

# Теплосчётчик ЛОГИКА 7961

## 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 по эксплуатации предназначено для специалистов, осуществляющих монтаж и обслуживание теплосчетчиков ЛОГИКА 7961.

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 7961-Э1, ТУ 4218-070-23041473-2009".

## 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 Р 8.591-2002, 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 раз- ности давлений
7961-Э1	ПРЭМ	ТЭМ-100 ТПТ-1 ТПТ-15 серия 90 ТСП-Н	ТЭМ-110 КТПТР-01 КТПТР-05	МИДА-13П Метран-55 Метран-150 DMP DMD 331 КРТ9 АИР-10 АИР-20/М2 MBS СДВ EJA EJX
7961-Э2	ВЗЛЕТ ЭР			
7961-Э3	МастерФлоу			
7961-Э4	ЭМИР-ПРАМЕР-550			
7961-Э5	PM-5-Т-И			
7961-У1	SITRANS F US			
7961-У2	СУР-97			
7961-В1	Метран-300ПР			
7961-В2	PRO-V			
7961-В3	YEFWLO DY			
7961-В4	ЭМИС-ВИХРЬ 200			
7961-Т1	ТЭМ-211 (212)			
7961-Т2	ВСТ			
7961-Т3	ВСТН			
7961-Т4	ВМГ			
7961-Т5	СКБ			
7961-С1	Стандартное СУ			
7961-С2	Труба Вентури			
7961-Н1	TORBAR			
7961-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 непосредственно 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 температуры и среднего давления, а также признаков нестандартных 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 [ $\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $\text{т}/\text{ч}$ ];
- 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.

Диапазон представления результатов измерений тепловой энергии [Гкал, ГДж, МВт·ч], тепловой мощности [Гкал/ч, ГДж/ч, МВт], объема [ $\text{м}^3$ ], массы [т] и времени [ч] – 0-999999999.

---

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

### 3.4 Метрологические характеристики

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

- тепловая энергия и тепловая мощность воды в закрытой системе теплоснабжения (относительная) \_\_\_\_\_ по ГОСТ Р 51649-2000, класс С;
- тепловая энергия и тепловая мощность воды в открытой системе теплоснабжения (относительная) \_\_\_\_\_ по ГОСТ Р 8.591-2002;
- тепловая энергия и тепловая мощность пара (относительная) \_\_\_\_\_  $\pm 4$  %;
- температура (абсолютная) \_\_\_\_\_  $\pm(0,25 + 0,002 \cdot t)$  °С;
- разность температур (относительная) \_\_\_\_\_  $\pm(0,2 + 12/\Delta t)$  %;
- объем и объемный расход воды (относительная) \_\_\_\_\_  $\pm 2$  %;
- масса и массовый расход воды (относительная) \_\_\_\_\_  $\pm 2$  %;
- масса и массовый расход пара (относительная) \_\_\_\_\_  $\pm 3$  %;
- давление (приведенная к диапазону измерений) \_\_\_\_\_  $\pm 1$  %;
- разность давлений (приведенная к диапазону измерений) \_\_\_\_\_  $\pm 0,5$  %;
- время (относительная) \_\_\_\_\_  $\pm 0,01$  %.

## 4 Безопасность

Безопасность оператора при работе с теплосчетчиками обеспечена конструкцией тепловычислителя. 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 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 и 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 порождать перечисленные выше и подобные факторы возникновения помех, допускается использовать неэкранированные кабели.

При использовании экранированных кабелей рабочее заземление их экранных 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 таких 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 датчи-

ками 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 преобразователей давления – присоединительные комплекты КП. Присоединение преобразователей давления следует выполнять при помощи отборных устройств, например ОС-100<sup>1</sup>.

В паровых системах соединительные трубки отборных устройств должны заполняться конденсатом. Для этих целей следует применять конденсационные сосуды, выбор типоразмеров и области применения которых производится 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 настроеч-

---

<sup>1</sup> Изготовитель бобышек, гильз, присоединительных комплектов и отборных устройств – ЗАО "ТЭМ", г. Санкт-Петербург.

ных 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	1	150	1,6	0,01
ВЗЛЕТ ЭР	10-300	66,7	3,4-3056	3	2-3	1,8	150	1,6	0,01
МастерФлоу	10-200	200	3-1100	2	10	1	150	1,6	0,01
ЭМИР-ПРАМЕР-550	15-150	100	6-600	3-10	1	1	150	1,6	0,01
PM-5-T-II	15-300	250	6-2500	3	1	1	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				
SITRANS F US	25-2000	40	18-113040	10-40	3	1,5	150	1,6	0,01
СУР-97	25-2000	100	20-120000	10-50	5	1,4	150	1,6	0,01

Таблица А3 – Вихревые 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]
		$Q_V/Q_H$	$Q_V$ [м³/ч]	L1	L2				
Метран-300ПР	25-300	40	9-2000	5-10	2-5	1,5	150	1,6	0,01
PRO-V	15-1800	28,6	6-82450	5-25	5-10	2	150	1,6	0,01
УЕWFLO DY	15-300	25	6-2156	5-20	5	1	150	1,6	0,1
ЭМИС-ВИХРЬ 200	15-300	25	5-2370	10-30	5	1,5	150	1,6	0,1

Таблица А4 – Вихревые преобразователи расхода для паровых систем

Тип преобразователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки [DN]		$\delta_{\max}^*$ [%]	$T_{\max}$ [°C]	$P_{\max}$ [МПа]	$\Delta P_{\max}$ [МПа]
		$Q_V/Q_H$	$Q_V$ [м³/ч]	L1	L2				
PRO-V	15-1800	10	38-549654	5-25	5-10	2,5	400	6,4	0,01
УЕWFLO DY	15-300	10	34-12340	5-20	5	1,5	450	30	0,01
ЭМИС-ВИХРЬ 200	15-300	10	32-21236	10-30	5	2,5	460	6,3	0,01

Таблица А5 – Тахометрические 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]
		$Q_B/Q_H$	$Q_B$ [м³/ч]	L1	L2				
ТЭМ-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
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 [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				
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 [мм]	Диапазон расхода при $T=200$ °C, $P=1,55$ МПа, $\beta=0,6$		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				
Диафрагма	50-1000	10	1,1-439	3-96	2-8	3	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	3	600	30	0,1

<sup>1</sup> Стандартные сужающие устройства по ГОСТ 8.586.1-2005... ГОСТ 8.586.5-2005

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]					
TORBAR	15-1800	10	3-21500	L1 L2 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]					
TORBAR	15-1800	10	$(2-60) \cdot 10^2$	L1 L2 7-24 3-4	3	600	30	0,005
Метран-350	13-1800	10	$(4-32) \cdot 10^2$	8-30 4	3	600	25	0,01

<sup>1</sup> Осредняющие напорные трубки по МИ 3173-2008

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 [Г];

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

$t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала измерений [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

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

где

- G – массовый расход [т/ч];
- Q – объемный расход [м<sup>3</sup>/ч];
- T – температура теплоносителя [°C];
- β – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка [1/°C];
- ρ – плотность теплоносителя при рабочих условиях [кг/м<sup>3</sup>]<sup>1</sup>;
- ΔP – разность давлений [кПа, кгс/м<sup>2</sup>];
- C – коэффициент истечения<sup>2</sup>;
- E – коэффициент скорости входа<sup>2</sup>;
- ε – коэффициент расширения<sup>2</sup>;
- A – коэффициент расхода; задается как константа;
- T – температура теплоносителя [°C];
- d<sub>0</sub> – диаметр отверстия сужающего устройства при 20 °C [мм];
- α – коэффициент температурного расширения материала сужающего устройства [1/°C];
- X – степень сухости пара; задается как константа;
- B<sub>н</sub> – коэффициент напорного устройства; задается как константа;
- κ – 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];
- κ – количество импульсов выходного сигнала преобразователя расхода;
- ρ – 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 (a), 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>