета;

— для СИ, входящих в систему — из паспортов, технических описаний, инструкций по эксплуатации, протоколов поверок;

— численные значения влияющих величин определяются экспериментальным путем и рассчитываются по формуле (16).

2. Исходные данные

2.1. Из паспорта и поверочного расчета СУ:

— внутренний диаметр трубопровода перед СУ при 20°С ..... D_{20} = 287 мм;

— диаметр отверстия СУ при 20°С ..... d_{20} = 183,115 мм;

— относительная площадь СУ ..... m = 0,408;

— коэффициент расхода ..... α = 0,660;

— плотность воды в рабочих условиях ..... ρ_t = 791,9 кг/м^3;

— динамическая вязкость воды в рабочих условиях ..... $\mu = 10{,}5 \cdot 10^{-6}$ кгс·с/м^2;

— коэффициент коррекции на число Рейнольдса ..... K_{Re} = 0,9986;

— предельный перепад давления ..... $\Delta p_{пр}$ = 0,16 кгс/м^2.

2.2. Из технического описания и паспорта на "Сапфир-22":

— диапазон измерения перепада давления ..... $\Delta p_{пр}$ = 0,16 кгс/м^2;

— предел основной допускаемой погрешности 0,5%;

— дополнительная погрешность от изменения температуры окружающей среды на каждые 10°С от 20°С не превышает ..... 0,45%.

2.3. Из технического описания на РСИ:

— диапазон измерений расхода ..... от 0 до 2000 м^3/ч;

— основная допустимая погрешность 0,5%;

— наибольшее допустимое изменение погрешности
на каждые 10°С изменения температуры окружающей среды
от 20°С не превышает.....0,1%;
— наибольшее допускаемое изменение погрешности
при отклонении напряжения питания на плюс 10%
или минус 15% от 220 В не превышает.....0,25%.

2.4. Из технического описания блока извлечения корня БИК-1 — основная допустимая погрешность составляет 0,5%.

2.5. Из технического описания планиметра — погрешность обработки при планиметрировании результатов измерений на диаграммной бумаге составляет 0,2%.

2.6. Погрешность, вносимая линией связи, принимается равной 0.

3. Условия выполнения измерений:
— средняя температура окружающего воздуха
в месте установки ПИП.....301,4 К (28,25°С);
— средняя температура окружающего воздуха
в месте установки РСИ.....293,7 К (20,55°С);
— напряжение питания.....229 В.

4. Расчет погрешности измерений.

4.1. Среднее квадратическое отклонение погрешности коэффициента расхода определяется согласно [4] по формуле

$$\sigma_{\alpha y} = \sqrt{(0,5\sqrt{m})^2 + \sigma_{\alpha d}^2 + \sigma_{\alpha D}^2},$$

(для $0,36<m<0,64$),

где $\sigma_{\alpha d} = 2\sigma_d(1 + m^2/\alpha) = 2 \cdot 0,035(1 + 0,408^2/0,660) = 0,088;$

$$\sigma_{\alpha D} = 2\sigma_D(m^2/\alpha) = 2 \cdot 0,15(0,408^2/0,660) = 0,076.$$

$$\sigma_{\alpha y} = \sqrt{(0,5\sqrt{0,408})^2 + 0,088^2 + 0,076^2} = +0,34$$

(из [4] определяем: при $m > 0,4\sigma_d = 0,035\sigma_D = 0,15$).

Погрешность коэффициента расхода СУ арифметически суммируется с абсолютными значениями погрешностей $\sigma_{\alpha e}$ (за счет смещения $e_к$ отверстия СУ относительно трубопровода), $\sigma_{\alpha H}$ (за счет уступов h внутри прямого участка трубопровода от состыкованных труб перед СУ), $\sigma_{\alpha L}$ (за счет сокращения длин прямых участков трубопроводов).

При $e_x < \dfrac{0,0005D_{20}}{0,1+2,3m^2}$ $\sigma_{\alpha e} = 0$;

$(h/D_{20})100 < 0,3\%$ $\sigma_{\alpha H} = 0$;

$\sigma_{\alpha L} = 0.$

$\sigma_\alpha = \sigma_{\alpha y} = 0,34.$

4.2. Среднее квадратическое отклонение погрешности коэффициента коррекции расхода на число Рейнольдса вычисляется по формуле

$$\sigma_{K_{Re}} = (1 - K_{Re})\,\sigma_\mu = (1 - 0,9986)2,4 = 0,0034,$$

где σ_μ — среднее квадратическое отклонение погрешности определения вязкости,

$$\sigma_\mu = (1/2)\delta_\mu = 4,8/2 = 2,4.$$

Относительная погрешность определения коэффициента динамической вязкости рассчитывается по формуле

$$\delta_\mu = (\Delta\mu/\mu)\cdot 100 = (0,5\cdot 10^{-6}/10,5\cdot 10^{-6})100 = 4,8\%,$$

где Δ_μ — половина деления графика определения вязкости [10].

4.3. Среднее квадратическое отклонение погрешности определения плотности вычисляется по формуле

$$\sigma_\rho = (1/2)\delta_\rho = 0,0006/2 = 0,0003\%.$$

Относительная погрешность определения плотности рассчитывается по формуле

$$\delta_\rho = (\Delta\rho/\rho)100 = (0,05/791,9)100 = 0,0006\%,$$

где Δ_ρ — половина деления таблицы определения плотности [10].

4.4. Среднее квадратическое отклонение погрешности определения расхода вычисляется по формуле (15)

$$\sigma_Q = \sqrt{0,34^2 + 0,0034^2 + 0,0003^2 + (0,5^2 + 0,5^2 + 0,5^2 + 0,2^2 + 0,45^2 + 0,25^2)0,25} = \\ = +0,616\%.$$

4.5. Погрешность измерений расхода питательной воды:

$$\delta = \pm 2\sigma_Q = \pm 1,232\%.$$

Границы доверительного интервала погрешности измерения расхода питательной воды:

$$|\Delta_l| = |\Delta_h| = \frac{2 \cdot 0,616 \cdot 2000}{100} = 26,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Погрешность измерений не превышает норму точности $\delta_{доп} < \pm 1,5\%$.

Список использованной литературы

1. Методические указания по разработке и аттестации методик выполнения измерений параметров технологического процесса: РД 34.11.303-88.-М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

2. Норма точности измерений технологических параметров тепловых процессов электростанций: РД 34.11.321-88.-М.: Ротапринт ВТИ, 1988.

3. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях: РД 34.35.101-88.-М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

4. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами: РД 50-213-80.-М.: Издательство стандартов, 1982.

5. Правила приемки в эксплуатацию из монтажа и наладки систем управления технологическими процессами тепловых электростанций: РД 34.35.412-88.-М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

6. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров: МИ 1317-86.-М.: Издательство стандартов, 1986.

7. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей.-М.: Энергоатомиздат, 1985.

8. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.-М.: Энергоатомиздат, 1989.

9. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок -М.: Энергоатомиздат, 1987.

10. Методический материал по применению РД 50-213-80 "Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами". Казань: ВНИИФТРИ, Казанский филиал, 1983.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и область применения 3
2. Сведения об измеряемом параметре 4
3. Метод измерений и структура измерительной системы 5
4. Условия применения средств измерений 7
5. Алгоритм подготовки и проведения измерений 7
6. Показатели точности измерений, способы и формы их представления 8
7. Обработка результатов измерений и оценка показателей точности 8
8. Требования к квалификации операторов 14
9. Требования техники безопасности 14

Приложение 1. Средства измерений 15

Приложение 2. Пример расчета среднего суточного расхода питательной воды за подогревателями высокого давления 16

Приложение 3. Пример расчета погрешности измерений расхода питательной воды за подогревателями высокого давления 19

Список использованной литературы 23

Подписано к печати 23 12 93 Формат 60×84 1/16
Печать офсетная Усл печ л 1,4 Уч -изд л 1,2 Тираж 640 экз.
Заказ № 16/94 Издат № 93126

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15
Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 29, строение 6
Сверстано на ПЭВМ

gost.e-ecolog.ru