РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И РАЗВИТИЯ

# МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ ПАРА, ОТПУСКАЕМОГО В ПАРОВЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОТ ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

**РД 153-34.0-11.344-00**

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 2001

gost.e-ecolog.ru

**Разработано** Открытым акционерным обществом "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС"

**Исполнители** *А.Г. АЖИКИН, Е.А. ЗВЕРЕВ, В.И. ОСИПОВА, Л.В. СОЛОВЬЕВА*

Аттестовано Центром стандартизации, метрологии, сертификации и лицензирования Открытого акционерного общества «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС»

Свидетельство об аттестации МВИ от 24.10.2000 г.

**Утверждено** Департаментом научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС России» 01.12.2000

Первый заместитель начальника *Л.П. ЛИВИНСКИЙ*

**Зарегистрировано** в Федеральном реестре аттестованных МВИ, подлежащих государственному контролю и надзору. Регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.30.2001.00301

**Срок первой проверки настоящего РД – 2006 г., периодичность проверки – один раз в 5 лет.**

**Ключевые слова:** метод измерений, измерительная система, преобразователь давления, погрешность измерения, результат измерений

© СПО ОРГРЭС, 2001

УДК 621.311

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ ПАРА, ОТПУСКАЕМОГО В ПАРОВЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОТ ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

РД 153-34.0-11.344-00

*Введено впервые*

*Дата введения* $\frac{2001 - 12 - 01}{\text{год} - \text{месяц} - \text{число}}$

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая Методика выполнения измерений (МВИ) предназначена для использования при организации и осуществлении измерений избыточного (абсолютного) давления пара, отпускаемого в паровые системы теплоснабжения от источника тепла, (далее — давление пара) с приписанной погрешностью.

Измерительная информация по давлению пара используется при ведении технологического режима и анализа работы паровой системы теплоснабжения, учете отпущенной тепловой энергии и теплоносителя.

Термины и определения приведены в приложении А.

## 2 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ

Измеряемым параметром является избыточное давление пара, отпускаемого в паровые системы теплоснабжения от источника тепла по каждой магистрали теплоснабжения. Избыточное давление пара изменяется в пределах от 0,4 до 1,4 МПа (от 4,0 до 14 кгс/см$^2$).

При расчете количества тепловой энергии используется значение абсолютного давления пара.

**Издание официальное**

**Настоящий РД не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения организации-разработчика**

Абсолютное давление пара определяется по формуле

$$p = p_{и} + p_{б}, \quad (1)$$

где $p_{и}$ – избыточное давление, МПа (кгс/см$^2$);

$p_{б}$ – барометрическое давление, МПа (кгс/см$^2$).

Абсолютное давление пара изменяется в пределах от 0,5 до 1,5 МПа (от 5 до 15 кгс/см$^2$).

Место и форма представления и использования информации определяется согласно РД 34.35.101-88 [5].

Настоящая Методика распространяется на паровые системы теплоснабжения, имеющие характеристики в соответствии с приложением А.

## 3 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Измерение избыточного давления пара осуществляется рассредоточенной измерительной системой, составные элементы которой находятся в различных внешних условиях.

Влияющей величиной является температура окружающей среды. Диапазон изменения температуры окружающей среды указан в таблице 1.

**Таблица 1**

| Элементы измерительной системы | Диапазон изменения температуры окружающей среды, °С |
|---|---|
| Измерительный преобразователь (ИП) давления | 5–40 |
| Линия связи | 5–60 |
| Вторичный измерительный прибор, тепловычислитель | 15–30 |
| Агрегатные средства (АС) ИИС | 15–25 |

## 4 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Характеристиками погрешности измерений являются пределы относительной погрешности измерений текущего и среднесуточного значений избыточного и абсолютного давления пара при применении различных измерительных систем.

Настоящая Методика обеспечивает измерение избыточного (абсолютного) давления пара с приведенными в таблице 2 значениями пределов относительной погрешности результатов измерений во всем диапазоне изменений влияющей величины (см. раздел 3) для различных систем теплоснабжения (приложение Б).

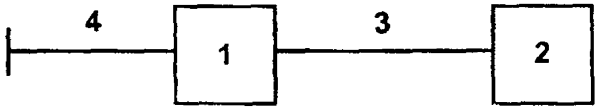
**Таблица 2**

| Измерительные системы давления пара с применением средств измерений (СИ) | Предел относительной погрешности измерения давления пара, % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | избыточного | | | абсолютного | | |
| | I | II | III | I | II | III |
| 1. Регистрирующих: | | | | | | |
| а) с дифференциально-трансформаторной схемой: | | | | | | |
| по показаниям | 1,9 | 1,5 | 1,7 | – | – | – |
| по регистрации | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 2,1 | 1,9 | 1,9 |
| б) с токовым сигналом связи: | | | | | – | – |
| по показаниям | 1,4 | 1,3 | 1,3 | – | – | – |
| по регистрации | 2,0 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,0 | 2,0 |
| 2. ИИС: | | | | | | |
| по показаниям | 1,3 | 1,2 | 1,2 | – | – | – |
| по регистрации | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| 3. Тепловычислителя: | | | | | | |
| по показаниям | 1,2 | 1,2 | 1,2 | – | – | – |
| по регистрации | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,4 |

## 5 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

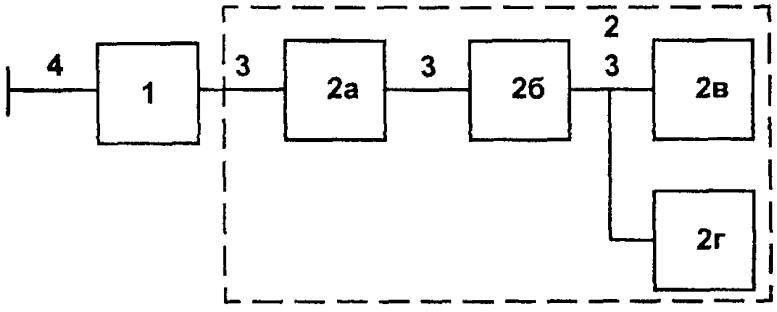
5.1 При выполнении измерений давления пара применяется метод непосредственного измерения избыточного давления.

5.2 Структурные схемы измерительных систем избыточного давления пара с применением различных СИ приведены на рисунках 1 – 3.



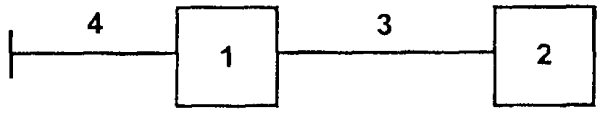

1 – первичный измерительный преобразователь; 2 – **вторичный** измерительный регистрирующий прибор; 3 – линия **связи**; 4 – трубные проводки (импульсные линии)

**Рисунок 1 – Структурная схема измерительной системы с применением регистрирующих приборов**




1 – первичный измерительный преобразователь; 2 – агрегатные средства ИИС; 2а – устройство связи с объектом; 2б – центральный процессор; 2в – средство представления информации; 2г – регистрирующее устройство; 3 – трубные проводки; 4 – линии связи

**Рисунок 2 – Структурная схема измерительной системы с применением ИИС**




1 – первичный измерительный преобразователь; 2 – тепловычислитель; 3 – линия связи; 4 – трубные проводки (импульсные линии)

**Рисунок 3 – Структурная схема измерительной системы с применением тепловычислителя**

5.3 Средства измерений, применяемые в измерительных системах избыточного давления пара, приведены в приложении В.

## 6 ПОДГОТОВКА И ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Подготовка к выполнению измерений заключается в осуществлении комплекса мероприятий по вводу измерительной системы в эксплуатацию, основными из которых являются:

– проведение поверки СИ;

– проверка правильности монтажа в соответствии с проектной документацией;

– проведение наладочных работ;

– введение системы измерений в эксплуатацию.

6.2 Диапазон измерения ИП избыточного давления выбирается из условия, что значение рабочего давления пара должно находиться в последней трети шкалы.

6.3 Если ИП давления пара устанавливаются не на одном уровне с местом отбора давления, то в результат измерения вносится поправка, рассчитываемая по формуле

$$p_{ст} = \pm h\, g\, \rho\,, \qquad (2)$$

где $p_{ст}$ – давление столба жидкости, Па;

$h$ – высота столба жидкости, м;

$\rho$ – плотность жидкости в импульсной линии, кг/м$^3$;

$g$ – местное ускорение свободного падения, м/с$^2$.

Плюс и минус в формуле (2) означают соответственно условия установки ИП давления выше и ниже места отбора давления.

## 7 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Определение значений избыточного и абсолютного давлений пара при применении регистрирующих приборов производится в такой последовательности:

7.1.1 Текущее значение избыточного давления пара определяется по показаниям регистрирующего прибора.

7.1.2. При применении регистрирующих приборов эта процедура заключается в обработке суточных диаграмм регистрирующих приборов избыточного давления с помощью планиметров.

При обработке диаграмм регистрирующих приборов полярными планиметрами среднесуточное значение избыточного давления пара $p_j$ (МПа) определяется по формуле:

$$p_j = \frac{F\, m_p\, m_\tau}{\tau}, \qquad (3)$$

где $F$ — площадь планиметрируемой части диаграммы, см$^2$;

$m_p$ — масштаб давления, МПа/см [(кгс/см$^2$)/см];

$$m_p = \frac{p_N}{C} \cdot 10 \qquad (4)$$

(здесь $p_N$ — диапазон измерений давления, МПа;

$C$ — ширина диаграммной бумаги, мм);

$m_\tau$ — масштаб времени, ч/см;

$$m_\tau = \frac{1}{v} \cdot 10 \qquad (5)$$

(здесь $v$ — скорость продвижения диаграммной бумаги, мм/ч);

$\tau$ — интервал усреднения (24 ч).

7.1.3 Среднесуточное значение абсолютного давления пара рассчитывается по формуле (1).

7.2 Значения давления пара при применении ИИС и тепловычислителя определяются следующим образом:

7.2.1 Среднее значение давления пара за интервал усреднения $X_{ср}$ рассчитывается по формуле

$$X_{ср} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{k} X_i, \qquad (6)$$

где $X_i$ — текущее значение измеряемого параметра;

$k$ — число периодов опроса датчика за интервал усреднения.

При применении ИИС в соответствии с РД 34.09.454 [12] период опроса датчиков составляет не более 15 с, интервал усреднения параметров равен 0,25 ч.

При применении измерительных систем с тепловычислителями период опроса датчиков избыточного давления пара устанавливается при проектировании или программировании тепловычислителей и должен составлять не более 15 с.

7.2.2 Среднесуточное значение избыточного давления пара при применении ИИС и тепловычислителя $p'$ (МПа) определяется по формуле:

$$p' = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} p'_i , \qquad (7)$$

где $k$ — число периодов опроса датчика давления за сутки;

$p_i$ — текущее (мгновенное) значение избыточного давления, МПа (кгс/см$^2$).

7.2.3 Среднесуточное значение абсолютного давления пара при применении ИИС и тепловычислителя рассчитывается по формуле (1).

7.3 Обработка результатов измерений и представление измерительной информации по давлению пара производятся АС ИИС и тепловычислителем автоматически.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Результаты измерений избыточного давления пара должны быть оформлены следующим образом:

8.1.1 При применении регистрирующих приборов:

— носитель измерительной информации по давлению пара — лента (диаграмма) регистрирующих приборов;

— результаты обработки измерительной информации по давлению пара на ПЭВМ представляются в виде выходных форм на бумажном носителе;

— выходные формы согласовываются с потребителем пара.

8.1.2 При применении ИИС и тепловычислителя:

— носителем измерительной информации по давлению пара является электронная память АС ИИС и тепловычислителя;

– результаты обработки измерительной информации индицируются на средствах представления информации (ЭЛИ, индикаторах) и представляются в виде выходных форм на бумажном носителе;

– объем представления информации определяется при проектировании ИИС, разработке тепловычислителей, а выходные формы согласовываются с потребителем пара.

## 9 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Подготовка измерительных систем давления пара осуществляется электрослесарем-прибористом с квалификацией не ниже 4-го разряда, а обслуживание – дежурным электрослесарем-прибористом.

Обработка диаграмм регистрирующих приборов осуществляется техником, а вычисление результатов измерений – инженером ПТО.

## 10 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При монтаже, наладке и эксплуатации измерительных систем давления пара должны соблюдаться требования РД 34.03.201-97 [8] и РД 153-34.0-03.150-00 [9].

## Приложение А

*(справочное)*

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

| Термин | Определение | Документ |
|---|---|---|
| Измерительный прибор | Средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.<br>*Примечание* – По степени индикации значений измеряемой величины приборы разделяются на показывающие и регистрирующие | МИ 2247-93 [13], п. 5.11 |
| Первичный измерительный преобразователь | Измерительный преобразователь, на который непосредственно воздействует измеряемая физическая величина, т.е. первый преобразователь в измерительной цепи измерительного прибора (установки, системы) | МИ 2247-93 [13], п. 5.18 |
| Измерительный преобразователь | Техническое средство, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи, и имеющее нормированные метрологические характеристики | МИ 2247-93 [13], п. 5.17 |
| Измерительная система | Совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т.п. с целью измерения одной или нескольких физических величин, свойственных этому пространству, и выработки измерительных сигналов в разных целях.<br>*Примечание* – В зависимости от назначения измерительные системы разделяются на измерительные информационные (ИИС), измерительные контролирующие, измерительные управляющие системы и др. | МИ 2247-93 [13], п. 5.14 |

*Окончание приложения А*

| Термин | Определение | Документ |
|---|---|---|
| Агрегатное средство измерений | Агрегатное средство ИИС, имеющее метрологические характеристики | ГОСТ 8.437-81 [15] |
| Теплосчетчик | Измерительная система (средства измерений), предназначенная для измерения количества теплоты | ГОСТ Р 51-649-2000 [16] |
| Тепловычислитель | Средство измерений, предназначенное для измерения количества теплоты по поступающим на его вход сигналы от средств измерений параметров теплоносителя | ГОСТ Р 51-649-2000 [16] |
| Косвенное измерение | Определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной | РМГ 29-99 [17] |
| Методика выполнения измерений | Совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной погрешностью | ГОСТ Р 8.563-96 [1], п 3.1 |
| Аттестация МВИ | Процедура установления и подтверждения соответствия МВИ предъявленным к ней метрологическим требованиям | ГОСТ Р 8.563-96 [1], п. 3.1 |
| Приписанная характеристика погрешности измерений | Характеристика погрешности любого результата совокупности измерений, полученного при соблюдении требований и правил данной методики | ГОСТ Р 8.563-96 [1], п. 3.5 |

## Приложение Б

*(справочное)*

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОВОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

| Характеристики паровой системы теплоснабжения | Системы теплоснабжения | | |
|---|---|---|---|
| | I | II | III |
| Расход пара в рабочем диапазоне, т/ч: | | | |
| максимальный | 250 | 100 | 10 |
| нижнее значение | 125 | 50 | 5 |
| среднее значение | 187,5 | 75 | 7,5 |
| Температура пара, °С | 295 | 250 | 290 |
| Давление пара, МПа | 1,2 | 0,95 | 1,4 |
| Диаметр паропровода, мм | 700 | 400 | 150 |
| Расход возвращаемого конденсата, т/ч | 50 | 20 | 2 |
| Давление конденсата, МПа | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Температура конденсата, °С | 75 | 75 | 75 |
| Давление холодной воды, МПа | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Температура холодной воды, °С | 6 | 6 | 6 |

## Приложение В

*(рекомендуемое)*

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ ПАРА

| Наименование и тип СИ | Предел основной допускаемой погрешности, % | Организация-изготовитель |
|---|---|---|
| **При применении регистрирующих приборов** | | |
| Преобразователь избыточного давления "Сапфир 22М-ДИ" | 0,25; 0,5 | ЗАО "Манометр" г. Москва |
| Автоматический показывающий и регистрирующий миллиамперметр КСУ2 с унифицированным входным сигналом 0-5, 0-20 и 4-20 мА | 0,5 (показания); 1,0 (регистрация) | Завод "Электроавтоматика", г. Йошкар-Ола |
| Манометр типа МЭД | 1,0 | ЗАО "Манометр", г. Москва |
| Автоматический взаимозаменяемый с дифференциально-трансформаторной измерительной схемой прибор КСД2 с входным сигналом 0-10 мГн | 1,0 (показания и регистрация) | ЗАО "Манометр", г. Москва |
| Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 | Основная погрешность ±200 Па | Завод "Гидрометприбор», г. Сафоново Смоленской обл. |
| **При применении ИИС и тепловычислителя** | | |
| Преобразователь избыточного давления "Сапфир 22М-ДИ" | 0,5 | ЗАО "Манометр", г. Москва |
| Агрегатные средства измерений ИИС (УСО, ЦП, ЭЛИ, УР) | 0,3 (канал) | – |
| Теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-10 | 0,2 | ИВП "Крейт", г. Екатеринбург |
| Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 | Основная погрешность ±200 Па | Завод "Гидрометприбор», г. Сафоново Смоленской обл. |

Допускается применение СИ других типов, предел основной допускаемой погрешности которых не превышает погрешности СИ, указанных в таблице.

## Список использованной литературы


1. **ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ.** Методика выполнения измерений.
2. **ГОСТ 8.207-76. ГСИ.** Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
3. **РД 34.11.303-97.** Методические указания. Разработка и аттестация методик выполнения измерений, используемых на энергопредприятиях для контроля технологических параметров, не подлежащих государственному метрологическому надзору. Организация и порядок проведения.— М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
4. **РД 34.11.332-97.** Методические указания. Разработка и аттестация методик выполнения измерений, используемых на энергопредприятиях в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора. Организация и порядок проведения.— М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
5. **РД 34.35.101-88.** Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.
   Дополнение к РД 34.35.101-88.— М.: СПО ОРГРЭС, 1996.
   Изменение № 1 к РД 34.35.101-88.— М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
6. **МИ 1317-86.** Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погреш-

ности измерений. Форма представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
7. **МИ 2377-96.** Рекомендация. ГСИ. Разработка и аттестация методик выполнения измерений.
8. **РД 34.03.201-97.** Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей». — М.: ЭНАС, 1997.
Изменение к РД 34.03.201-97. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2000.
9. **РД 153-34.0-03.150-00.** Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. — М.: ЭНАС, 2001.
10. **Технический отчет.** Анализ значений параметров окружающей среды в местах расположения приборов, необходимых для измерения основных технологических параметров на ТЭС. — Екатеринбург: Уралтехэнерго, 1995.
11. **СНиП III.05.07-85.** Системы автоматизации.
12. **РД 34.09.454.** Типовой алгоритм расчета технико-экономических показателей конденсационных энергоблоков мощностью 300, 500, 800 и 1200 МВт. В 2-х ч. — М.: СПО ОРГРЭС, 1991.
13. **МИ 2247-93. ГСИ.** Рекомендация. Метрология. Основные термины и определения.
14. **МИ 2451-98.** Рекомендация. ГСОЕИ. Паровые системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя.
15. **ГОСТ 8.437-81.** Системы информационно-измерительные. Метрологическое обеспечение. Основные положения.
16. **ГОСТ Р 51-649-2000.** Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия.
17. **РМГ 29-99. ГСОЕИ.** Метрология. Основные термины и определения.

gost.e-ecolog.ru