

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ ЛОГИКА 7961

Руководство по эксплуатации

РАЖГ.421431.023 РЭ



© ЗАО НПФ ЛОГИКА, 2010

Теплосчетчики ЛОГИКА 7961 созданы закрытым акционерным обществом "Научно-производственная фирма "Логика".

Исключительное право ЗАО НПФ ЛОГИКА на данную разработку защищается законом.

Воспроизведение любыми способами теплосчетчиков может осуществляться только по лицензии ЗАО НПФ ЛОГИКА.

Распространение, применение, ввоз, предложение к продаже, продажа или иное введение в хозяйственный оборот или хранение с этой целью неправомерно изготовленных теплосчетчиков запрещается.

Отдельные изменения, связанные с дальнейшим совершенствованием изделия могут быть не отражены в настоящем 1-м издании.

РОССИЯ, 190020, г. Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 150
Тел./факс: (812) 2522940, 4452745; adm@logika.spb.ru; www.logika.spb.ru

Содержание

Введение	4
1 Назначение.....	4
2 Состав.....	4
3 Технические данные	5
3.1 Эксплуатационные характеристики.....	5
3.2 Функциональные возможности	6
3.3 Диапазоны измерений и показаний.....	6
3.4 Метрологические характеристики	7
4 Безопасность.....	7
5 Подготовка к работе	8
5.1 Общие указания	8
5.2 Монтаж электрических цепей.....	8
5.3 Монтаж оборудования.....	9
5.4 Комплексная проверка	9
6 Транспортирование и хранение	10
Приложение А Основные характеристики преобразователей.....	11
Приложение Б Расчетные формулы	17

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 в документации другой продукции:
"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.

Теплосчетчики соответствуют ГОСТ Р 51649-2000, ГОСТ Р 8.591-2002, ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005, МИ 3173-2008. Алгоритмы вычисления тепловой энергии и количества теплоносителя соответствуют 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	Метран-55 Метран-150 МИДА-13П 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-T-I			
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;
- магнитное поле – напряженность 40 А/м, частота 50 Гц.

Степень защиты от пыли и воды – IP54.

Электропитание – (220 +22/-33) В, (50 ± 1) Гц.

Средняя наработка на отказ – 17000 ч.

Средний срок службы – 12 лет.

3.2 Функциональные возможности

Теплосчетчики рассчитаны на обслуживание шести теплообменных контуров, содержащих до двенадцати трубопроводов с теплоносителем (вода, конденсат, перегретый пар, сухой или влажный насыщенный пар). К тепловычислителю, входящему в состав теплосчетчиков, могут быть непосредственно подключены восемь датчиков с выходным сигналом тока, четыре датчика с импульсным сигналом и четыре с сигналом сопротивления, образуя конфигурацию входов 8I+4F+4R. Применение адаптеров АДС97, подключаемых к тепловычислителю по интерфейсу RS485, позволяет расширить конфигурацию входов до 12I+8F+8R при использовании одного, и до 16I+12F+12R при использовании двух адаптеров.

Теплосчетчики обеспечивают:

- измерение¹ тепловой энергии, тепловой мощности, объема, массы, расхода, температуры и давления;
- архивирование часовых (за последние 45 суток), суточных (за последние 12 месяцев) и месячных (за последние 2 года) значений количества тепловой энергии, объема, массы, среднего расхода, средней температуры и среднего давления, а также признаков нештатных ситуаций (400 записей) и изменений настроечных параметров (400 записей);
- показания текущих, архивных и настроечных параметров на встроенном дисплее;
- 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 и показаний

Диапазоны измерений:

- 0-1,6 МПа (0-30 МПа) – давление воды (пара);
- 0-150 °С (100-600 °С) – температура воды (пара);
- 3-145 °С – разность температур воды;
- 0-1000 кПа – разность давлений;
- 0-1000000 – объемный [м³/ч] и массовый [т/ч] расходы.

Диапазон представления результатов измерений тепловой энергии [Гкал, ГДж, МВт·ч], тепловой мощности [Гкал/ч, ГДж/ч, МВт], объема [м³], массы [т] и времени [ч] – 0-999999999.

¹ Расчетные формулы приведены в приложении Б.

3.4 Метрологические характеристики

Пределы допускаемой погрешности¹ 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)..... ± 4 %;
- температура (абсолютная)..... $\pm(0,25 + 0,002 \cdot t)$ °С;
- разность температур воды (относительная)..... $\pm(0,2 + 12/\Delta t)$ %;
- объем и объемный расход воды (относительная)..... ± 2 %
- масса и массовый расход воды (относительная)..... ± 2 %
- масса и массовый расход пара (относительная)..... ± 3 %;
- давление (приведенная²)..... ± 1 %;
- разность давлений (приведенная²)..... $\pm 0,5$ %;
- 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.

¹ Оценка погрешности – по МИ 2553-99.

² Нормирующее значение – верхний предел диапазона измерений.

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 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 таковых следует использовать сетевые адаптеры¹ 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-

¹ Изготовитель адаптеров – ЗАО НПФ ЛОГИКА, г. Санкт-Петербург.

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 водосчетчиков – присоединительные комплекты КП. Присоединение преобразователей давления следует выполнять при помощи отборных устройств, например ОС-100¹.

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-

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

ных данных контролируют работоспособность смонтированной системы по показаниям (на табло тепловычислителя) измеряемых параметров, значения которых должны соответствовать режимам работы узла.

В завершение комплексной проверки пломбируют органы управления, настройки и регулировки составных частей теплосчетчика, разъёмные 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/с², 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]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /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]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /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]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\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
YEWFO 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]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\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
YEWFO 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]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /ч]	L1	L2				
ТЭМ	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 ССУ¹ для водяных систем

Тип образовательнователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки [DN]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /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 ССУ¹ для паровых систем

Тип образова претеля	DN [мм]	Диапазон расхода при $T=200$ °C, $P=1,55$ МПа, $\beta=0,6$		Прямые участки [DN]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /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

¹ Измерительные комплексы со стандартными сужающими устройствами по ГОСТ 8.586.1-2005... ГОСТ 8.586.5-2005 и РД 50.2.022-99.

Таблица А8 – Преобразователи расхода с ОНТ² для водяных систем

Тип преобразователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки [DN]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /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 ОНТ² для паровых систем

Тип образова претеля	DN [мм]	Диапазон расхода при $T=200$ °C, $P=1,55$ МПа		Прямые участки [DN]		δ_{\max}^* [%]	T_{\max} [°C]	P_{\max} [МПа]	ΔP_{\max} [МПа]
		Q_B/Q_H	Q_B [м ³ /ч]	L1	L2				
TORBAR	15-1800	10	$(2-60) \cdot 10^2$	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

¹ Измерительные комплексы с осредняющими напорными трубками по МИ 2667-2004 и 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

Изменяемая величина	Пределы приведенной погрешности [%]*	Рабочий диапазон*	Выходной сигнал [мА]
Давление	± 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

Расчетные формулы

Б.1 Массовый расход

Измерение с помощью преобразователей объемного расхода

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

Измерение с помощью стандартных сужающих устройств

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

Измерение с помощью напорных устройств с усредняющими трубками

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

где

G – массовый расход [т/ч];

Q – объемный расход [м³/ч];

T – температура теплоносителя [°С];

β – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка [1/°С];

ρ – плотность теплоносителя при рабочих условиях [кг/м³]¹;

ΔP – разность давлений [кПа];

C – коэффициент истечения²;

E – коэффициент скорости входа²;

ε – коэффициент расширения²;

A – коэффициент расхода; задается как константа;

T – температура теплоносителя [°С];

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

α – коэффициент температурного расширения материала сужающего устройства [1/°С];

X – степень сухости пара; задается как константа;

B_H – коэффициент напорного устройства; задается как константа;

k – показатель адиабаты³.

¹ Вычисляется по МИ 2412-97 для воды и МИ 2451-98 для пара.

² Вычисляется по ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005.

³ Вычисляется по МИ 2451-98.

Б.2 Масса и объем

$$M = \int_{t_1}^{t_2} G \cdot dt \quad (\text{Б.4})$$

$$M = 10^{-3} \cdot \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} \rho \cdot q_{И} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.5})$$

$$M = \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} g_{И} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.6})$$

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

$$V = \int_{k(t_1)}^{k(t_2)} q_{И} \cdot dk(t) \quad (\text{Б.8})$$

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

где

M – масса [т];

V – объем [м³];

G – массовый расход [т/ч];

Q – объемный расход [м³/ч];

k – количество импульсов входного сигнала;

ρ – плотность при рабочих условиях [кг/м³];

$g_{И}$ – цена импульса преобразователя массового расхода [т];

$q_{И}$ – цена импульса преобразователя объемного расхода [м³];

t_1, t_2 – время начала и окончания интервала вычислений [ч].

Б.3 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

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

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_1}^{t_2} [G_2 \cdot (h_1 - h_2) + G_3 \cdot (h_1 - h_{XB})] \cdot dt \quad (\text{Б.20})$$

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

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

$$W = 10^{-3} \cdot \int_{t_0}^{t_1} \left(\sum_{i=1}^{i=a} G_{1i} \cdot h_{1i} - \sum_{j=1}^{j=b} G_{2j} \cdot h_{2j} - \sum_{k=1}^{k=m} G_{3k} \cdot h_{XB} \right) \cdot dt \quad (\text{Б.22})$$

Однотрубная система теплоснабжения (без возврата теплоносителя)

$$\omega = 10^{-3} \cdot G \cdot (h - h_{XB}) \quad (\text{Б.23})$$

$$W = \int_{t_1}^{t_2} 10^{-3} \cdot G \cdot (h - h_{ХВ}) \cdot dt \quad (\text{Б.24})$$

где

- ω – 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;
- $h_{ХВ}$ – энтальпия холодной воды [кДж/кг];
- G_{i1}, h_{i1} – 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 вычислений [ч].