

# Теплосчётчик ЛОГИКА 8961

## Руководство по эксплуатации

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47    Казахстан (772)734-952-31    Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: [lgk@nt-rt.ru](mailto:lgk@nt-rt.ru) | Сайт: <https://logika.nt-rt.ru>

# Введение

Настоящее руководство предназначено для специалистов, осуществляющих монтаж и обслуживание теплосчетчиков ЛОГИКА 8961.

Руководство содержит основные сведения о составе, технических характеристиках и монтаже теплосчетчиков. Оно не заменяет эксплуатационную документацию оборудования, входящего в состав теплосчетчиков. При проектировании и эксплуатации следует дополнительно пользоваться документацией, поставляемой в комплекте этого оборудования.

Пример записи теплосчетчика:

"Теплосчетчик ЛОГИКА 8961-Э1, ТУ 4218-056-23041473-2007".

## 1 Назначение

Теплосчетчики предназначены для измерения тепловой энергии и количества теплоносителя в открытых и закрытых водяных и паровых системах теплоснабжения на объектах ЖКХ и промышленных предприятий.

Теплосчетчики соответствуют ГОСТ Р 51649-2000, ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005, МИ 3173-2008, МИ 2412-97 и МИ 2451-98.

## 2 Состав

В состав теплосчетчиков входят тепловычислитель СПТ961.2 и преобразователи, перечисленные в таблице 2.1. Допускается в составе одной модели теплосчетчика использовать дополнительно преобразователи расхода из других моделей.

Основные характеристики преобразователей приведены в приложении А.

Таблица 2.1 – Составные части теплосчетчиков

| Модель тепло-счетчика | Преобразователи |   |  |  |
|-----------------------|-----------------|---|--|--|
|                       | расхода         | температу-ры  | разности температур                            | давления и разности давлений   |
| 8961-Э1               | ПРЭМ            | ТПТ-1<br>ТПТ-15<br>ТСП 001<br>Серия 90<br>Взлет ТПС | КТПТР-01<br>КТПТР-05<br>КТСПР 001<br>Взлет ТПС | МИДА-13П<br>Метран-55<br>Метран-100<br>Сапфир-22МТ<br>ALPHA-N<br>EJA |
| 8961-Э2               | ВЗЛЕТ ЭР        |   |  |  |
| 8961-Э3               | ЭМИР-ПРАМЕР-550 |   |  |  |
| 8961-Э4               | РСЦ             |   |  |  |
| 8961-У1               | ВЗЛЕТ МР        |   |  |  |
| 8961-У2               | УРЖ2КМ          |   |  |  |
| 8961-У3               | СУР-97          |   |  |  |
| 8961-У4               | US800           |   |  |  |
| 8961-У5               | ПРАМЕР-510      |   |  |  |
| 8961-У6               | UFM001          |   |  |  |
| 8961-В1               | ВПС             |   |  |  |
| 8961-В2               | ВЭПС-ПБ2        |   |  |  |
| 8961-В3               | ДРГ.М           |   |  |  |
| 8961-В4               | YEFWLO DY       |   |  |  |
| 8961-В5               | ЭМИС-ВИХРЬ 200  |   |  |  |
| 8961-Т1               | ТЭМ-211 (-212)  |   |  |  |
| 8961-Т2               | ВСТ             |   |  |  |
| 8961-Т3               | ВСТН            |   |  |  |
| 8961-Т4               | ВМГ             |   |  |  |
| 8961-Т5               | МСГ, МСТ        |   |  |  |
| 8961-Т6               | СКБ             |   |  |  |
| 8961-С1               | Стандартное СУ  |   |  |  |
| 8961-С2               | Труба Вентури   |   |  |  |
| 8961-Н1               | TORBAR          |   |  |  |
| 8961-Н2               | Метран-350      |   |  |  |

### 3 Технические данные

#### 3.1 Эксплуатационные характеристики

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха – от 5 до 50 °С;
- относительная влажность – 80 % при 35 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- вибрация – амплитуда 0,35 мм, частота 5-35 Гц.

Электромагнитная совместимость – по ГОСТ Р 51649-2000.

Степень защиты от пыли и воды – IP54 по ГОСТ 14254-96.  
Электропитание – (220 +22/-33) В, (50±1) Гц или встроенные батареи.  
Средняя наработка на отказ – 17000 ч.  
Средний срок службы – 12 лет.

### 3.2 Функциональные возможности

Теплосчетчики рассчитаны на обслуживание шести теплообменных контуров, содержащих двенадцать трубопроводов, в которых могут быть установлены, в любой комбинации, восемь датчиков с выходным сигналом тока, четыре датчика с импульсным сигналом и четыре с сигналом сопротивления, образуя конфигурацию 8I+4F+4R. С помощью адаптеров АДС97, подключаемых к тепловычислителю по интерфейсу RS485, можно расширить конфигурацию датчиков до 12I+8F+8R при использовании одного, и до 16I+12F+12R при использовании двух адаптеров.

Теплосчетчики обеспечивают:

- измерение<sup>1</sup> тепловой энергии, тепловой мощности, объема, массы, расхода, температуры и давления;
- архивирование часовых (за 45 суток), суточных (за 12 месяцев) и месячных (за 2 года) значений тепловой энергии, объема, массы, среднего расхода, средней разности давлений, средней температуры и среднего давления, а также признаков нештатных ситуаций (400 записей) и изменений настроечных параметров (400 записей);
- ввод настроечных параметров;
- показания текущих, архивных и настроечных параметров;
- ведение календаря, времени суток и учет времени работы (счета);
- защиту данных от несанкционированного изменения.

Коммуникация с внешними устройствами осуществляется через оптический, RS232 и RS485 порты.

### 3.3 Диапазоны измерений

Диапазоны измерений:

- 0-800000 – расход [м<sup>3</sup>/ч, т/ч];
- 0-1,6 МПа (0-30 МПа) – давление воды (пара);
- 0-150 °С (100-600 °С) – температура воды (пара);
- 3-145 °С – разность температур;
- 0-1000 кПа – разность давлений.

---

<sup>1</sup> Уравнения измерений приведены в приложении Б.

Диапазон представления результатов измерений тепловой энергии [Гкал, ГДж, МВт·ч], тепловой мощности [Гкал/ч, ГДж/ч, МВт], объема [м<sup>3</sup>], массы [т], времени [ч] – 0-999999999.

### 3.4 Метрологические характеристики

Пределы допускаемой погрешности<sup>1</sup> в условиях эксплуатации:

- тепловая энергия и тепловая мощность воды (относительная).....по ГОСТ Р 51649-2000, класс С;
- тепловая энергия и тепловая мощность пара (относительная).....±4 %;
- температура (абсолютная).....±(0,25 + 0,002·t) °С;
- разность температур (относительная).....±(0,1 + 8/Δt) %;
- объем и объемный расход воды (относительная).....±2 %
- масса и массовый расход воды (относительная).....±2 %
- масса и массовый расход пара (относительная).....±3 %;
- давление (приведенная к диапазону измерений).....±1 %;
- разность давлений (приведенная к диапазону измерений).....±0,5 %;
- время (относительная).....±0,01 %.

## 4 Безопасность

Безопасность оператора при работе с теплосчетчиком обеспечена конструкцией тепловычислителя: при нормальном применении разъемы тепловычислителя недоступны для коммутации без использования инструмента. При этом действия оператора, связанные с эксплуатацией теплосчетчика, должны быть строго ограничены исключительно работой с лицевой панелью тепловычислителя.

При монтаже и техническом обслуживании теплосчетчиков источниками опасности являются напряжение 220 В переменного тока в силовой сети и теплоноситель с предельными параметрами для воды – 1,6 МПа, 150 °С и для пара – 30 МПа, 600 °С.

Подключение внешних цепей составных частей теплосчетчика должно осуществляться при обесточенных цепях их электропитания. Устранение дефектов и замену составных частей теплосчетчика следует проводить при отсутствии избыточного давления в трубопроводах и их перекрытии непосредственно перед составными частями и за ними.

---

<sup>1</sup> Оценка погрешности – по МИ 2553-99.

## 5 Подготовка к работе

### 5.1 Общие указания

После распаковки составных частей теплосчетчика необходимо проверить их комплектность на соответствие паспорту. Затем их помещают не менее чем на сутки в сухое отапливаемое помещение; после этого можно проводить работы по их монтажу и вводу в эксплуатацию.

На время проведения работ, когда крышки монтажных отсеков тепловычислителя и электронных блоков преобразователей сняты, необходимо обеспечить защиту от попадания пыли и влаги внутрь их корпусов.

### 5.2 Монтаж электрических цепей

Подключение датчиков и прочего оборудования к тепловычислителю выполняют многожильными кабелями.

Для защиты от влияния промышленных помех следует использовать экранированные кабели. В условиях эксплуатации помехи могут быть обусловлены различными факторами, например, работой тиристорных и иных преобразователей частоты, коммутацией мощных нагрузок с помощью контакторов и реле, короткими замыканиями в электроустановках, резкими изменениями нагрузки в электрических распределительных системах, срабатыванием защитных устройств в электрических сетях, электромагнитными полями от радио- и телевизионных передатчиков, токами растекания при разрядах молний и пр.

Если в непосредственной близости (в радиусе не менее 20 метров) от оборудования узла учета отсутствуют промышленные агрегаты, способные породить перечисленные выше и подобные факторы возникновения помех, допускается использовать неэкранированные кабели.

При использовании экранированных кабелей рабочее заземление их экранированных оплеток должно выполняться только в одной точке, как правило, на стороне тепловычислителя. Оплетки должны быть электрически изолированы по всей длине кабеля, использование их для заземления корпусов датчиков и прочего оборудования не допускается.

Если для работы составных частей требуются вторичные источники питания постоянного тока, в качестве таковых следует использовать сетевые адаптеры АДП81 подходящих по выходным напряжениям моделей либо иные блоки питания, соответствующие требованиям стандартов электромагнитной совместимости и безопасности.

Предельная длина линий связи между тепловычислителем и датчиками определяется сопротивлением каждого провода цепи, которое не должно превышать 50 Ом. Электрическое сопротивление изоляции между проводами, а также между каждым проводом и экранной оплеткой или рабочим заземлением должно быть не менее 20 МОм – это требование обеспечивается выбором кабелей и качеством монтажа цепей.

Длина линий связи между тепловычислителем и внешним оборудованием, подключенным по интерфейсу RS232, не должна превышать 10 м, и по интерфейсу RS485 – 1 км.

По окончании монтажа электрических цепей следует убедиться в правильности выполнения всех соединений, например, путем их "прозвонки". Этому этапу работы следует уделить особое внимание – ошибки монтажа могут привести к отказу оборудования.

### 5.3 Монтаж оборудования

Монтаж теплосчетчика следует выполнять, руководствуясь проектной документацией на узел учета и указаниями, содержащимися в эксплуатационной документации составных частей.

Для установки преобразователей температуры рекомендуется применять бобышки БТП1 и БТП2 и термометрические гильзы ГТ2.5 и ГТ6.3, для установки водосчетчиков – присоединительные комплекты КП. Присоединение преобразователей давления следует выполнять при помощи отборных устройств, например ОС-100.

В паровых системах соединительные трубки отборных устройств должны заполняться конденсатом. Для этих целей следует применять конденсационные сосуды, выбор типоразмеров и области применения которых производятся согласно указаниям ГОСТ 8.586.5-2005.

По окончании монтажа систему заполняют теплоносителем под рабочим давлением и проверяют герметичность соединений преобразователей с трубопроводом. Просачивание теплоносителя не допускается.

### 5.4 Комплексная проверка

На завершающем этапе подготовки к работе в тепловычислитель вводят настроечные данные, с помощью которых осуществляется "привязка" теплосчетчика к конкретным условиям узла учета (это можно сделать до монтажа тепловычислителя на объекте, в лабораторных условиях). Значения настроечных данных обычно приведены в паспорте

узла учета или в его проектной документации. После ввода настроечных данных контролируют работоспособность смонтированной системы по показаниям измеряемых параметров, значения которых должны соответствовать режимам работы узла.

В завершение комплексной проверки пломбируют органы управления, настройки и регулировки составных частей теплосчетчика, съемные соединения и клеммные коробки линий связи.

## 6 Транспортирование и хранение

Транспортирование теплосчетчиков в транспортной таре допускается проводить любым транспортным средством с обеспечением защиты от атмосферных осадков и брызг воды.

Условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха – от (-25) до 55 °С;
- относительная влажность – не более 95 % при 35 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- удары (транспортная тряска) – ускорение до 98 м/с<sup>2</sup>, частота до 2 Гц.

Условия хранения теплосчетчиков в транспортной таре соответствуют условиям транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.



# Приложение А

## Основные характеристики преобразователей

Характеристики, отмеченные знаком "\*", определяют пределы погрешности теплосчетчиков. Режимы работы преобразователей должны быть выбраны так, чтобы значения этих характеристик не превышали приведенных. Значения остальных характеристик даны для справки и могут отличаться от приводимых в документации преобразователей.

Таблица А1 – Электромагнитные преобразователи расхода для водяных систем

| Тип преобразователя | DN [мм] | Диапазон расхода |                           | Прямые участки [DN] |     | $\delta_{\max}^*$ [%] | $T_{\max}$ [°C] | $P_{\max}$ [МПа] | $\Delta P_{\max}$ [МПа] |
|---------------------|---------|------------------|---------------------------|---------------------|-----|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|                     |         | $Q_B/Q_H$        | $Q_B$ [м <sup>3</sup> /ч] | L1                  | L2  |                       |                 |                  |                         |
| ПРЭМ                | 15-150  | 100              | 6-630                     | 2-10                | 2   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| ВЗЛЕТ ЭР            | 10-300  | 66,7             | 3,4-3056                  | 3                   | 2-3 | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| ЭМИР-ПРАМЕР-550     | 15-150  | 100              | 6-600                     | 3-10                | 1   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| РСЦ                 | 15-300  | 100              | 6,4-2544                  | 5                   | 3   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |

Таблица А2 – Ультразвуковые преобразователи расхода для водяных систем

| Тип преобразователя | DN [мм] | Диапазон расхода |                           | Прямые участки [DN] |     | $\delta_{\max}^*$ [%] | $T_{\max}$ [°C] | $P_{\max}$ [МПа] | $\Delta P_{\max}$ [МПа] |
|---------------------|---------|------------------|---------------------------|---------------------|-----|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|                     |         | $Q_B/Q_H$        | $Q_B$ [м <sup>3</sup> /ч] | L1                  | L2  |                       |                 |                  |                         |
| ВЗЛЕТ МР            | 50-4200 | 100              | 75-530000                 | 8-40                | 2-8 | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| УРЖ2КМ              | 15-1800 | 50               | 3,5-97200                 | 15                  | 5   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| СУР-97              | 25-2000 | 100              | 20-120000                 | 10-50               | 5   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| US800               | 15-1800 | 25               | 8-110000                  | 3-40                | 3-8 | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| ПРАМЕР-510          | 25-2000 | 50               | 20-120000                 | 10-50               | 5   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |
| UJFM001             | 50-1600 | 25               | 85-87000                  | 10-30               | 5   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,01                    |

Таблица А3 – Вихревые преобразователи расхода для водяных систем

| Тип преобразователя | DN<br>[мм] | Диапазон расхода |              | Прямые участки [DN] |    | $\delta_{\max}^*$<br>[%] | $T_{\max}$<br>[°C] | $P_{\max}$<br>[МПа] | $\Delta P_{\max}$<br>[МПа] |
|---------------------|------------|------------------|--------------|---------------------|----|--------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
|                     |            | $Q_V/Q_H$        | $Q_V$ [м³/ч] | L1                  | L2 |                          |                    |                     |                            |
|                     |            |                  |              |                     |    |                          |                    |                     |                            |
| ВПС                 | 20-200     | 50               | 10-1200      | 10                  | 2  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,03                       |
| ВЭПС-ПБ2            | 20-300     | 25               | 8-1600       | 4                   | 2  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,03                       |
| УЕWFLO DY           | 15-300     | 25               | 6-2156       | 5-20                | 5  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| ЭМИС-ВИХРЬ 200      | 15-300     | 25               | 5-2370       | 10-30               | 5  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |

Таблица А4 – Вихревые преобразователи расхода для паровых систем

| Тип преобразователя | DN<br>[мм] | Диапазон расхода |              | Прямые участки [DN] |    | $\delta_{\max}^*$<br>[%] | $T_{\max}$<br>[°C] | $P_{\max}$<br>[МПа] | $\Delta P_{\max}$<br>[МПа] |
|---------------------|------------|------------------|--------------|---------------------|----|--------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
|                     |            | $Q_V/Q_H$        | $Q_V$ [м³/ч] | L1                  | L2 |                          |                    |                     |                            |
|                     |            |                  |              |                     |    |                          |                    |                     |                            |
| ДРГ.М               | 50-200     | 40               | 160-10000    | 5                   | 3  | 2                        | 250                | 4                   | 0,01                       |
| УЕWFLO DY           | 15-300     | 10               | 34-12340     | 5-20                | 5  | 2                        | 450                | 30                  | 0,01                       |
| ЭМИС-ВИХРЬ 200      | 15-300     | 10               | 32-21236     | 10-30               | 5  | 2                        | 460                | 6,3                 | 0,01                       |

Таблица А5 – Тахометрические преобразователи расхода для водяных систем

| Тип преобразователя | DN<br>[мм] | Диапазон расхода |              | Прямые участки [DN] |    | $\delta_{\max}^*$<br>[%] | $T_{\max}$<br>[°C] | $P_{\max}$<br>[МПа] | $\Delta P_{\max}$<br>[МПа] |
|---------------------|------------|------------------|--------------|---------------------|----|--------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
|                     |            | $Q_V/Q_H$        | $Q_V$ [м³/ч] | L1                  | L2 |                          |                    |                     |                            |
| ГЭМ-211 (-212)      | 15-50      | 25               | 3-30         | 3                   | 2  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| ВСТ                 | 15-40      | 25               | 1,2-20       | 3                   | 1  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| ВСТН                | 40-250     | 25               | 30-1000      | 3                   | 1  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| ВМГ                 | 50-200     | 25               | 60-500       | 2                   | 1  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| МСГ, МСТ            | 25-50      | 25               | 7-30         | 3                   | 1  | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| СКБ                 | 25-40      | 50               | 7-20         | 2                   | 2  | 2                        | 90                 | 1,6                 | 0,1                        |

Таблица А6 – Преобразователи расхода с сужающими устройствами<sup>1</sup> для водяных систем

| Тип преобразователя | DN<br>[мм] | Диапазон расхода |                           | Прямые участки |     | $\delta_{\max}^*$<br>[%] | $T_{\max}$<br>[°C] | $P_{\max}$<br>[МПа] | $\Delta P_{\max}$<br>[МПа] |
|---------------------|------------|------------------|---------------------------|----------------|-----|--------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
|                     |            | $Q_V/Q_N$        | $Q_V$ [м <sup>3</sup> /ч] | L1             | L2  |                          |                    |                     |                            |
| Диафрагма           | 50-1000    | 10               | 44-16970                  | 3-96           | 2-8 | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| Сопло ИСА 1932      | 50-1000    | 10               | 44-16970                  | 3-96           | 2-8 | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| Труба Венгури       | 50-1200    | 10               | 72-33440                  | 2,5-40         | 4   | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |

Таблица А7 – Преобразователи расхода с сужающими устройствами<sup>1</sup> для паровых систем

| Тип преобразователя | DN<br>[мм] | Диапазон расхода<br>при $T=200$ °C,<br>$P=1,55$ МПа, $\beta=0,6$ |                           | Прямые участки |     | $\delta_{\max}^*$<br>[%] | $T_{\max}$<br>[°C] | $P_{\max}$<br>[МПа] | $\Delta P_{\max}$<br>[МПа] |
|---------------------|------------|--|---------------------------|----------------|-----|--------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
|                     |            | $Q_V/Q_N$  | $Q_V$ [м <sup>3</sup> /ч] | L1             | L2  |                          |                    |                     |                            |
| Диафрагма           | 50-1000    | 10   | 1,1-439                   | 3-96           | 2-8 | 2                        | 600                | 30                  | 0,1                        |
| Сопло ИСА 1932      | 50-1000    | 10   | 44-16970                  | 3-96           | 2-8 | 2                        | 150                | 1,6                 | 0,1                        |
| Труба Венгури       | 50-1200    | 10   | 1,7-826                   | 2,5-40         | 4   | 2                        | 600                | 30                  | 0,1                        |

<sup>1</sup> Стандартные сужающие устройства по ГОСТ 8.586.1-2005... ГОСТ 8.586.5-2005 и РД 50.2.022-99.

Таблица А8 – Преобразователи расхода с напорными устройствами<sup>2</sup> для водяных систем

| Тип преобразователя | DN [мм] | Диапазон расхода |                           | Прямые участки [DN] |     | $\delta_{\max}^*$ [%] | $T_{\max}$ [°C] | $P_{\max}$ [МПа] | $\Delta P_{\max}$ [МПа] |
|---------------------|---------|------------------|---------------------------|---------------------|-----|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|                     |         | $Q_V/Q_H$        | $Q_V$ [м <sup>3</sup> /ч] | L1                  | L2  |                       |                 |                  |                         |
| TORBAR              | 15-1800 | 10               | 3-21500                   | 7-24                | 3-4 | 2                     | 150             | 1,6              | 0,1                     |
| Метран-350          | 13-1800 | 10               | 5-33570                   | 8-30                | 4   | 2                     | 150             | 1,6              | 0,1                     |

Таблица А9 – Преобразователи расхода с напорными устройствами<sup>2</sup> для паровых систем

| Тип преобразователя | DN [мм] | Диапазон расхода при $T=200$ °C, $P=1,55$ МПа |                           | Прямые участки [DN] |     | $\delta_{\max}^*$ [%] | $T_{\max}$ [°C] | $P_{\max}$ [МПа] | $\Delta P_{\max}$ [МПа] |
|---------------------|---------|---|---------------------------|---------------------|-----|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
|                     |         | $Q_V/Q_H$                                     | $Q_V$ [м <sup>3</sup> /ч] | L1                  | L2  |                       |                 |                  |                         |
| TORBAR              | 15-1800 | 10  | $(2-60) \cdot 10^2$       | 7-24                | 3-4 | 2                     | 600             | 30               | 0,005                   |
| Метран-350          | 13-1800 | 10  | $(4-32) \cdot 10^2$       | 8-30                | 4   | 2                     | 600             | 25               | 0,01                    |

<sup>2</sup> Осредняющие напорные трубки по МИ 3173-2008 и МИ2667-2008.

Таблица А.10 – Преобразователи разности температур

| НСХ         | Пределы относительной погрешности [%]* | Диапазон измерений [°С] |
|-------------|--|-------------------------|
| 100П, Pt100 | $\pm(0,1 + 5/\Delta t)$                | 3-145                   |

Таблица А.11 – Преобразователи температуры

| НСХ         | Класс* | Диапазон измерений [°С]   |
|-------------|--------|---------------------------|
| 100П, Pt100 | А      | 0-150 (вода); 0-600 (пар) |

Таблица А.12 – Преобразователи давления и разности давлений

| Измеряемая величина | Пределы приведенной погрешности [%]* | Рабочий диапазон*               | Выходной сигнал [мА] |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Давление            | $\pm 1$ (вода); $\pm 0,7$ (пар)      | $(0,5...1) \cdot P_{ВП}$        | 4-20                 |
| Разность давлений   | $\pm 0,5$                            | $(0,5...1) \cdot \Delta P_{ВП}$ |                      |

# Приложение Б

## Уравнения измерений

### Б.1 Объем

$$V = \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt \quad (\text{Б.1})$$

$$V = \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} q_{И} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.2})$$

$$V = \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} \frac{g_{И}}{\rho} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.3})$$

где

$V$  – объем [ $\text{м}^3$ ];

$Q$  – объемный расход [ $\text{м}^3/\text{ч}$ ];

$k$  – количество импульсов выходного сигнала преобразователя расхода;

$\rho$  – плотность теплоносителя при рабочих условиях [ $\text{кг}/\text{м}^3$ ];

$g_{И}$  – цена импульса выходного сигнала преобразователя массового расхода [ $\text{г}$ ];

$q_{И}$  – цена импульса выходного сигнала преобразователя объемного расхода [ $\text{м}^3$ ];

$t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала измерений [ $\text{ч}$ ].

### Б.2 Массовый расход

Измерение с помощью преобразователей объемного расхода

$$G = 10^{-3} \cdot \{1 + \beta \cdot (T - 20)\}^2 \cdot Q \cdot \rho \quad (\text{Б.4})$$

Измерение с помощью стандартных сужающих устройств

$$G = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot C \cdot E \cdot \varepsilon \cdot \frac{\pi \cdot d_0^2 \cdot [1 - \alpha \cdot (T - 20)]^2}{4} \cdot \sqrt{0,002 \cdot \frac{\Delta P}{X} \cdot \rho} \quad (\text{Б.5})$$

Измерение с помощью напорных устройств с усредняющими трубками

$$G = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot A \cdot \left(1 - B_H \cdot \frac{\Delta P}{P \cdot k \cdot 1000}\right) \cdot \frac{\pi \cdot d_0^2 \cdot [1 - \alpha \cdot (T - 20)]^2}{4} \cdot \sqrt{0,002 \cdot \frac{\Delta P}{X} \cdot \rho} \quad (\text{Б.6})$$

где

$G$  – массовый расход [т/ч];

$Q$  – объемный расход [м<sup>3</sup>/ч];

$T$  – температура теплоносителя [°С];

$\beta$  – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка [1/°С];

$\rho$  – плотность теплоносителя при рабочих условиях [кг/м<sup>3</sup>]<sup>1</sup>;

$\Delta P$  – разность давлений [кПа, кгс/м<sup>2</sup>];

$C$  – коэффициент истечения<sup>2</sup>;

$E$  – коэффициент скорости входа<sup>2</sup>;

$\varepsilon$  – коэффициент расширения<sup>2</sup>;

$A$  – коэффициент расхода; задается как константа;

$T$  – температура теплоносителя [°С];

$d_0$  – диаметр отверстия сужающего устройства при 20 °С [мм];

$\alpha$  – коэффициент температурного расширения материала сужающего устройства [1/°С];

$X$  – степень сухости пара; задается как константа;

$V_H$  – коэффициент напорного устройства; задается как константа;

$\kappa$  – показатель адиабаты<sup>3</sup>.

### Б.3 Масса

$$M = \int_{t_1}^{t_2} G \cdot dt \quad (\text{Б.7})$$

$$M = 10^{-3} \cdot \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} \rho \cdot q_{И} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.8})$$

$$M = \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} g_{И} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.9})$$

где

$M$  – масса [т];

$G$  – массовый расход [т/ч];

$k$  – количество импульсов выходного сигнала преобразователя расхода;

$\rho$  – плотность теплоносителя при рабочих условиях [кг/м<sup>3</sup>];

---

<sup>1</sup> Вычисляется по МИ 2412-97 для воды и МИ 2451-98 для пара.

<sup>2</sup> Вычисляется по ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005.

<sup>3</sup> Вычисляется по МИ 2451-98.



- $g_{и}$  – цена импульса выходного сигнала преобразователя массового расхода [Т];  
 $q_{и}$  – цена импульса выходного сигнала преобразователя объемного расхода [М<sup>3</sup>];  
 $t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала измерений [ч].

## Б.4 Тепловая мощность и тепловая энергия

Закрытая система теплоснабжения с измерением расхода в подающем трубопроводе

$$\omega = 10^{-3} \cdot G_1 \cdot (h_1 - h_2) \quad (\text{Б.10})$$

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_1}^{t_2} G_1 \cdot (h_1 - h_2) \cdot dt \quad (\text{Б.11})$$

Закрытая система теплоснабжения с измерением расхода в обратном трубопроводе

$$\omega = 10^{-3} \cdot G_2 \cdot (h_1 - h_2) \quad (\text{Б.12})$$

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_1}^{t_2} G_2 \cdot (h_1 - h_2) \cdot dt \quad (\text{Б.13})$$

Открытая система теплоснабжения с измерением расхода в подающем и обратном трубопроводах

$$\omega = 10^{-3} \cdot [G_1 \cdot (h_1 - h_2) + (G_1 - G_2) \cdot (h_2 - h_{XB})] \quad (\text{Б.14})$$

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_1}^{t_2} [G_1 \cdot (h_1 - h_2) + (G_1 - G_2) \cdot (h_2 - h_{XB})] \cdot dt \quad (\text{Б.15})$$

Открытая система теплоснабжения с измерением расхода в подающем и подпиточном трубопроводах

$$\omega = 10^{-3} \cdot [G_1 \cdot (h_1 - h_2) + G_3 \cdot (h_2 - h_{XB})] \quad (\text{Б.16})$$

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_1}^{t_2} [G_1 \cdot (h_1 - h_2) + G_3 \cdot (h_2 - h_{XB})] \cdot dt \quad (\text{Б.17})$$

Открытая система теплоснабжения с измерением расхода в обратном и подпиточном трубопроводах

$$\omega = 10^{-3} \cdot [G_2 \cdot (h_1 - h_2) + G_3 \cdot (h_1 - h_{XB})] \quad (\text{Б.18})$$

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_1}^{t_2} [G_2 \cdot (h_1 - h_2) + G_3 \cdot (h_1 - h_{XB})] \cdot dt \quad (\text{Б.19})$$

Открытая система теплоснабжения с измерением расхода в подающих (а), обратных (b) и подпиточных (m) трубопроводах

$$\omega = 10^{-3} \cdot \left( \sum_{i=1}^{i=a} G_{1i} \cdot h_{1i} - \sum_{j=1}^{j=b} G_{2j} \cdot h_{2j} - \sum_{k=1}^{k=m} G_{3k} \cdot h_{XB} \right) \quad (\text{Б.20})$$

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_0}^{t_1} \left( \sum_{i=1}^{i=a} G_{1i} \cdot h_{1i} - \sum_{j=1}^{j=b} G_{2j} \cdot h_{2j} - \sum_{k=1}^{k=m} G_{3k} \cdot h_{XB} \right) \cdot dt \quad (\text{Б.21})$$

Однотрубная система теплоснабжения (без возврата теплоносителя)

$$\omega = 10^{-3} \cdot G \cdot (h - h_{XB}) \quad (\text{Б.22})$$

$$W = \int_{t_1}^{t_2} 10^{-3} \cdot G \cdot (h - h_{XB}) \cdot dt \quad (\text{Б.23})$$

где

- $\omega$  – тепловая мощность, ГДж/ч, МВт;
- $W$  – тепловая энергия, ГДж, МВт·ч;
- $G_1, h_1$  – массовый расход [т/ч] и энтальпия [кДж/кг] теплоносителя в подающем трубопроводе;
- $G_2, h_2$  – массовый расход [т/ч] и энтальпия [кДж/кг] теплоносителя обратном трубопроводе;
- $G_3$  – массовый расход [т/ч] теплоносителя в подпиточном трубопроводе;
- $h_{XB}$  – энтальпия холодной воды, кДж/кг;
- $G_{1i}, h_{1i}$  – массовый расход [т/ч] и энтальпия [кДж/кг] теплоносителя в i-том подающем трубопроводе;
- $G_{2j}, h_{2j}$  – массовый расход [т/ч] и энтальпия [кДж/кг] теплоносителя в j-том обратном трубопроводе;
- $G_{3k}$  – массовый расход [т/ч] теплоносителя в k-том подпиточном трубопроводе;
- a, b, c – количество подающих, обратных и подпиточных трубопроводов;  $a+b+c \leq 12$ ;
- $t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала измерений, ч.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47    Казахстан (772)734-952-31    Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: [lgk@nt-rt.ru](mailto:lgk@nt-rt.ru) | Сайт: <https://logika.nt-rt.ru>