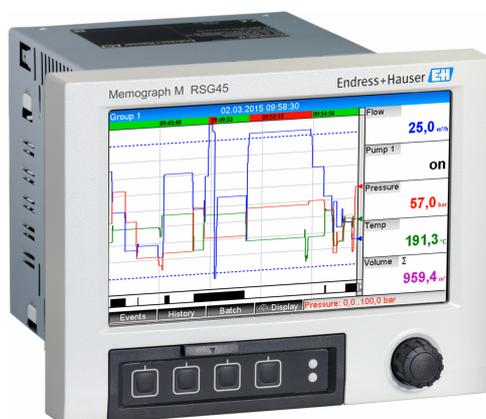


Инструкция по эксплуатации Memograph M, RSG45

Безбумажный регистратор
Дополнительные инструкции для опции «Энергия»
Расчет массы и энергии при применении воды и пара



Содержание

1	Общее описание принципа действия	4
1.1	История разработки встроенного ПО	4
2	Описание областей применения	5
2.1	Области применения воды	5
2.1.1	Количество тепла воды	5
2.1.2	Вода, перепад температуры	5
2.2	Области применения воды/гликоля	6
2.2.1	Вода/гликоль, перепад температур	6
2.3	Области применения пара	8
2.3.1	Количество тепла в паре	8
2.3.2	Перепад температуры пара	8
3	Настройки области применения	10
3.1	Общие рекомендации по программированию	10
3.2	Выбор единиц измерения	10
3.3	Примеры измерения энергии воды и пара	11
3.3.1	Пример перепада температуры воды	11
3.3.2	Пример для количества тепла/массы в паре	13
3.3.3	Расчет расхода по методу ДД (измерение расхода по методу перепада давления)	15
3.4	Уравновешивание (связывание приложений)	18
3.4.1	Общие	18
3.4.2	Мониторинг паровых котлов	18
3.4.3	Дополнительные пакеты решений для специфических применений заказчика	20
3.5	Режим неисправности	21
4	Технические данные	21

1 Общее описание принципа действия

УВЕДОМЛЕНИЕ

В этом руководстве содержится дополнительное описание специального варианта программного обеспечения.

Данное дополнительное руководство не заменяет руководство по эксплуатации, относящееся к устройству!

- ▶ Подробные сведения содержатся в руководстве по эксплуатации и дополнительной документации.

Доступно для всех версий устройства посредством:

- Интернет: www.endress.com/deviceviewer
- Смартфон/планшет: мобильное приложение Endress+Hauser Operations

Энергетический пакет предлагает 4 варианта расчета применения воды и пара с использованием входных переменных расхода, давления, температуры (или разности температур):

- Расчет энергии
- Расчет массы
- Расчет плотности
- Расчет энтальпии

Кроме того, расчеты энергии также возможны при использовании хладагентов на основе гликоля. Кроме того, плотность носителя, сохраненного в приборе, может быть рассчитана в рабочих условиях.

Также можно рассчитать массу путем измерения расхода методом перепада давления (расчет расхода по методу ДД) для воды, пара, жидкостей и газов.

Сбалансировав результаты друг с другом или связав их с другими входными переменными (например, расход газа, электрическая энергия), пользователи могут рассчитать общий баланс, уровень эффективности и т. д. Эти значения являются важными показателями качества процесса и служат основой для оптимизации процесса, технического обслуживания и т. д.

Для расчета термодинамических переменных состояния воды и пара используется международный стандарт IAPWS-IF 97.

1.1 История разработки встроенного ПО

Обзор разработки ПО для прибора:

ПО для прибора Версия/дата	Изменения в ПО	Версия аналитического ПО FDM	Версия OPC-сервера	Инструкция по эксплуатации
Версия 02.00.00/08.2015	Оригинальная версия ПО	Версия 01.03.00.00 и более новые версии	Версия 5.00.03.00 и более новые версии	BA01412R/09/EN /01.15
Версия 2.04.06 / 10.2022	Исправление ошибок	Версия 1.06.03	Версия 5.00.07.00	BA01412R/09/EN /02.22-00

2 Описание областей применения

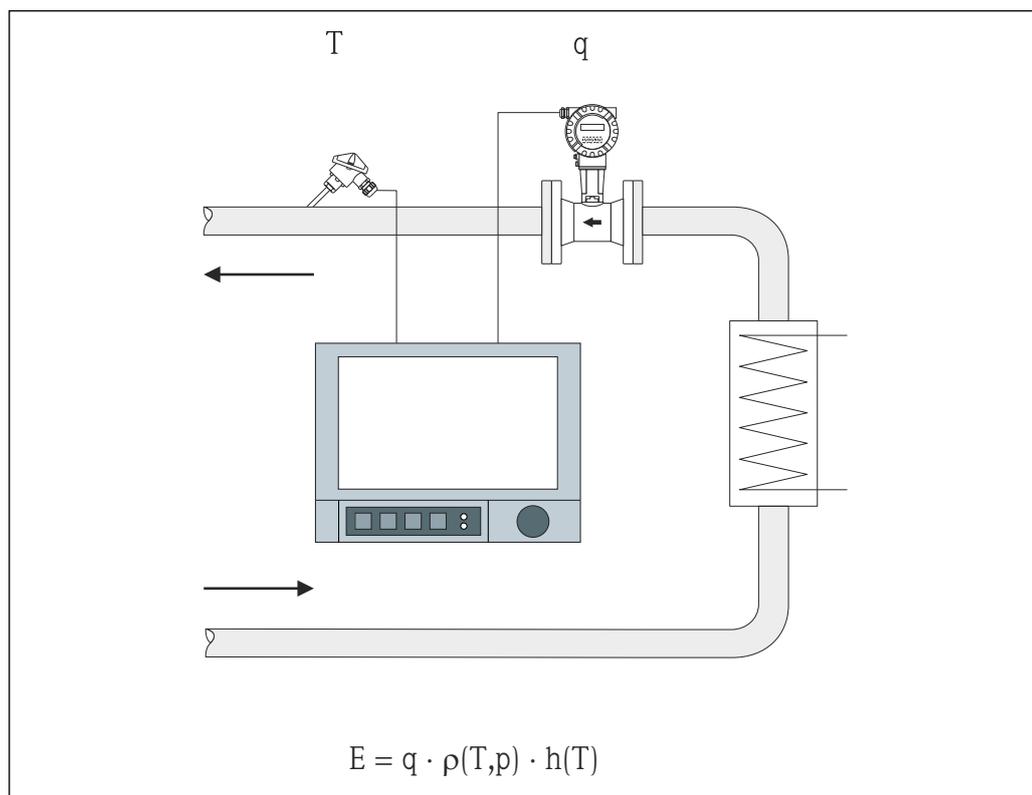
2.1 Области применения воды

2.1.1 Количество тепла воды

Расчет количества тепла в расходе воды. Пример: определение остаточного тепла в трубе возврата теплообменника.

Входные переменные: рабочий объем и температура

Среднее давление рассчитывается автоматически на основе измеренной температуры.



A0009703

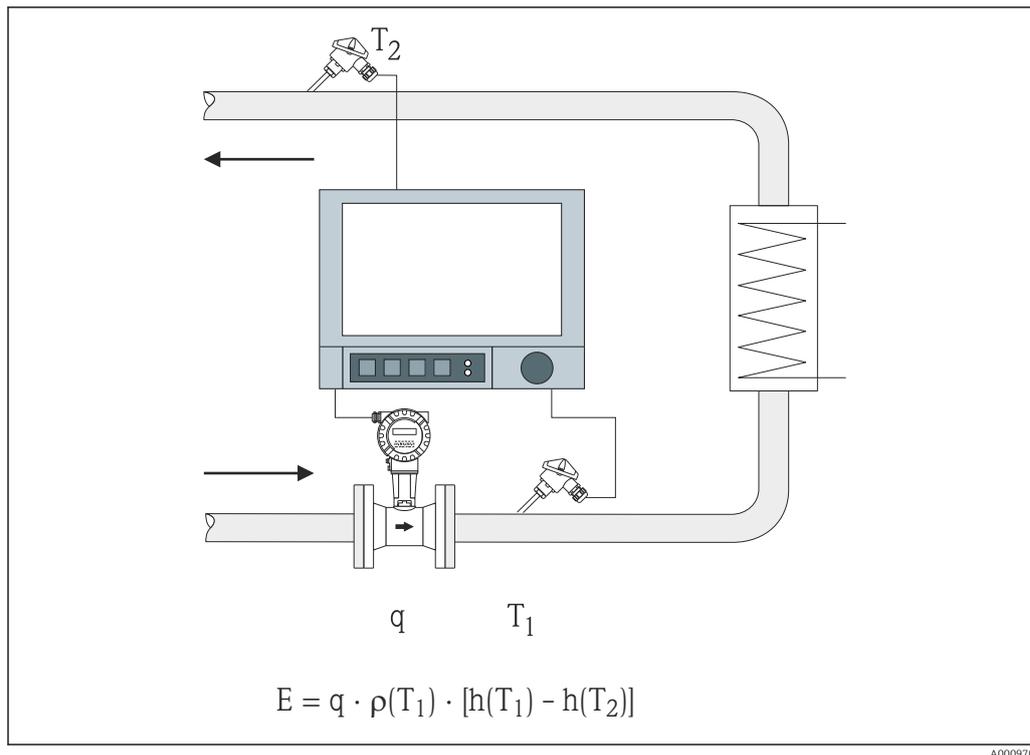
E	Количество тепла
q	Рабочий объем
ρ	Плотность
T	Рабочая температура
h	Удельная энтальпия воды (по отношению к 0 °C)

2.1.2 Вода, перепад температуры

Расчет количества тепла, отдаваемого или принимаемого расходом воды в теплообменнике. Стандартное применение для измерения энергии в контурах отопления или охлаждения.

Входные переменные: измерение рабочего объема и температуры непосредственно перед и после теплообменника (в подающей или обратной трубе).

Датчик расхода может быть установлен на теплой или холодной стороне.



E Количество тепла

q Рабочий объем

ρ Плотность

T_1 T тепл.

T_2 T холодн.

$h(T_1)$ Удельная энтальпия воды при температуре 1

$h(T_2)$ Удельная энтальпия воды при температуре 2

i Для других теплоносителей, таких как термомасло, количество тепла рассчитывается с помощью полиномов для плотности и теплоемкости. Для ввода полиномов используется редактор формул математических каналов. Полиномы для жидкостей, предназначенных для конкретного заказчика, могут быть получены по запросу (за отдельную плату).

2.2 Области применения воды/гликоля

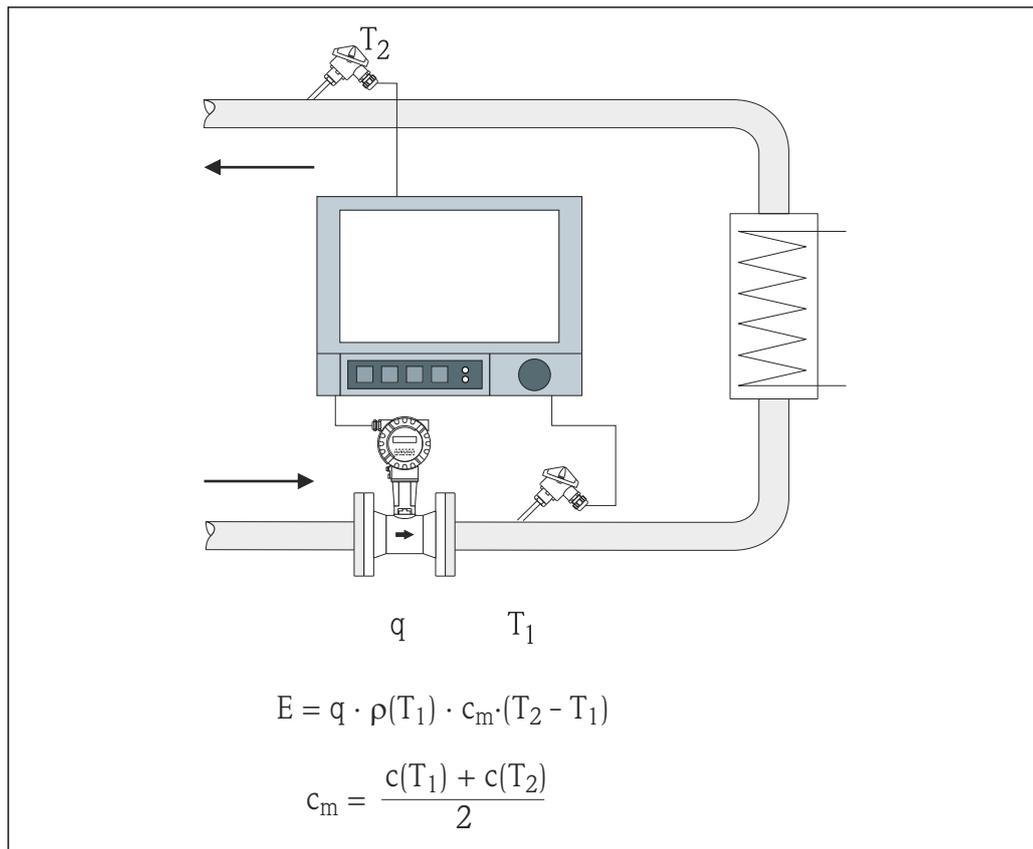
2.2.1 Вода/гликоль, перепад температур

Расчет количества тепла, которое отдает или принимает хладагент (смесь воды и гликоля) в теплообменнике. Стандартное применение для измерения энергии в контурах отопления или охлаждения.

Входные переменные: измерение рабочего объема и температуры непосредственно перед и после теплообменника (в подающей или обратной трубе).

Плотность и теплопроводность хладагента рассчитываются на основе соотношения (концентрации) смеси.

Датчик расхода может быть установлен на теплой или холодной стороне.



A0009705

- E Количество тепла
- q Рабочий объем
- ρ Плотность
- T₁ T тепл.
- T₂ T холодн.
- c (T₁) Удельная теплоемкость при температуре 1
- c (T₂) Удельная теплоемкость при температуре 2
- c_m Средняя удельная теплоемкость

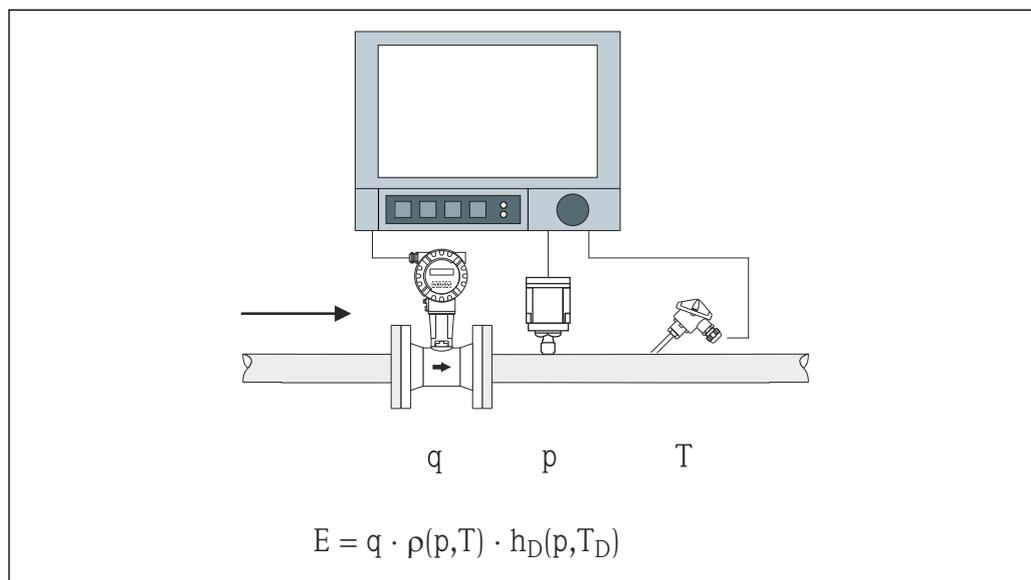
i Для других хладагентов специальные полиномы для расчета количества тепла могут быть получены по запросу (за отдельную плату).

2.3 Области применения пара

2.3.1 Количество тепла в паре

Расчет массового расхода и количества содержащегося тепла на выходе парогенератора или для отдельных потребителей.

Входные переменные: рабочий объемный расход, температура и/или давление



A0009709

E	Количество тепла
q	Рабочий объем
ρ	Плотность
T _D	Температура пара
p	Давление (пар)
h _D	Удельная энтальпия пара

Для упрощенного измерения насыщенного пара не нужно измерять давление или температуру. Недостающая входная переменная определяется с помощью кривой насыщенного пара, хранящейся в системе.

При измерении давления и температуры состояние пара точно определяется и контролируется. Аварийный сигнал о насыщенности пара подается, когда температура насыщенного пара = температуре конденсата (см. → 21)

2.3.2 Перепад температуры пара

Расчет количества тепла, отдаваемого при конденсации пара в теплообменнике.

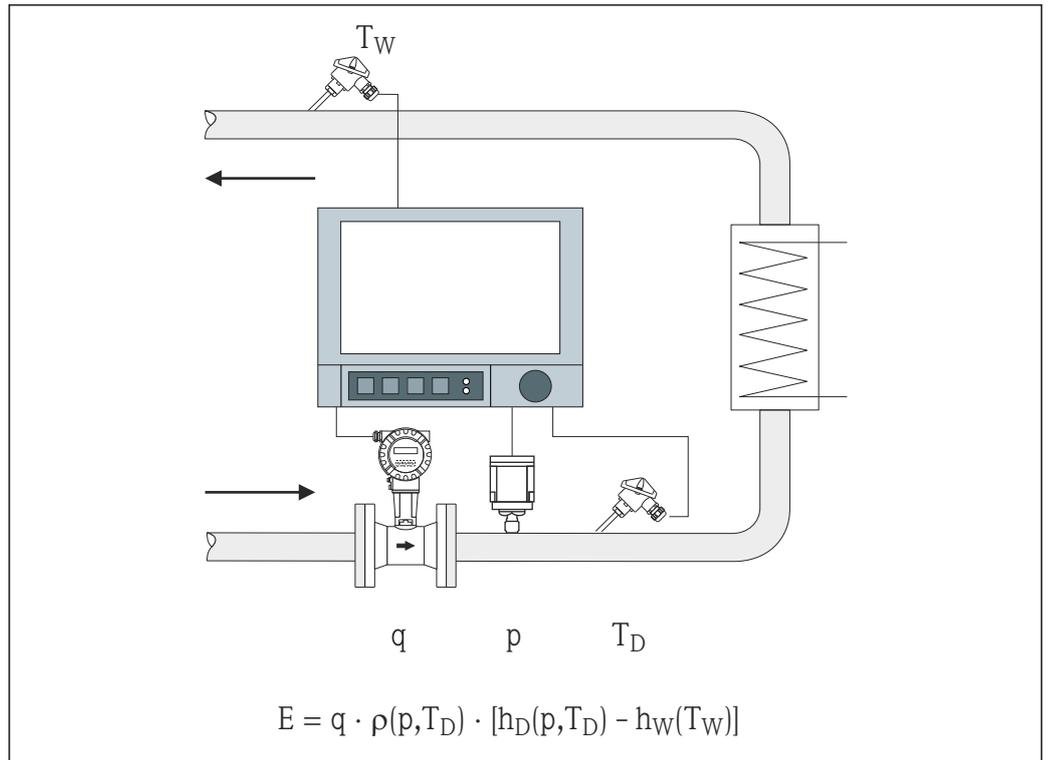
Альтернативный вариант, также расчет количества тепла (энергии), которое используется для производства пара.

Входные переменные: измерение давления и температуры непосредственно перед теплообменником (или парогенератора) и после него.

Датчик расхода может быть встроен либо в паровую, либо в водную трубу (конденсат или питательная вода).

Если требуется измерение расхода как в паровой трубе, так и в водной трубе (например, из-за потребления или потери пара), необходимо настроить две области применения, а именно: количество тепла пара и количество теплоты воды. Затем

количества массы и энергии могут быть сбалансированы в математическом канале с помощью редактора формул (см. →  18).



A0009710

E	Количество тепла
q	Рабочий объем
ρ	Плотность
T _D	Температура пара
T _W	Температура воды (конденсата)
p	Давление (пар)
ч _D	Удельная энтальпия пара
ч _W	Удельная энтальпия воды

3 Настройки области применения

3.1 Общие рекомендации по программированию

Установите входные значения расхода, давления и температуры.

Для этого используются стандартные входные данные. Предпочтительно, чтобы единицы для масштабирования диапазонов измерения были взяты из приведенной ниже таблицы (см. →  10). В противном случае коэффициенты преобразования должны быть определены при определении области применения (см. →  10).

1. Откройте математический канал.
2. Активируйте функцию для расчета энергии или массы и выберите область применения.
3. Назначьте входные данные и определите единицы измерения.
4. Выберите единицы измерения для общих счетчиков в меню **Счетчик**.
5. При применении для пара настройте режим неисправности в случае срабатывания аварийного сигнала о насыщенности пара, если это применимо.
6. Настройте дисплей, т. е. сгруппируйте значения для отображения и выберите режим отображения.

3.2 Выбор единиц измерения

Единицы измерения для входных данных и применение выбираются в контексте конфигурирования области применения (в математическом канале). Убедитесь, что выбранные здесь единицы измерения идентичны единицам, которые использовались для масштабирования входных данных.

Если вы предпочитаете другие единицы измерения для конфигурирования входных данных, необходимо выбрать математический канал, в котором единицы измерения должны быть преобразованы в единицы, указанные в таблице. Этот математический канал затем используется в качестве входных данных расхода в другой математический канал для вычисления энергии или массы.

Расход	м ³ /ч	фт ³ /ч	gal/h	фт ³ /мин	gpm	л/ч			
Давление	бар (a) (g)	psi (a) (g)	МПа (a) (g)	дюйм вод. ст. (a) (g)					
Плотность	кг/м ³	фунт/фут ³							
Датчик температуры	°C	K	°F						
Расход тепла	кВт	МВт	кБТЕ/ч	МБТЕ/ч	т	кБТЕ/мин	терм/мин	терм/ч	GJ/ч
Энергия тепла	кВтч	МВтч	МДж	МБТЕ	тч	кБТЕ	терм	ГДЖ	
Массовый расход	кг/ч	т/ч	фунт/ч	т/ч					
Сумма масс	кг	т	фунт	т					
Энтальпия	кДж/кг	БТЕ/фн							

галлон = галлоны жидкости: 1 фут³ = 7,48051948 галлон

тонна (масса) = тонна (короткая) США: 1 тонна = 907,184 74 кг

тонна (мощность) = тонна охлаждения (ТО): 1 тонна = 3,516 852 84 кВт

БТЕ = международная таблица [пара] (МТ): 1 БТЕ = 1055,056 кДж

терм = терм США (на основе БТЕ59 °F): 1 терм = 105 480,4 кДж

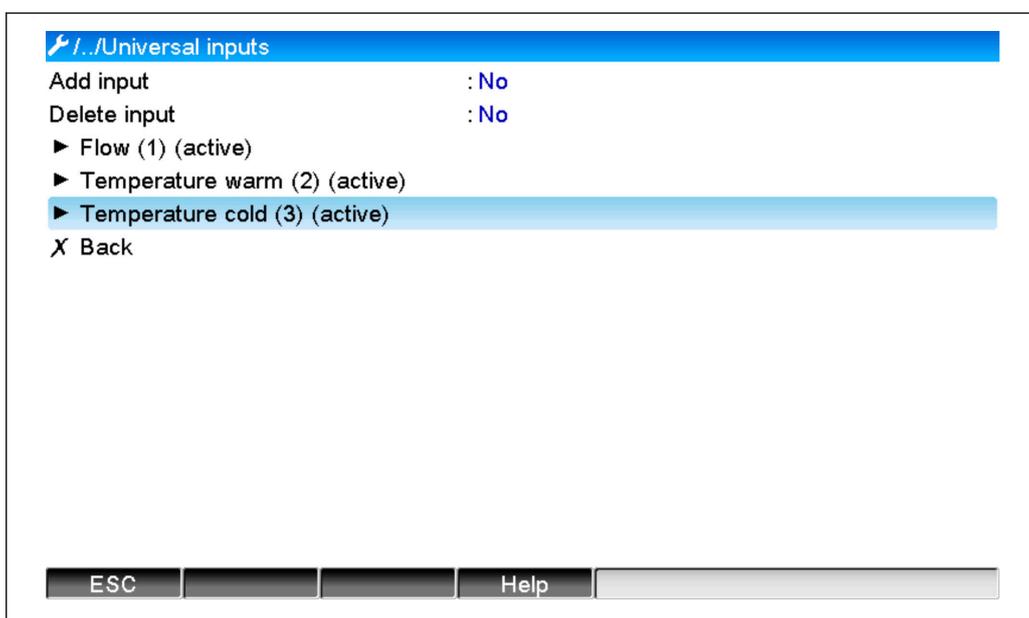
GPM = галлон в минуту

3.3 Примеры измерения энергии воды и пара

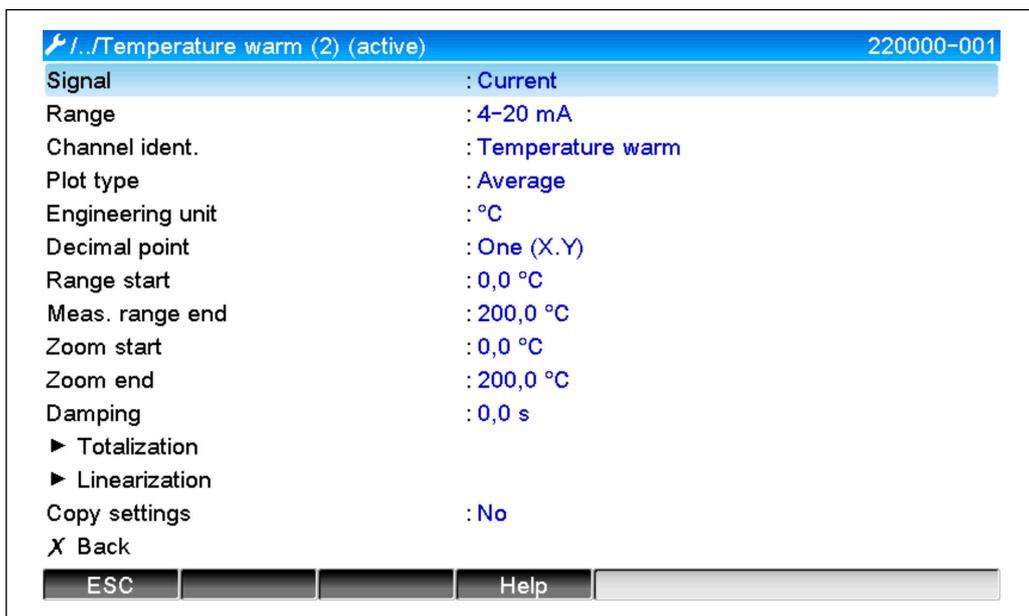
3.3.1 Пример перепада температуры воды

Установка входных значений расхода, давления и температуры

1. Выберите сигнал.
2. Введите имя для идентификатора канала.
3. Определите единицу измерения (см. таблицу → 10).
4. Установите диапазон измерения.



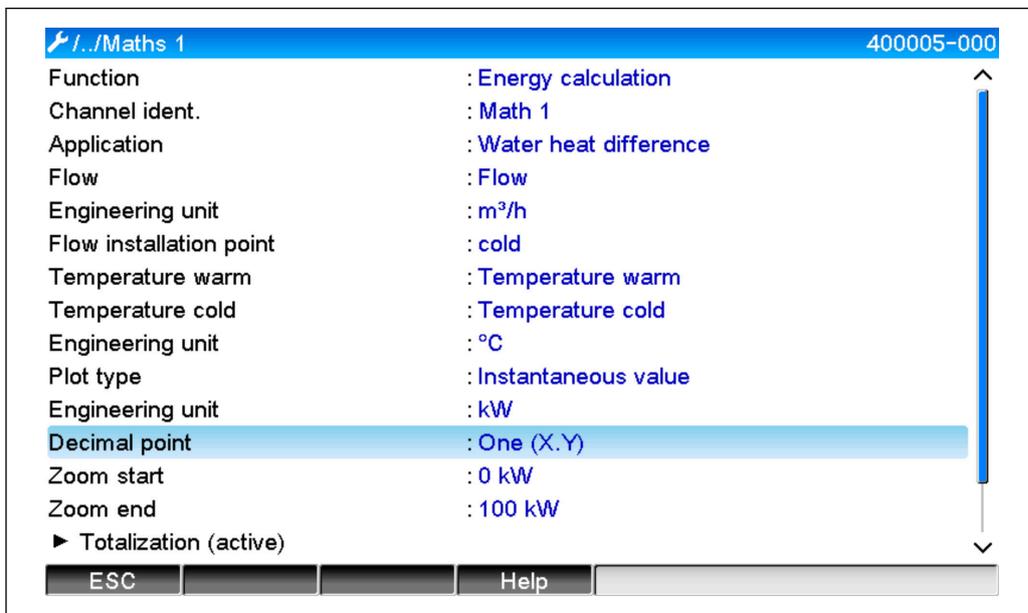
A0050924



A0050925

Настройка расчета энергии

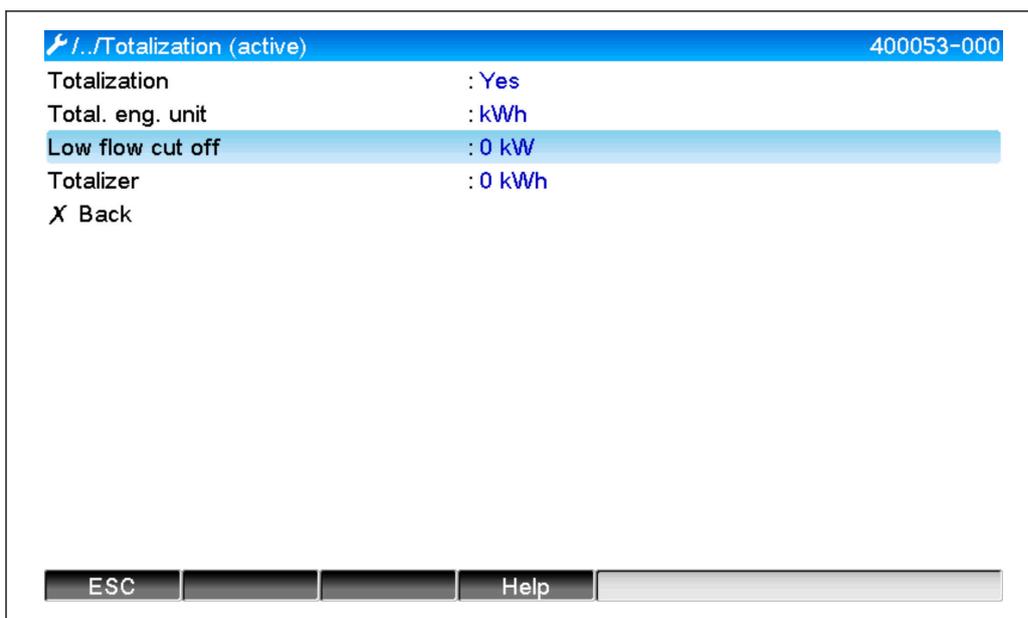
1. Откройте математический канал.
2. Выберите расчет энергии.
3. Назначьте датчики и единицы измерения.
4. Укажите точку установки датчика расхода.
5. Установите диапазон масштабирования.



A0050926

Выбор единицы измерения для общего счетчика

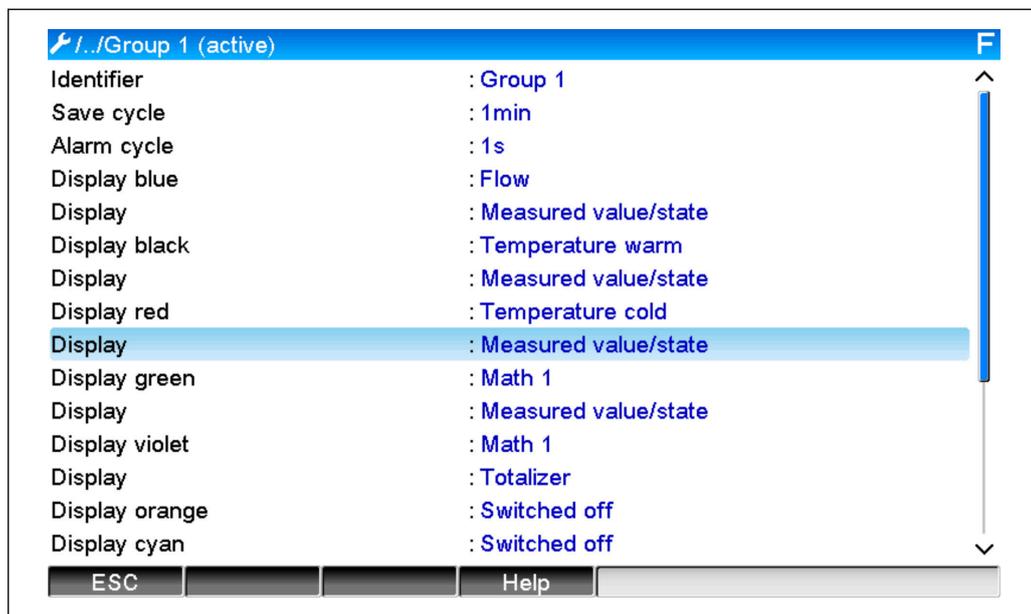
1. Активируйте счетчик.
2. Выберите единицу измерения и при необходимости установите пороговое значение (отсечка малого расхода) (значения, которые меньше порогового значения, не суммируются).



A0050928

Настройка дисплея

- Выберите значения и формат отображения для дисплея.

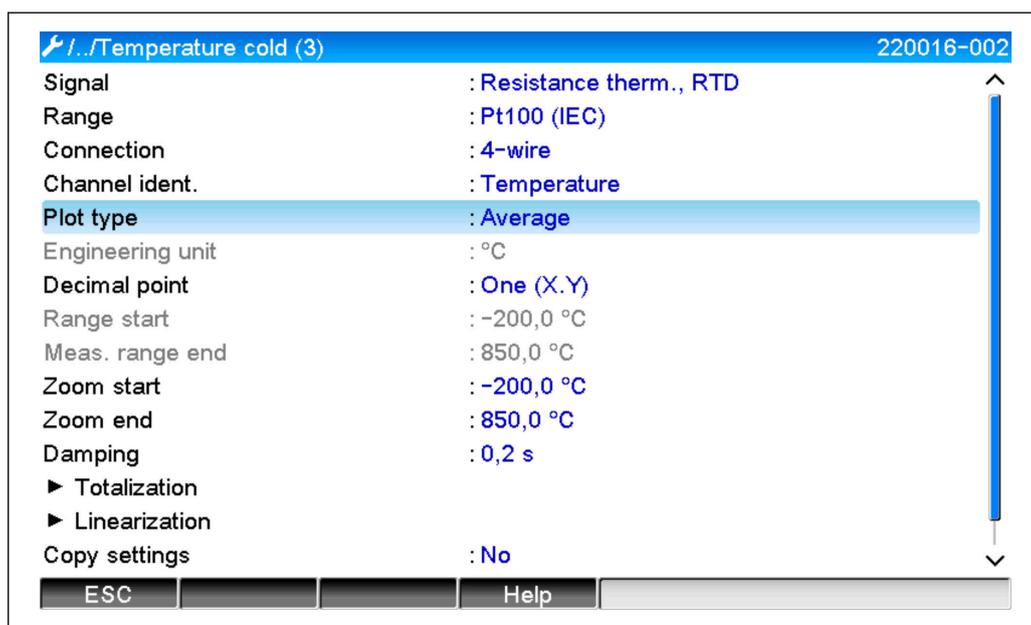


A0050927

3.3.2 Пример для количества тепла/массы в паре

Установка входных значений расхода, давления и температуры

1. Выберите сигнал.
2. Введите имя для идентификатора канала.
3. Определите единицу измерения (см. таблицу → 10).
4. Установите диапазон измерения.

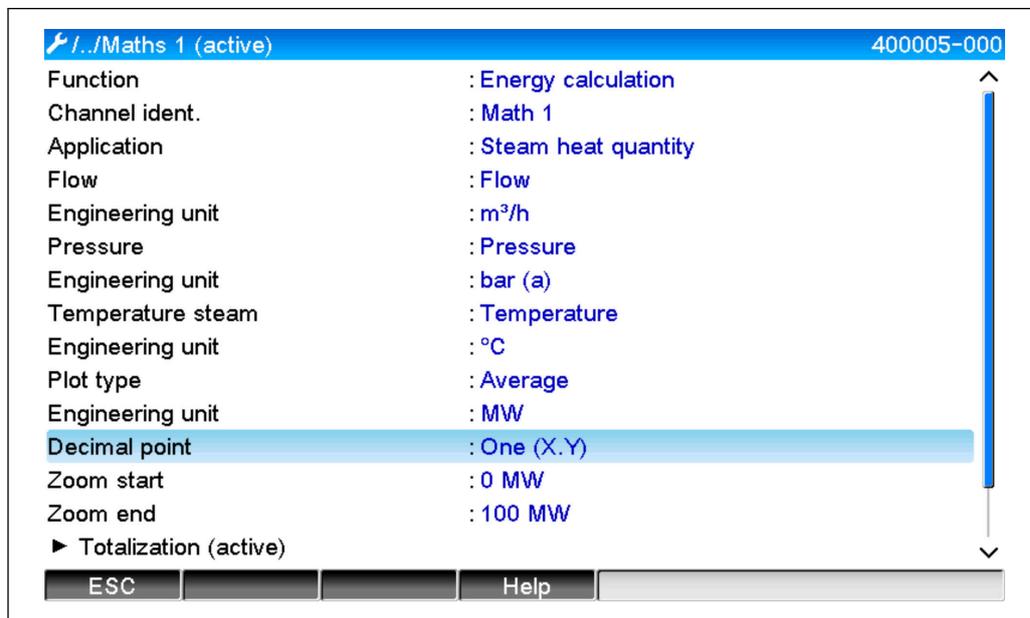


A0050929

Настройка расчета энергии

1. Откройте математический канал.

2. Выберите расчет энергии или массы.
3. Назначьте датчики и единицы измерения.
 - ↳ Если вам необходимо рассчитать и отобразить энергию и массу, скопируйте настройки в математический канал 2 и выберите там «Расчет массы».

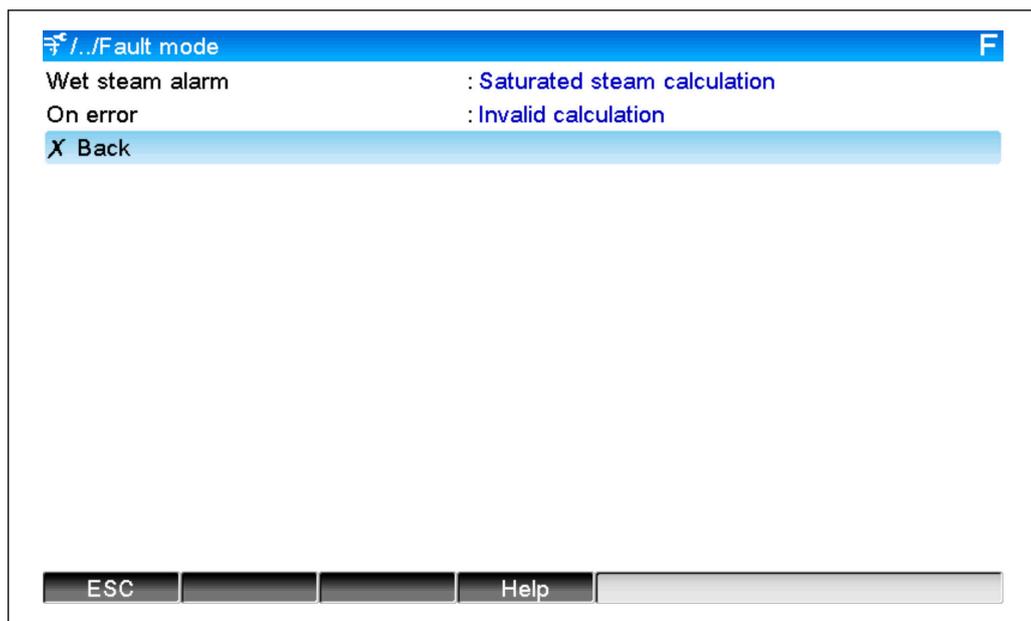


Выбор единицы измерения для общего счетчика

1. Активируйте счетчик.
2. Выберите единицу измерения и при необходимости установите пороговое значение (отсечка малого расхода) (см. пример → 📄 13, № 2.2)

Настройка поведения в случае аварийного сигнала о насыщенности пара (возможно только при использовании входных данных давления и температуры)

1. Активируйте опцию «Настройка прибора/Эксперт».
2. Установите режим неисправности **Авар. сигн. о насыщ. пара** (остановка счетчика в случае аварийного сигнала о насыщенности пара или продолжение расчета с условиями насыщенности пара и продолжение счетчика, т. е. счетчики продолжают работать в нормальном режиме. Сконфигурируйте, должен ли аварийный сигнал о насыщенности пара подаваться через реле).



A0050931

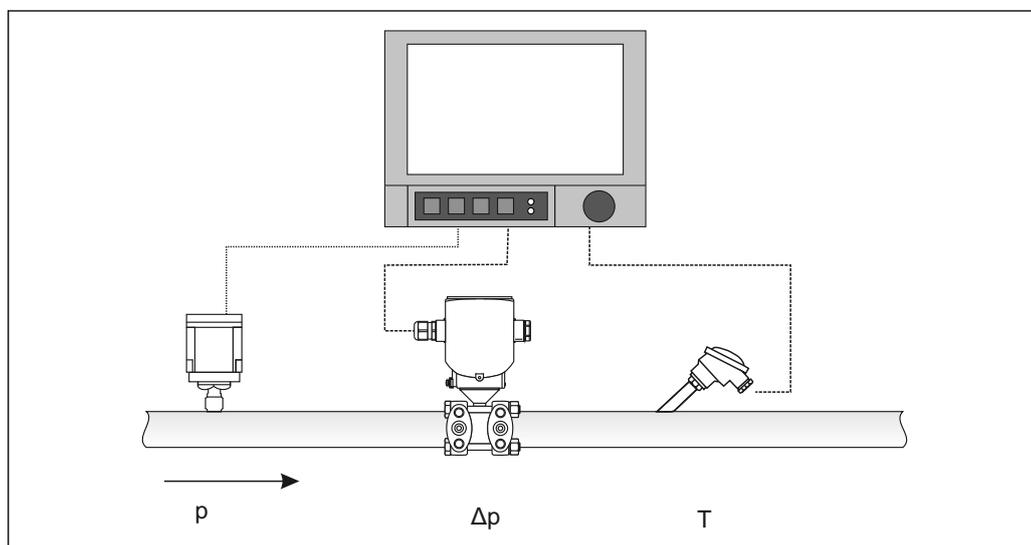
Настройте дисплей.

- Выберите значения и режим отображения для дисплея (пункт меню: группирование сигналов (см. пример → 13, № 3))

3.3.3 Расчет расхода по методу ДД (измерение расхода по методу перепада давления)

Общая информация

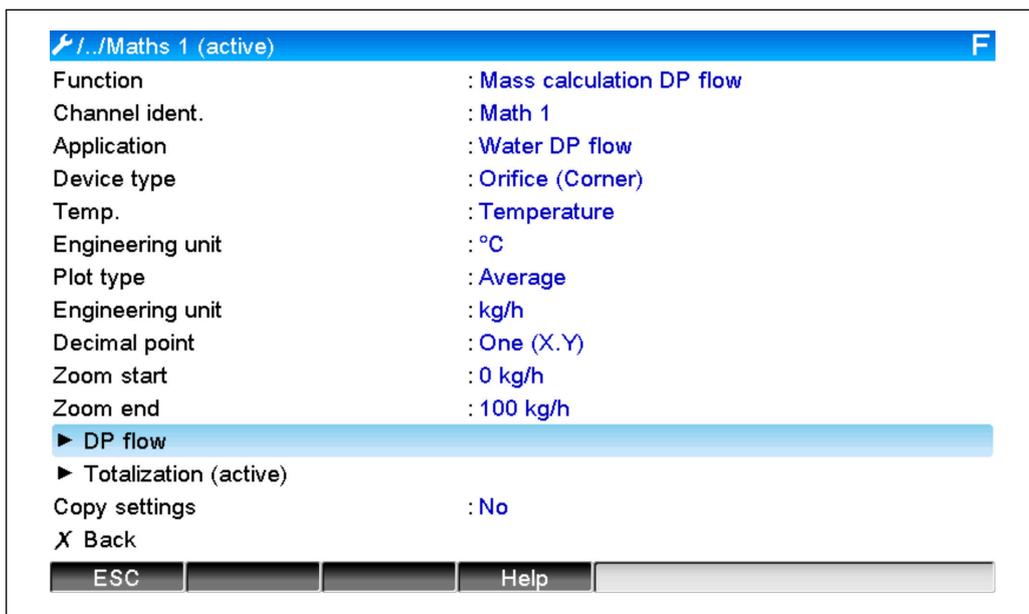
Прибор рассчитывает расход по методу перепада давления в соответствии со стандартом ISO5167. В отличие от обычных методов измерения перепада давления, которые дают точные результаты только при расчетных условиях, прибор рассчитывает коэффициенты уравнения расхода (коэффициент расхода, коэффициент скорости приближения, число расширения, плотность и т. д.) итеративно на непрерывной основе. Это гарантирует, что расход всегда рассчитывается с максимальной точностью, даже при колебаниях условий процедуры и полностью независимо от расчетных условий (температура и давление в параметрах определения размеров).



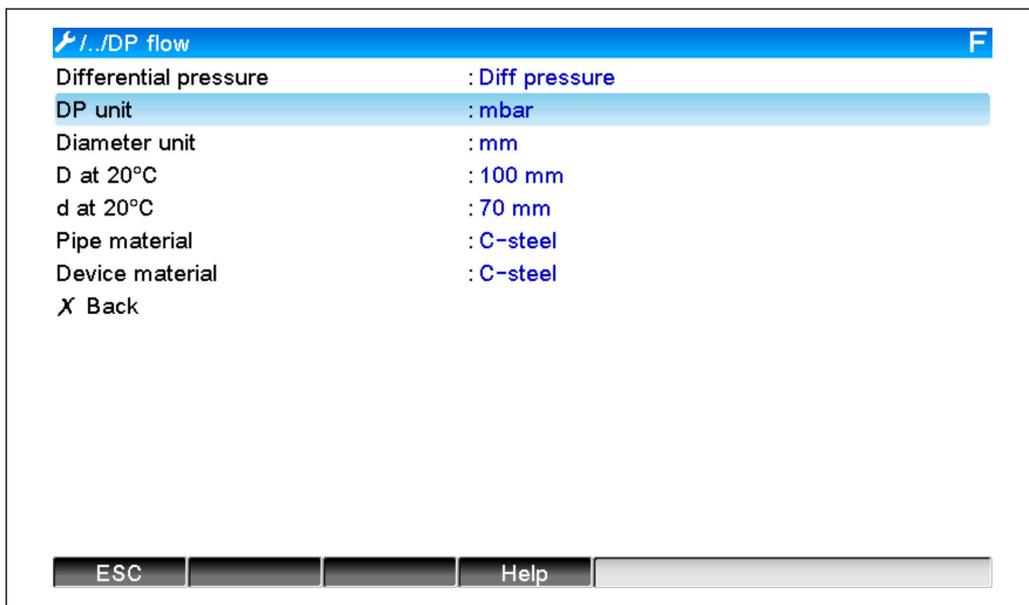
A0050949

Остальные настройки конфигурируются в математическом канале и в подменю «Расход по ДД»:

1. Выберите область применения (вода, пар, жидкости, газ).
2. Выберите расчет и материал преобразователя перепада давления, например, измерительную диафрагму, патрубков.
3. Введите внутренний диаметр «D» трубы при 20 °C (68 °F).
4. Введите диаметр «d» датчика перепада давления (или коэффициент k для труб Пито) при 20 °C (68 °F).



A0050953



A0050954

Плотность при рабочих условиях: плотность для жидкостей, кроме воды и гликоля, а также для газов должна определяться при рабочих условиях. Плотность может быть

либо рассчитана в математическом канале, либо определена извне и передана на прибор. Общая формула для определения плотности газов:

$$\rho(b) = \rho(n) \cdot \frac{p}{pn} \cdot \frac{Tn}{T}$$

$\rho(b)$	Плотность в рабочих условиях
$\rho(n)$	Плотность в нормальных условиях
p	Рабочее давление в бар
$p(n)$	Давление в нормальных условиях в бар (например, 1,013 бар)
$T(n)$	Температура в кельвинах в нормальных условиях (например, 273 кельвина)
T	Рабочая температура в Кельвинах (т. е. температура в °C +273,15)

Для жидкостей данные о плотности можно ввести в табличной форме в разделе «Эксперт/Приложение/Математика/Математика x/Линеаризация». Затем в поле «Плотность» назначается математический канал.

3.4 Уравновешивание (связывание приложений)

3.4.1 Общие

Чтобы уравновесить между собой количества массы или энергии или вычислить значения характеристик, можно использовать любой математический канал.

Пример: уравновешивание паровой установки

- Количество тепла генерируемого пара рассчитывается в математическом канале 1.
- Математический канал 2 используется для расчета остаточной энергии в расходе конденсата (количество тепла воды)

Поиск:

Энергия, которая была отдана между трубой подачи пара и трубой возврата конденсата.

Решение:

1. Откройте математический канал 3.
2. Выберите редактор формул.
3. Вычтите расходы энергии (значения тока) друг из друга и суммируйте (интегрирование).
 - ↳ В качестве альтернативы счетчики можно вычитать напрямую.
Формула: MI(3;1)-MI(3;2)

3.4.2 Мониторинг паровых котлов

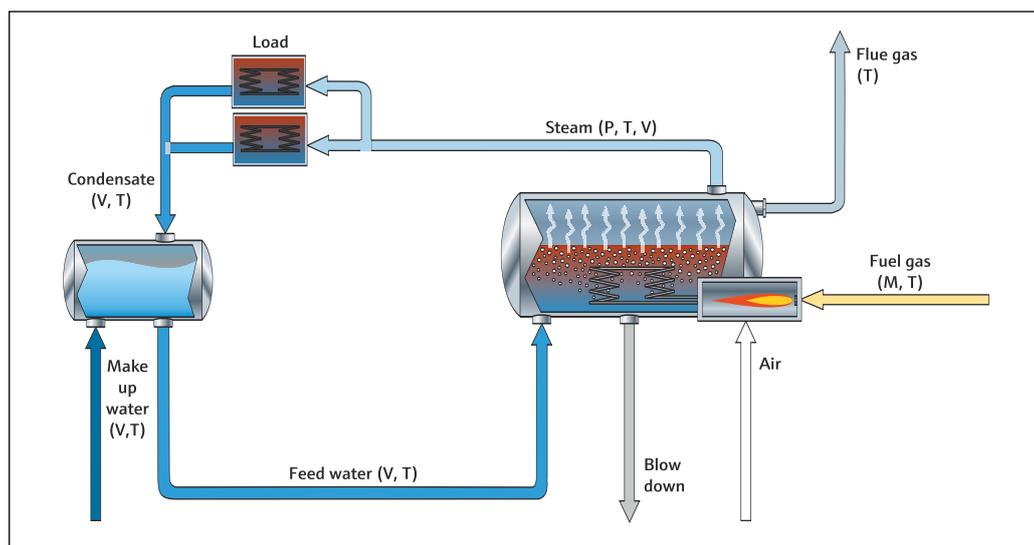
Паровой котел контролируется для обеспечения безопасности установки, а также для оптимизации процессов и, соответственно, экономии затрат.

Измеряемые переменные для мониторинга безопасности установки:

- Уровень
- Давление в котле
- Температура котла

Измеряемые переменные и характерные значения для оптимизации процессов:

- Энергия расхода пара
- Энергия расхода конденсата
- Энергия питательной воды или пресной воды
- Энергия продувки котла
- Энергия топлива (например, природный газ, печное топливо)
- Энергия, содержание кислорода и температура расхода дымовых газов
- Массовый расход воздуха для горения (включая содержание и температуру O_2)
- Химический анализ: pH, растворенный кислород, проводимость



A0050956

Пример: расчет эффективности котла

- Математический канал 1 (M1) : количество тепла пара (суммирование: счетчик)
- Математический канал 2 (M2) : количество тепла топлива (суммирование: счетчик)
- Математический канал 3 (M3) : эффективность топлива в пар (в %)
- Математический канал 4 (M4) : соотношение топлива и пара

Конфигурация математического канала 3:

I../Effizienz (3) (active)		400002-002
Function	: Formula editor	
Channel ident.	: Efficiency	
Formula	: $MI(3;1)/MI(3;2)*100$	
The result is	: Efficiency	
Engineering unit	: %	
Decimal point	: One (X.Y)	
Copy settings	: No	
X Back		

ESC Help

A0050957

i Для расчета эффективности необходимо использовать значения счетчика математического канала 1 и 2. Для параметра «Результат» необходимо выбрать «Эффективность». При этой настройке значения счетчика анализа сигнала автоматически используются для расчета эффективности, и вы получаете 4 значения эффективности (например, 15 мин, день, месяц, год) для отображения и сохранения.

Устройства, предварительно настроенные в соответствии с требованиями заказчика, можно заказать для следующих областей применения пара:

- Стандартная эффективность парового котла (прямой расчет эффективности)
- Эффективность парового котла, включая оценку отдельных потерь (потери в дымовых трубах, продувка, радиационные выбросы)
- Балансировка парораспределения, включая измерение утечек
- Измерение расхода пара, включая определение удельной потребности в паре на производственную единицу.

3.4.3 Дополнительные пакеты решений для специфических применений заказчика

В дополнение к пакетам решений для пара можно заказать предварительно настроенные приборы для дополнительных применений с учетом требований заказчика:

Охладительная система:

- Расчет коэффициента мощности (COP) для системы, установки и холодильного агрегата
- Балансировка распределения охлаждающей системы
- Расчет удельного использования охлаждающей системы (на производственную единицу)

Система сжатого воздуха:

- Измерение удельной производительности компрессора (кВтч/Нм³)
- Измерение утечек
- Наблюдение за фильтром
- Расчет удельного расхода сжатого воздуха

Отопительная система:

- Эффективность водогрейного котла
- Балансировка распределения тепла
- Расчет удельного расхода тепла (на производственную единицу)

Сточные воды:

- Удельное потребление энергии в зависимости от нагрузки сточных вод
- Удельная производительность аэратора
- Удельная производительность насоса
- Удельная выработка газа вторичной переработки

3.5 Режим неисправности

Режим неисправности может быть настроен только в режиме «Эксперт».

Настройки для режима неисправности входных данных описаны в разделе 6.4 руководства по эксплуатации для безбумажного регистратора.

В случае ошибки расчет энергии и массы продолжается с использованием замещающего значения, либо расчет считается недействительным.

Для паровых систем после достижения температуры конденсата (аварийный сигнал о насыщенности пара) рассчитывается состояние насыщенного пара на основе T, а также рассчитывается расход тепла (производительность). Поведение счетчиков можно задать в пункте меню «При ошибке/Авар. сигн. о насыщ. пара»:

- Остановка суммирования (остановка счетчика)
- Продолжить суммирование, т. е. счетчики продолжают работать (расчет насыщенного пара)

4 Технические данные

	Вода	Вода/гликоль	Пар
Диапазон измерений	0 до 350 °C (32 до 662 °F)	-40 до 350 °C (-40 до 662 °F)	
Диапазон измерения перегретого пара			0 до 1000 бар (0 до 14 503,7 фунт/ кв. дюйм) 0 до 800 °C (32 до 1 472 °F)
Диапазон измерения насыщенного пара			0 до 165 бар (0 до 2 393 фунт/кв. дюйм) 0 до 373 °C (32 до 703 °F)
Мин. перепад температур	0 °C (0 °F)		
Концентрация		от 0 до 60 об. %	
Предел. значения погрешности (универсальные входы)	3 до 20 °C (37,4 до 68 °F) < 1,0 % диапазона измерения 20 до 250 °C (68 до 482 °F) < 0,3 % диапазона измерения		
Частота выборки	500 мс		
Стандарт расчета	IAPWS-IF 97 EN1434	Полиномиальные функции (погрешность: макс. 0,6 %)	IAPWS-IF 97



71601155

www.addresses.endress.com
