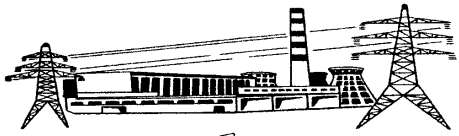
РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ОРГРЭС — ЭНЕРГЕТИКАМ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА МАЗУТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

РД 153-34.0-11.326-00



Москва СПО ОРГРЭС 2001

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА МАЗУТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

РД 153-34.0-11.326-00

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 2001

Разработано Открытым акционерным обществом "Предприятие по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей УралОРГРЭС"

Исполнители *Т. АМИНДЖАНОВ, П.Ф. ЗАРОДОВ, В.В. НИКОЛАЕВА*

Аттестовано Метрологической службой Открытого акционерного общества "Предприятие по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей УралОРГРЭС"

Утверждено Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" 29.03.2000

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

© СПО ОРГРЭС, 2001

Подписано к печати 18.04.2001 Формат 60 × 84 1/16
Печать ризография Усл.печ.л. 1,6 Уч.-изд. л. 1,5 Тираж 250 экз.
Заказ № Издат. № 00-87

Лицензия № 040998 от 27.08.99 г.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

УДК 662.753.325.004.4

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА МАЗУТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

РД 153-34.0-11.326-00

Вводится в действие с 01.03.2001 г.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящий руководящий документ устанавливает методику выполнения измерений (МВИ) расхода мазута, подаваемого к котлам и в линии рециркуляции, и распространяется на расходомерные устройства с угловым способом отбора перепада давления.

Методика устанавливает:

условия выполнения измерений;

требования к методам и средствам измерений (СИ);

характеристики погрешности измерений;

порядок подготовки и выполнения измерений;

алгоритм обработки результатов измерений.

Методика обеспечивает получение результатов измерений с приписанными значениями погрешности измерений в стационарном режиме работы энергооборудования при принятой доверительной вероятности P, равной 0,95, и устанавливает формы их представления.

1.2. Измерительная информация о расходе мазута используется при контроле и управлении технологическим режимом оборудования и расчетах технико-экономических показателей (ТЭП) работы оборудования.

Методика предназначена для применения:

персоналом тепловых электрических станций при организации и выполнении измерений расхода мазута на действующем энергооборудовании;

персоналом проектных организаций при проектировании схем контроля и управления вновь строящихся и реконструируемых энергопредприятий.

С выходом настоящей Методики утрачивает силу "Методика выполнения измерений расхода мазута, подаваемого к котлам и в линии рециркуляции, с применением специальных сужающих устроиств: РД 34.11.326-91" (М.: СПО ОРГРЭС, 1991).

2. СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ

2.1. Измерение расхода мазута выполняется на каждом магистральном мазутопроводе от мазутонасосной до котельной и мазутопроводе рециркуляции от котельной, а также напорном мазутопроводе котла до регулирующего клапана, на линии рециркуляции от котла, мазутопроводе подачи мазута к каждой форсунке котла и др.

2.2. Основные требования к параметрам мазута:

вязкость мазута для механических и паромеханических форсунок не более 2,5° ВУ ($1{,}6 \cdot 10^{-5}$ м^2/с), для паровых и ротационных форсунок не более 6° ВУ ($4{,}4 \cdot 10^{-5}$ м^2/с);

температура мазута в зависимости от типа топочных форсунок от 95 до 135°С.

3. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Измерение расхода мазута осуществляется измерительной системой, составные элементы которой расположены в разных внешних условиях.

3.2. При выполнении измерений должны быть соблюдены условия, указанные в руководствах по эксплуатации элементов измерительной системы.

3.3. Диапазон изменения температуры окружающей среды на местах установки элементов измерительной системы не должен превышать данных, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Элемент измерительной системы	Диапазон изменения температуры окружающей среды, °С
1. Первичный измерительный преобразователь	5-35
2. Линии связи электрические	5-60
3. Регистрирующий прибор, блок корнеизвлечения	15-35
4. Агрегатные СИ ИИС или ИВК	15-35

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Приписанные значения погрешности во всём диапазоне изменений внешних влияющих величин (см. разд. 3) при выполнении измерений расхода мазута в соответствии с настоящей Методикой следующие:

при применении I группы СИ (см. разд. 5) — см. табл. 2:

Таблица 2

Наименование специального сужающего устройства (ССУ)	Комплект СИ	Диапазон измерения расхода, %			
		30	50	70	90
		Относительная погрешность, %			
Сопло «Четверть круга», цилиндрическое сопло, диафрагма с коническим входом	ДМ, КСД2	7,4	5,2	4,4	4,0
	ДМЭР, КСУ2	6,2	4,7	4,1	3,9
Сегментная диафрагма, двойная диафрагма, износоустойчивая диафрагма	ДМ, КСД2	7,2	4,9	4,1	3,7
	ДМЭР, КСУ2	6,0	4,3	3,7	3,5

при применении II группы СИ (см. разд. 5) — см. табл. 3:

Таблица 3

Наименование ССУ	Комплект СИ	Диапазон измерения расхода, %			
		30	50	70	90
		Относительная погрешность, %			
Сопло «Четверть круга», цилиндрическое сопло, диафрагма с коническим входом	Сапфир, БИК, КСУ 4 или Метран, КСУ 2	4,3	3,7	3,5	3,4
Сегментная диафрагма, двойная диафрагма, износоустойчивая диафрагма		3,9	3,3	3,1	3,0

при применении информационно-измерительных систем (ИИС) или информационно-вычислительных комплексов (ИВК) (в комплекте с "Сапфир" или "Метран") — см. табл. 4:

Таблица 4

Наименование ССУ	Диапазон измерения расхода, %			
	30	50	70	90
	Относительная погрешность, %			
Сопло «Четверть круга», цилиндрическое сопло, диафрагма с коническим входом	3,1	2,6	2,4	2,3
Сегментная диафрагма, двойная диафрагма, износоустойчивая диафрагма	2,6	1,9	1,7	1,6

4.2. Результаты измерений расхода мазута представляются в следующей форме:

36,9 т/ч; Δ от $-1{,}6$ до $+1{,}6$ т/ч; $P = 0{,}95$. Условия измерений: температура мазута 125°С, плотность мазута 867,1 кг/м^3.

4.3. Для нестационарного режима работы котлов погрешность измерений расхода мазута не нормируется.

5. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Метод измерений расхода мазута основан на зависимости перепада давления, образующегося в ССУ, в результате частичного перехода потенциальной энергии потока в кинетическую, от расхода.

Перепад давления, образующийся в ССУ, по соединительным (импульсным) линиям передается на измерительный преобразователь, где измеряется и преобразуется в унифицированный электрический сигнал.

Результаты измерений выводятся на средства представления информации либо непосредственно (рис. 1 и 2), либо через ИИС или ИВК (рис. 3) в единицах расхода.

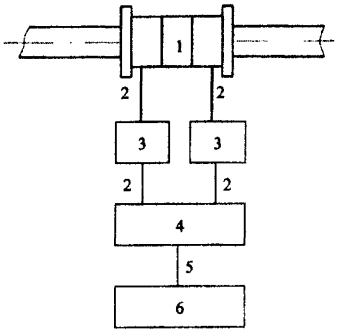


Рис. 1. Структурная схема измерительной системы с применением I группы СИ:

1 – специальное сужающее устройство; 2 – соединительные (импульсные) линии; 3 – разделительные сосуды; 4 – измерительный преобразователь; 5 – линии связи для передачи электрического сигнала; 6 – регистрирующее средство измерений

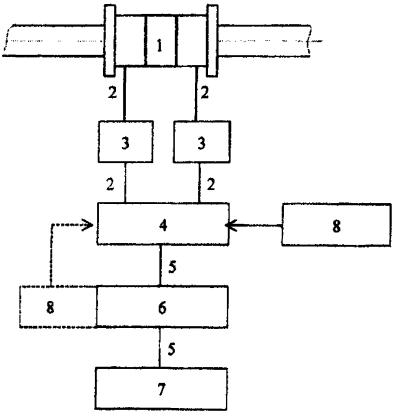


Рис. 2. Структурная схема измерительной системы с применением II группы СИ:

1 – специальное сужающее устройство; 2 – соединительные (импульсные) линии; 3 – разделительные сосуды; 4 – измерительный преобразователь; 5 – линии связи передачи электрического сигнала; 6 – блок корнеизвлечения; 7 – регистрирующее СИ; 8 – блок питания измерительных преобразователей

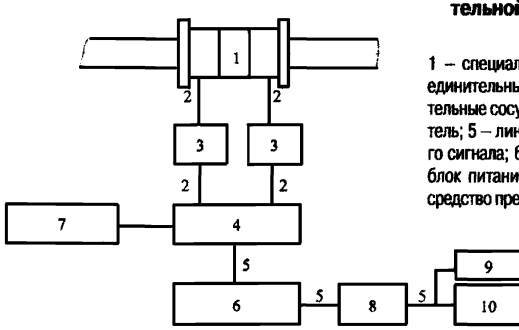


Рис. 3. Структурная схема измерительной системы с применением ИИС или ИВК:

1 – специальное сужающее устройство; 2 – соединительные (импульсные) линии; 3 –разделительные сосуды; 4 – измерительный преобразователь; 5 – линии связи для передачи электрического сигнала; 6 – устройство связи с объектом; 7 – блок питания; 8 – центральный процессор; 9 – средство представления информации; 10 – устройство регистрации

5.2. При измерении расхода мазута с помощью ИИС или ИВК выходная информация от измерительного преобразователя в виде унифицированного токового сигнала подвергается преобразованиям агрегатными СИ и в виде кодового сигнала поступает в вычислительный комплекс для автоматической обработки результатов измерений, расчета ТЭП и управления технологическим процессом.

5.3. Типы, технические и метрологические характеристики СИ, входящих в измерительную систему с использованием I и II групп СИ (см. рис. 1 и 2) и вспомогательных СИ, приведены в табл. 5. В системе измерений с использованием ИИС (ИВК) (см. рис. 3) в каждом конкретном случае компоновка структурной схемы индивидуальна.

5.4. Измерение параметров мазута осуществляется СИ, внесенными в Государственный реестр СИ. Применение нестандартизованных СИ допускается в порядке, установленном РД 34.11.402-98 [15].

5.5. В качестве первичного преобразователя расхода мазута применяются ССУ, указанные в РД 50-411-83 [9].

5.6. Геометрические параметры ССУ, кольцевых камер, разделительных сосудов и их установка должны обеспечиваться изготовителем и эксплуатирующей организацией в соответствии с требованиями РД 50-411-83 [9], а также ГОСТ 8.563.1-97 [2], ГОСТ 8.563.2-97 [3] и ТУ 25-7439.0018-90 [17].

Таблица 5

Наименование	Тип, модель, НД	Технические и метрологические характеристики	Назначение
		I группа СИ	
Специальные сужающие устройства	РД 50-411-83	РД 50-411-83	Формирование измерительного сигнала перепада давления
Преобразователь измерительный	ДМ 2357; ДМ 3583м	Предел допустимой основной погрешности ±1,5%	Преобразование разности давления в унифицированный электрический сигнал
	ДМЭР-М	Предел допустимой основной погрешности ±1,0%	Преобразование разности давления в унифицированный токовый выходной сигнал
	МЭД 2364; МПЭ	Предел допустимой основной погрешности ±1%	Преобразование избыточного давления в унифицированный электрический сигнал
Термопреобразователь сопротивления	ТСМ-0193; ТУ 311-00226253-035-93	Предел допустимого отклонения от НСХ для класса В $\pm(0{,}25+0{,}0035t)$°С	Измерение температуры
Устройство измерения и регистрации	ДС1; КСД2; приборы с дифференциально-трансформаторной схемой	Предел допустимой основной погрешности по регистрации ±1%	Представление информации измеряемого параметра (расхода, давления)
	Миллиамперметр КСУ2; РП160		Представление информации измеряемого параметра (расхода, давления, температуры)
	МС1; КСМ2		Представление информации измеряемого параметра (температуры)

Окончание таблицы 5

Наименование	Тип, модель, НД	Технические и метрологические характеристики	Назначение
		II группа СИ	
Специальные сужающие устройства	РД 50-411-83	РД 50-411-83	Формирование измерительного сигнала перепада давления
Преобразователь измерительный	САПФИР 22М-ДД-ЕХ, ТУ 25-02.720441-85; МЕТРАН 43ЕХДД; САПФИР 22М-ДИ-ЕХ; МЕТРАН 43-ДИ-ЕХ, ТУ 4212-001-12580824-93	Предел допустимой основной погрешности ±0,5% (0,25%)	Преобразование разности давления в унифицированный токовый выходной сигнал
Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом	ТСМУ-055, Госреестр №15200-96	НСХ-100М, $t_р$ = (0÷150)°С; $\delta_{оп}$ = ±0,25%, ±0,5%; $U_{пит}$ = 18÷36 В	Измерение температуры и преобразование в токовый унифицированный сигнал
Блок питания	БП-96	24 В (36 В) стабилизированные; 4 канала; $I_{макс}$ = 80 (45) мА на каждый канал	Питание датчиков с унифицированным выходным сигналом типа «МЕТРАН», «САПФИР-22», ТСМУ и др.
Блок питания и корнеизвлечения	БПК-40-ЕХ, ТУ 4218-003-12580824-94	Предел допустимой основной погрешности по корнеизвлекающему каналу ±0,25%	Питание датчиков и линеаризация унифицированного выходного сигнала
Блок извлечения корня	БИК-1	Предел допустимой основной погрешности ±0,5%	Линеаризация унифицированного токового сигнала

Устройство измерения и регистрации	Миллиамперметр КСУ4, А650	Предел допустимой основной погрешности ±0,5% по регистрации	Представление информации измеряемого параметра (расхода, температуры, давления)
	Миллиамперметр КСУ2, РП160	Предел допустимой основной погрешности ±1,0% по регистрации	
	ДИСК 250 ДД	Предел допустимой основной погрешности ±1,0% по регистрации	Представление информации измеряемого параметра, регистрация
Вспомогательные средства измерений			
Сосуды разделительные	СР-6, 3-2-а, ТУ 25-7439.0018-90	ТУ 25-7439.0018-90	Защита дифманометров от воздействия агрессивных сред
Камеры кольцевые	ГОСТ 8.563.1-97	–	Установка ССУ
Ареометры для нефти	АМ	Предел допустимой основной погрешности ±0,5 кг/м^3	Определение плотности
Вискозиметр	ВПЖ	–	Определение кинематической вязкости
Корневые планиметры	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Приведенная погрешность ±0,2%(33÷100%)	Обработка дисковых диаграмм с неравномерными шкалами
Пропорциональные планиметры	ППр-1, ППр-2	Приведенная погрешность ±0,2%	Обработка дисковых диаграмм с равномерными шкалами
Полярные планиметры	ПП-М	Основная погрешность ±0,5% измеряемой площади	Обработка ленточных диаграмм с равномерными шкалами

Примечание. Допускается применение других СИ с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

6. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Перед началом выполнения измерений проверяются:

правильность выполнения монтажа элементов измерительной системы;

соответствие выбора и установки разделительных сосудов требованиям, приведенным в приложении 1;

отсутствие следов коррозии, механических повреждений на элементах измерительной системы;

качество тепловой изоляции в местах установки ССУ и разделительных сосудов;

наличие разделительной жидкости в сосудах;

герметичность тракта передачи импульсов перепада давления (отсутствие течей в вентилях, арматуре ССУ, разделительных сосудах, соединительных линиях, измерительном преобразователе);

надежность заземления СИ;

наличие акта освидетельствования скрытых работ по монтажу и акта ревизии (установки) ССУ;

наличие действующих калибровочных клейм или сертификатов о калибровке (или поверке) ССУ, первичных измерительных преобразователей, регистрирующих средств измерений.

Проверка должна проводиться в соответствии с проектной документацией, руководством по эксплуатации элементов измерительной системы, а также требованиями ГОСТ 8.563.1-97 [2], ГОСТ 8.563.2-97 [3], СНиП 3.05.07-85 [7], РД 34.20.501-95 [16] и РД 50-411-83 [9].

При обнаружении какого-либо несоответствия вышеизложенным требованиям не следует проводить измерения до его устранения.

Примечание. Работы по п. 6.1 настоящей Методики должны выполняться при вводе в эксплуатацию и после ремонта измерительной системы или ее отдельных элементов.

6.2. После осмотра и устранения дефектов подается напряжение питания на элементы измерительной системы.

6.3. Проверяется правильность функционирования и проводятся необходимые операции по выполнению измерений в соответствии с руководствами по эксплуатации всех элементов измерительной системы.

6.4. Для контроля за технологическим процессом производится одновременное включение в режим измерений и регистрации СИ расхода, температуры и давления мазута.

6.5. Измерения температуры и давления мазута должны выполняться в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации СИ.

6.6. Плотность и вязкость мазута определяются в соответствии с требованиями ГОСТ 3900-85 [5], ГОСТ 33-82 [6] и РД 34.09.114-92 [13].

7. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Обработка результатов измерений расхода мазута *j*-й измерительной системы заключается в определении количества мазута за определенный отрезок времени с внесением поправочных коэффициентов при отклонении параметров мазута (температуры, давления, плотности и вязкости) от расчетных значений.

Так как влияние изменений давления и вязкости по сравнению с влиянием изменений температуры и плотности мазута на результат измерений незначительное, то их значениями можно пренебречь.

7.2. Расчет количества мазута за определенный промежуток времени производится по методике, изложенной в п. 7.4 настоящего документа, без учета коэффициента коррекции расхода на число Рейнольдса K_{Re}, так как в соответствии с РД 50-411-83 [9] допускаются к применению ССУ только в тех интервалах чисел Рейнольдса K_{Re}, где коэффициент расхода α можно считать постоянным.

7.3. Массовый расход жидкостей $Q_м$ (кг/с) и объемный расход $Q_о$ ($м^3$/с) в общем виде вычисляются по формулам:

$$Q_м = \alpha\varepsilon\sqrt{2}\,\frac{\pi d^2}{4}\sqrt{\Delta p\rho} = 1{,}1107\alpha d^2\sqrt{\Delta p\rho}\,; \qquad (1)$$

$$Q_о = \alpha\varepsilon\sqrt{2}\,\frac{\pi d^2}{4}\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} = 1{,}1107\alpha d^2\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}\,, \qquad (2)$$

где α — коэффициент расхода;

ε — поправочный множитель на расширение измеряемой среды, для мазута $\varepsilon = 1$;

d — диаметр отверстия ССУ в рабочих условиях, м;

Δp — перепад давления в ССУ, Па;

ρ — плотность мазута в рабочих условиях, кг/м^3.

7.4. Расчет количества мазута за определенный период производится следующим образом:

7.4.1. При использовании информационно-вычислительного комплекса средний расход мазута для j-й измерительной системы $\overline{Q}_j$ (т/ч) определяется по формуле

$$\overline{Q}_j = \frac{1}{n'}\sum_{i=1}^{n'} Q_i\,, \qquad (3)$$

где n' — число циклов опроса за интервал усреднения в соответствии с программой;

Q_i — расход мазута в i-м цикле опроса, т/ч.

Внесение поправочных коэффициентов при отклонении параметров мазута от расчетных значений производится автоматически по программе.

Количество мазута Q_τ(т), за определенный промежуток времени определяется по формуле

$$Q_\tau = \tau\ \overline{Q}_j\,, \qquad (4)$$

где τ — определенный отрезок времени (8 ч, 24 ч и т.д.);

$\overline{Q}_j$ — средний расход мазута за время τ (т/ч).

7.4.2. Количество мазута, измеренное расходомерным устройством (регистрирующим прибором с ленточной диаграммой и равномерной шкалой) за определенный промежуток времени, выраженное в единицах массы ($Q_{м\tau}$ т) или объема

($Q_{от}$ м^3), определяется по следующим формулам:

$$Q_{мт} = 3{,}6\ \tau\ C_{Qy}\ \frac{N_{пл}}{BL} K_o^2 K'_\rho\ ; \qquad (5)$$

$$Q_{от} = 3{,}6 \cdot 10^3\ \tau\ C_{Qy}\ \frac{N_{пл}}{BL} K_o^2 K_\rho\ , \qquad (6)$$

где C_{Qy} — постоянная расходомерного устройства;

$N_{пл}$ — планиметрическое число, полученное по показаниям полярного планиметра, определяемое в соответствии с инструкцией по эксплуатации планиметра, см^2;

B — ширина ленточной диаграммы, см;

L — длина ленточной диаграммы, см;

K_o — коэффициент коррекции расхода на тепловое расширение материала ССУ;

K'_ρ — коэффициент коррекции расхода на плотность мазута при определении массового расхода: $K'_\rho = \sqrt{\rho}$;

K_ρ — коэффициент коррекции расхода на плотность мазута при определении объемного расхода: $K_\rho = \frac{1}{\sqrt{\rho}}$.

Постоянная расходомерного устройства C_{Qy} определяется по формуле

$$C_{Qy} = 1{,}1107 \alpha d_{20}^2 \sqrt{\Delta p_н^\circ}\ , \qquad (7)$$

где α, d_{20}, $\Delta p_н^\circ$ — см. п. 7.3 настоящей Методики.

7.4.3. Количество мазута ($Q_{мт}$, $Q_{от}$), измеренное расходомерным устройством (регистрирующим прибором с дисковой диаграммой и равномерной шкалой), определяется по следующим формулам:

$$Q_{мт} = 3{,}6 \cdot 10^{-2} \tau\ C_{Q_y} N_п K_o^2 K'_\rho\ ; \qquad (8)$$

$$Q_{от} = 36 \cdot \tau C_{Q_y} N_п K_o^2 K_\rho\ , \qquad (9)$$

где $N_п$ — планиметрическое число по отсчету пропорционального планиметра, %.

7.4.4. Количество мазута ($Q_{мт}$, $Q_{от}$), измеренное расходомерным устройством (регистрирующим прибором с дисковой диаграммой и неравномерной шкалой), определяется по следующим формулам:

$$Q_{мт} = 0{,}48\tau C_{Qy} N_к K_o^2 K_р' ; \qquad (10)$$

$$Q_{от} = 4{,}8 \cdot 10^2 \tau C_{Qy} N_к K_o^2 K_р , \qquad (11)$$

где $N_к$ — планиметрическое число по отсчету корневого планиметра.

7.4.5. Справочные данные для расчета коэффициента коррекции расхода на тепловое расширение материала сужающего устройства K_o приведены в приложении В к ГОСТ 8.563.1-97 [2].

7.4.6. Пример расчета суточного значения количества мазута приведен в приложении 2 настоящей Методики.

8. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

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

выполнении измерений — электрослесарь третьего или четвертого разряда;

обработке результатов измерений — техник или инженер-метролог, а также специалисты ПТО.

9. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. При выполнении измерений расхода мазута должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.091-94 [4], РД 34.03.201-97 [10], РД 34.20.501-95 [16], [11] и РД 34.03.351-93 [12].

9.2. К выполнению измерений по настоящей Методике допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей в электроустановках до 1000 В.

Приложение 1

Справочное

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ И УСТАНОВКЕ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ СОСУДОВ

Одной из основных задач при измерении расхода мазута является предотвращение попадания его в соединительные импульсные трубки и дифманометр во избежание их закупорки и засорения. Наиболее эффективным решением этой задачи может быть установка на импульсных трубках сосудов с разделительными жидкостями.

Разделительные сосуды должны располагаться на одинаковом между собой уровне и максимально близко к ССУ.

В целях повышения надежности работы сосудов и исключения дополнительной погрешности за счет изменения плотности от изменения температуры сосуды должны обогреваться протекающим по трубопроводу нагретым мазутом. Для этого сосуды должны прикрепляться вплотную к трубопроводу и покрываться вместе с ним общей теплоизоляцией. Разделительная жидкость должна подбираться таким образом, чтобы она химически не взаимодействовала с измеряемой средой (мазутом), не смешивалась с ней, а также не давала отложений и не воздействовала на материал соединительных линий, разделительных сосудов и внутренней полости дифманометра.

Уровни разделительной жидкости в сосудах должны быть одинаковыми при нулевом перепаде давления.

Плотность разделительной жидкости должна быть больше плотности мазута.

В качестве разделительных жидкостей рекомендуется применять:

водоглицериновую смесь (1:1 по объему), плотность при 20°С равна 1130 кг/м^3;

водоэтиленгликолевую смесь (1:1 по объему), плотность при 20°С равна 1070 кг/м^3.

Вследствие разности плотностей мазута $\rho_м$ и разделительной жидкости $\rho_р$ возникает погрешность измерения во всех

случаях, когда поверхности раздела между мазутом и разделительной жидкостью в обоих сосудах не находятся на одном уровне.

Для исключения или учета этой погрешности необходимо:

1. При расчете ССУ учесть перемещение уровней раздела в разделительных сосудах. При этом расчетный перепад давления Δр (Па) определяется по формуле

$$\Delta p = \Delta p_{макс} + 8V_и(\rho_р - \rho_м)q / \pi d_с^2, \qquad (П1.1)$$

где $\Delta p_{макс}$ — максимальный перепад давления дифманометра, Па;

$V_и$ — измерительный объем дифманометра, м^3;

$\rho_р$ — плотность разделительной жидкости, кг/м^3;

$\rho_м$ — плотность мазута, кг/м^3;

q — ускорение свободного падения, м/с^2;

$d_с$ — внутренний диаметр разделительного сосуда, м.

Измерительный объем дифманометра $V_и$ определяется по формуле

$$V_и = \frac{\pi D_м^2 h}{4}, \qquad (П1.2)$$

где $D_м$ — диаметр мембраны или средний диаметр сильфона дифманометра, м;

h — полный ход мембраны или сильфона, м.

2. Если расчет ССУ выполнен без учета перемещения уровней раздела в разделительных сосудах, то необходимо определить дополнительную погрешность измерения расхода мазута $\delta Q_{рс}$ (%), вносимую разделительными сосудами по формуле

$$\delta Q_{рс} = \frac{400V_и q(\rho_р - \rho_м)}{\pi d_с^2 \Delta p_{макс}}. \qquad (П1.3)$$

3. В условиях эксплуатации при выборе разделительных сосудов следует определить внутренний диаметр сосуда при заданном значении погрешности по формуле

$$d_c = \sqrt{\frac{400 V_и q(\rho_р - \rho_м)}{\pi \delta Q_{рс} \Delta p_{макс}}}. \qquad (П1.4)$$

Уравнения (П1.1), (П1.3) и (П1.4) справедливы для случая $\rho_р > \rho_м$.

В случаях применения датчиков расхода типа "Сапфир" ("Метран") из-за незначительных объема камеры датчика и хода мембраны можно пренебречь дополнительной погрешностью, вносимой разделительными сосудами.

Пример определения перепада давления Δр с учетом перемещения уровней раздела в разделительных сосудах и среднеквадратической относительной погрешности, вносимой разделительными сосудами.

Исходные данные:

дифманометр ДМ-3583М;

диаметр мембраны $D_м = 100$ мм $= 0{,}1$ м;

полный ход мембраны $h = 5{,}0$ мм $= 0{,}005$ м;

номинальный перепад давления $\Delta p_{макс} = 0{,}4$ кгс/см^2 $=$ $= 39227$ Па;

разделительная жидкость водоглицериновая смесь (1:1 по объему), плотность $\rho_р = 1130$ кг/м^3;

плотность мазута $\rho_м = 945$ кг/м^3;

ускорение свободного падения $q = 9{,}81$ м/с^2;

разделительный сосуд СР-25-2-Б ТУ 25-7439.0018-90 [17];

внутренний диаметр сосуда $d_c = 90$ мм $= 0{,}09$ м.

Порядок расчета:

1. Определяется измерительный объем $V_и$ дифманометра по формуле (2) настоящего приложения:

$$V_и = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1^2 \cdot 0{,}005}{4} = 3{,}9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

2. Определяется перепад давления с учетом перемещения уровней раздела в сосудах по формуле (П1.1) настоящего приложения:

$$\Delta p = 39227 + \frac{8 \cdot 3{,}9 \cdot 10^{-5} \cdot (1130 - 945) \cdot 9{,}81}{3{,}14 \cdot 0{,}09^2} =$$

$$= 39227 + \frac{0{,}56623}{0{,}0254} = 39249 \text{ Па}.$$

Дополнительная погрешность измерения расхода мазута $\delta Q_{рс}$ (%), вносимая разделительными сосудами, определяется по формуле (П1.3) настоящего приложения:

$$\delta Q_{рс} = \frac{400 \cdot 3{,}9 \cdot 10^{-5} \cdot 9{,}81 \cdot (1130 - 945)}{3{,}14 \cdot 0{,}09^2 \cdot 39227} = 0{,}028\ \%;$$

среднеквадратическая относительная погрешность составляет

$$\sigma_{рс} = \frac{\delta Q_{рс}}{2} = \frac{0{,}028}{2} = 0{,}014\%.$$

Приложение 2

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА СУТОЧНОГО ЗНАЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА МАЗУТА, ИЗМЕРЯЕМОГО ССУ (ИЗНОСОУСТОЙЧИВОЙ ДИАФРАГМОЙ), ПРИ УГЛОВОМ СПОСОБЕ ОТБОРА ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ

1. Исходные данные:

температура измеряемой среды $t = 125°C$ ($T = 398{,}15$ К);

плотность мазута $\rho_{20} = 933$ кг/м^3; $\rho_{125} = 867{,}1$ кг/м^3;

предел измерения регистрирующего прибора $Q = 63$ т/ч;

предельный номинальный перепад давления $\Delta P^{\circ}_{н} = 1{,}6$ кгс/см^2 (156906,4 Па);

диаметр ССУ $d_{20} = 0{,}046032$ м;

коэффициент расхода $\alpha = 0{,}63504$;

материал ССУ сталь 12Х18Н9Т;

планиметрическое число, полученное по отсчету полярного планиметра, $N_{пл} = 450$ см^2;

ширина ленточной диаграммы $B = 16{,}0$ см;

длина ленточной диаграммы $L = 48{,}0$ см.

2. Суточное значение количества мазута при применении регистрирующего прибора с равномерными ленточными диаграммами $Q_{мт}$ (т), определяется по формуле

$$Q_{мт} = 3{,}6\,\tau\,C_{Qy}\,\frac{N_{пл}}{BL}K_{o}^{2}K'_{\rho}, \qquad (П2.1)$$

где τ — время, в течение которого определяется количество мазута, $\tau = 24$ ч;

C_{Qy} — постоянная расходомерного устройства, рассчитанная по формуле (7) настоящей Методики:

$$C_{Qy} = 1 \cdot 1107 \cdot 0{,}63504 \cdot 0{,}046032^2 \cdot \sqrt{156906{,}4} = 0{,}59204;$$

$$\frac{N_{пл}}{BL} = \frac{450}{16{,}0 \cdot 48{,}0} = 0{,}58594;$$

K_{o} — коэффициент коррекции на тепловое расширение материала ССУ, определяемый по формуле

$$K_o = 1 + \gamma\,(t - 20), \qquad (П2.2)$$

здесь $\gamma = 10^{-6}\left[a_e + 10^{-3} t b_e - 10^{-6} t^2 c_e\right]$ – формула (В.5) приложения В к ГОСТ 8.563.1-97) [2].

Для стали 12Х18Н9Т $a_e = 15{,}6$; $b_e = 8{,}3$; $c_e = 6{,}5$;

$\gamma = 10^{-6}\left[15{,}6 + 10^{-3} \cdot 125 \cdot 8{,}3 - 10^{-6} \cdot 125^2 \cdot 6{,}5\right] = 16{,}54 \cdot 10^{-6}$;

тогда $K_o = 1 + 16{,}54 \cdot 10^{-6}\,(125 - 20) = 1 + 0{,}001736 = 1{,}001736$;

K'_p – коэффициент коррекции расхода на плотность мазута:

$$K'_p = \sqrt{867{,}1} = 29{,}4466.$$

3. Суточное значение количества мазута рассчитывается по формуле (8) настоящей Методики:

$$Q_{мс} = 3{,}6 \cdot 24 \cdot 0{,}59204 \cdot 0{,}58594 \cdot 1{,}001736^2 \cdot 29{,}4466 = 885{,}65.$$

В результате количество мазута за сутки $Q_{мс} = 885{,}65$ т.

Средний расход мазута в течение суток $\overline{Q}_c = 36{,}9$ т/ч.

Список использованной литературы

1. **ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ.** Методики выполнения измерений.
2. **ГОСТ 8.563.1-97. ГСИ.** Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения.
3. **ГОСТ 8.563.2-97. ГСИ.** Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств.
4. **ГОСТ 12.2.091-94.** Требования безопасности для показывающих и регистрирующих электроизмерительных приборов и вспомогательных частей к ним.
5. **ГОСТ 3900-85.** Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
6. **ГОСТ 33-82.** Нефтепродукты. Метод определения кинематической и расчет динамической вязкости.
7. **СНиП 3.05.07-85.** Системы автоматизаций.
8. **МИ 1317-86.** Результаты измерений и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле параметров.
9. **РД 50-411-83.** Методические указания. Расход жидкостей и газов. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств.
10. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования элект-

ростанций и тепловых сетей: **РД 34.03.201-97**. – М.: НЦ ЭНАС, 1997.

11. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

12. Правила взрывобезопасности при использовании мазута в котельных установках: **РД 34.03.351-93**. – М.: СПО ОРГРЭС, 1994.

13. Методические указания по контролю качества твердого, жидкого и газообразного топлива для расчета удельных расходов топлива на тепловых электростанциях: **РД 34.09.114-92**. – М.: Ротапринт ВТИ, 1992.

14. Методические указания. Разработка и аттестация методик выполнения измерений, используемых на энергопредприятиях для контроля технологических параметров, не подлежащих государственному метрологическому надзору. Организация и порядок проведения: **РД 34.11.303-97**. – М.: СПО ОРГРЭС, 1999.

15. Методические указания. Метрологическая аттестация нестандартизованных средств измерений. Организация и порядок проведения: **РД 34.11.402-98**. – М.: СПО ОРГРЭС, 2000.

16. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: **РД 34.20.501-95**. – М.: СПО ОРГРЭС, 1996.

17. ТУ 25-7439.0018-90. Сосуды. Технические условия.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Назначение и область применения 3
2. Сведения об измеряемом параметре 4
3. Условия выполнения измерений 4
4. Характеристики погрешности измерений 5
5. Метод измерений и структура измерительной системы 7
6. Порядок подготовки и выполнения измерений 12
7. Алгоритм обработки результатов измерений 13
8. Требования к квалификации персонала 16
9. Требования техники безопасности 16
Приложение 1. Требования к выбору и установке разделительных сосудов 17
Приложение 2. Пример расчета суточного значения количества мазута, измеряемого ССУ (износоустойчивой диафрагмой), при угловом способе отбора перепада давления 21
Список использованной литературы 23

gost.e-ecolog.ru