

ОКП 42 1894



**ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ СТУ-1**  
**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**  
**ТЕСС 00.030.02 РЭ**  
**МОДЕЛЬ 2**

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 НАЗНАЧЕНИЕ.....	5
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	8
3 СОСТАВ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА И КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	24
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА.....	25
5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....	30
6 УПАКОВКА .....	30
7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	31
8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	50
9 ПОВЕРКА ТЕПЛОСЧЕТЧИКА.....	52
10 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ.....	53
11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	53
12 УТИЛИЗАЦИЯ.....	53
13 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	53
14 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Типы и основные характеристики преобразователей объемного расхода, термопреобразователей, преобразователей давления, входящих в состав теплосчетчиков СТУ-1.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Назначение и состав средств и комплектов, поставляемых по отдельному заказу.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ В Подключение теплосчетчика СТУ-1 Модель 2 к принтеру, модему, ПЭВМ по интерфейсу RS-232 .....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Эквивалентные схемы измерительных входов силовых каналов теплосчетчика СТУ-1 Модель 2.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Описание регистра нештатных состояний .....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Схема локальной сети, выполненной через интерфейс RS 485 теплосчетчика СТУ-1 Модель 2.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Графики потерь давления в U-образных измерительных участках .....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ З Подключение автономного питания к теплосчетчику СТУ-1 Модель 2.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ И Зависимость скорости распространения УЗС в воде .....	65

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АК – акустический канал  
АЦП – аналого-цифровой преобразователь  
БД – база данных  
ВС – водосчетчик  
ГВС – горячее водоснабжение  
ЖКИ – жидкокристаллический индикатор  
ПД – преобразователь давления  
НС – нештатная ситуация  
ПК – персональный компьютер  
ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь  
ПТС – преобразователь температуры сопротивления  
Т – температура  
ТР – трубопровод  
ТС – теплосчетчик  
ТВ1 – первый тепловой ввод  
ТВ2 – второй тепловой ввод  
Тр – время наработки теплосчетчика  
Т<sub>х</sub> – температура холодной воды  
УЗИ – ультразвуковой импульс  
УИР – ультразвуковой преобразователь расхода  
ЭБ – электронный блок  
DN – условный диаметр  
Q – количество тепловой энергии  
W – тепловая мощность  
M – масса  
V – объем  
G – объемный расход  
G<sub>M</sub> – массовый расход  
ΔT – разность температур  
h – энтальпия  
ρ – плотность  
P – давление  
δ – относительная погрешность  
Δ – абсолютная погрешность  
γ – приведенная погрешность

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ распространяется на теплосчетчики СТУ-1 (в дальнейшем теплосчетчики) и предназначен для ознакомления пользователя с устройством теплосчетчиков и порядком их эксплуатации.

Во время эксплуатации теплосчетчиков строго следовать рекомендациям РЭ, производить в установленное время все необходимые операции по обслуживанию и заносить в соответствующие разделы паспорта сведения о проверке теплосчетчика и изменении коэффициентов настройки.

Теплосчетчик СТУ-1 зарегистрирован в Госреестре России под № 26532-09.

Экспертное заключение Госэнергонадзора РФ №325-ТС

Зарегистрирован в Госреестре Украины под № UA MI/Зр-733-2005.

Зарегистрирован в Госреестре Казахстана под № KZ.02.03.03487-2010/26532-09.

Межповерочный интервал – 4 года.

### **ВНИМАНИЕ!**

При использовании теплосчетчика и монтаже первичного преобразователя выполните следующие требования:

- при использовании измерительных участков U и X – образной формы, прямолинейные участки не требуются. При использовании покупных преобразователей расхода (ВС), прямолинейные участки должны соответствовать значениям, указанным в Руководстве по эксплуатации на устанавливаемые ВС.
- плоскость, образованная парой пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП), должна преимущественно располагаться горизонтально;
- в рабочих условиях весь объем трубы ультразвукового преобразователя расхода (УПР) должен быть заполнен измеряемой средой;
- если теплосчетчик подвержен сильным промышленным помехам, проникающими в электронный блок по кабелям от ПЭП, следует использовать модули гальванической развязки нашего производства типа МУР с встроенным усилителем на + 6 Дб (усиление в 2 раза);
- избегать наличия газообразной среды в трубопроводе;
- необходима установка средств грозозащиты;

### **Отличительные особенности:**

- кроме почасового и суточного архивов, теплосчетчик имеет подвухминутный архив данных. Архивы могут просматриваться одновременно;
- автоматический переход с зимнего времени на летнее и наоборот можно включить или отключить в режиме программирования;
- температура холодной воды может программироваться на каждый месяц согласно графику теплоснабжающей организации;
- имеется возможность перерасчета величины потребленной тепловой энергии с учетом фактической температуры холодной воды;
- имеется журнал нештатных ситуаций;
- работа с GPRS – модемом, причем имеется возможность самостоятельной инициализации теплосчетчиком процесса передачи на удаленный компьютер или сотовый телефон (посредством SMS – сообщений) архивных данных, нештатных ситуаций и сбоев в работе теплосчетчика.
- имеется возможность подключения теплосчетчика к сети Ethernet. Высокоскоростной сервер Ethernet поддерживает протокол обмена TCP с защитой информации по 256-bit AES Rijndael encryption;
- поддерживается широко известными диспетчерскими программами "Кливер Мониторинг Энерджи" и WORM, ПТК "СПРУТ" и др. ;
- для связи со SCADA-системой разработан OPC-сервер;
- доступ к программируемым данным блокирован переключкой, находящейся под металлической пломбой инспектора. Программируемые данные дополнительно защищены шестизначным паролем. Время несанкционированного вмешательства и его продолжительность фиксируется в журнале событий. Аппаратная часть защищена пломбой с оттиском поверительного клейма поверителя.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Теплосчетчики предназначены для измерения количества тепловой энергии, тепловой мощности, объемного расхода, массового расхода, объема, массы, температуры, давления теплоносителя в закрытых и открытых системах теплоснабжения), а так же количества других измеряемых сред.

1.2 Теплосчетчики обеспечивают измерение количества тепловой энергии, объемного расхода, объема, температуры и давления теплоносителя в двух трубопроводах и дополнительно измерение объемного расхода и объема теплоносителя (воды) еще в четырех трубопроводах, а так же индикацию массового расхода и массы теплоносителя.

1.3 Теплосчетчики обеспечивают ведение архива среднесуточных, среднечасовых, среднесуточных и итоговых значений параметров теплоносителя по всем трубопроводам, ведение архива нештатных ситуаций, времени корректной и некорректной работы теплосчетчиков.

1.4 Измеряемая среда – вода с кинематической вязкостью от  $0,198 \cdot 10^{-6}$  до  $1,569 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с, с содержанием твердых веществ не более 1% от объема, максимальной скоростью не более 10 м/с, числом Рейнольдса не ниже Re 10000, температурой от 1 до 150 °С, рабочим давлением не более 1,6 МПа, либо любая другая жидкость, для которой известна скорость распространения ультразвука и имеется методика выполнения измерений.

Теплосчетчики обеспечивают работоспособность при использовании теплоносителя в виде питьевой воды по ГОСТ 2874 или СНиП 2.04.07.

1.5 В состав теплосчетчиков входит электронный блок ЭБ (вычислитель), включающий в себя расходомерную часть, состоящую из двух независимых ультразвуковых расходомеров для измерения расхода теплоносителя, соответственно по подающему и обратному трубопроводам первого (ТВ1) и/или второго теплового ввода (ТВ2) и/или измерения расхода горячей и холодной воды (в ТВ и/или ТВ2).

В состав каждого встроенного расходомера входит измерительный участок - ультразвуковой преобразователь расхода (УПР), состоящий из одной или двух пар пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП), установленных на измерительном участке номинальным диаметром (DN) от 15 до 1800 мм, а именно:

- при DN (15...200) мм. поставляется готовый УПР;

- при DN (250...1800) мм пьезоэлектрические преобразователи могут монтироваться на существующий трубопровод;

- при DN 250...1600 мм, готовый УПР может поставляться по заказу.

При поставке беструбного варианта, поставляются одна или две пары ПЭП с комплектом монтажной арматуры и кабелем РК-50.

Длина кабеля от УПР до электронного блока, м .....400

В зависимости от заказа в состав теплосчетчика так же могут входить:

- четыре наружных преобразователя расхода ВС3, ВС4, ВС5, ВС6 для измерения расхода теплоносителя во второй системе отопления или ГВС, соответственно по подающему и обратному трубопроводам второго теплового ввода (ТВ2), а так же для измерения расхода горячей и/или холодной воды в дополнительных трубопроводах.

1.6 Характеристики выходных сигналов наружных преобразователей расхода, входящих в состав теплосчетчиков:

1.6.1 Первичные ВС могут иметь импульсный или частотный выходной сигнал.

1.6.1.1 Характеристики импульсного выходного сигнала должны быть:

Импульс с нормированным весом, м<sup>3</sup>/имп. .... 0,000000 – 9,999999

Длительность импульса, мс, не менее .....5

Выходная цепь ВС может быть:

1) пассивной (геркон или транзистор с открытым коллектором), при этом сопротивление пассивной цепи ВС, в состоянии:

а) "замкнуто", кОм, не более .....1

б) "разомкнуто", МОм, не менее .....300

2) активной, при этом напряжение активной цепи ВС соответствует уровням:

- низкий, В, не более .....0,3

- высокий, В, не менее .....2,4

Длина линии связи от теплосчетчика до каждого ВС, м, не более ..... 200

Линия связи от теплосчетчиков до каждого ВС должна быть 2-х проводная.

1.6.1.2 Характеристики частотного выходного сигнала должны быть:

Частота следования сигналов каждого типа ВС, Гц, не более ..... 100

Выходная цепь, длина связи, линия связи – аналогично ВС с импульсным выходом.

1.6.2 Термопреобразователи сопротивления - для измерения температуры теплоносителя (ПТС) с характеристикой 100П, Pt100, 100М, Pt500, 500П.

Линия связи от теплосчетчика до каждого ПТС должна быть двух или четырехпроводная.

Рекомендуется использовать кабели с сечением жилы от 0,1 до 0,35 мм<sup>2</sup>, сопротивление каждой жилы не должно превышать 50 Ом.

Длина двухпроводной линии связи от тепловосчетчика до каждого ПТС, м, не более ..... 15

Длина четырехпроводной линии связи от тепловосчетчика до каждого ПТС, м, не более ..... 400

1.6.3 Преобразователи избыточного давления (ПД) с выходным токовым сигналом, мА.....4 - 20

Длина связи не должна превышать, м..... 400

- четыре преобразователя температуры ПТС1, ПТС2, ПТС3, ПТС4 для измерения температуры в подающих и обратных трубопроводах тепловых вводов ТВ1 и ТВ2;

- четыре преобразователя давления ПД1, ПД2, ПД3, ПД4 для измерения давления в подающих и обратных трубопроводах тепловых вводов ТВ1 и ТВ2.

Преобразователи расхода, температуры и давления, подключаемые к теплосчетчикам, являются средствами измерения, включенными в Государственный реестр средств измерений. Типы и основные характеристики используемых преобразователей расхода, температуры и давления приведены в Приложении А. Допускается замена указанных типов преобразователей на другие, характеристики которых не хуже приведенных в Приложении А.

Конфигурирование входов осуществляется пользователем с клавиатуры, расположенной на лицевой панели вычислителя.

1.7 С целью повышения точности измерения объемного расхода и расширения динамического диапазона, теплосчетчики имеют возможность корректировки номинальной статической характеристики ультразвуковых каналов расходомерной части теплосчетчика ВС1 и ВС2 (линейно-кусочная аппроксимация по четырем участкам).

С целью повышения точности измерения объемного расхода и уменьшения прямолинейных участков, теплосчетчики имеют возможность работы по одной или двум хордам.

В теплосчетчиках предусмотрена возможность введения поправки на фактическое значение смещения Т1см, Т2см, Т3см и Т4см для каждого из термопреобразователей от минус 3 °С до плюс 3 °С.

1.8 Теплосчетчик имеет два силовых выходных канала ПБР1, ПБР2, для управления системами регулирования. Каналы ПБР1, ПБР2 могут так же использоваться в качестве импульсных выходов встроенного ультразвукового расходомера для поверки на проливных установках.

Тип выходного сигнала – открытый коллектор, со следующими параметрами:

- коммутируемый ток, мА, не более .....320

- коммутируемое напряжение, В, не более.....60

1.9 Алгоритмы вычисления количества тепловой энергии соответствуют требованиям "Правил учета тепловой энергии и теплоносителя, № 954" и МИ 2412.

1.10 Запись обозначения теплосчетчика при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть использован, должна иметь вид:

СТУ-1- <u>X</u> - <u>XXX/XXX</u> - <u>XXX/XXX</u> - <u>X</u> - <u>X</u> - <u>X</u> - <u>X</u> - <u>X</u> - <u>X</u> - <u>X</u> - <u>X</u>
<p>Модель 2</p> <p>UXX/UXX</p> <p>Диаметр прямопрох.УПР, первый/второй канал ,мм</p> <p>Диаметр U-обр азн.УПР, первый/второй канал ,мм</p> <p>000/000 – беструбные</p> <p>Длины соединительных кабелей, м</p> <p>Вид соединения:</p> <p>О – фланцевое;</p> <p>Z – резьбовое;</p> <p>Е - сварное</p> <p>Материал корпуса УПР:</p> <p>G - коррозионно-стойкая сталь;</p> <p>F - углеродистая нелегированная сталь;</p> <p>Проведение первичной поверки:</p> <p>Q - технологический, калиброванный;</p> <p>P - поверенный имитационным способом;</p> <p>R - поверенный методом проливки;</p> <p>Тип ПТС</p> <p>M – 100M;</p> <p>C – 100П;</p> <p>N – Pt 100;</p> <p>S – 500П;</p> <p>Z – Pt500;</p> <p>A – с архиватором, с интерфейсами RS 232 и RS 485;</p> <p>D – с архиватором, с интерфейсом RS 232;</p> <p>U – без архиватора, с интерфейсом RS 232;</p> <p>I – с USB</p> <p>V – с Ethernet</p> <p>Врезка пьезоэлектрических преобразователей:</p> <p>B – по диаметру ;</p> <p>L - одной хорде;</p> <p>J – по двум хордам;</p> <p>H – по двум диаметрам.</p> <p>Y - с автономным питанием</p> <p>Z – модуль усилителя на 6 Дб с гальванической развязкой</p>

*Примечания*

1 В комплекте поставки материал корпусов УПР одинаковый.

2 Интерфейс RS232 входит в стандартную комплектацию.

3 Измерительные участки на давление 2,5 мПа, выполняются по спецзаказу.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Теплосчетчики обеспечивают вывод на индикатор и на внешнее устройство, посредством интерфейса RS 232, текущей и архивной информации, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Информация	Представление информации	
	индикатор	внешнее устройство
Количество тепловой энергии с нарастающим итогом, ГДж (Гкал);	+	+
Объем с нарастающим итогом, м <sup>3</sup> ;	+	+
Масса с нарастающим итогом, т;	+	+
Архив (Q, V, M, P, HC, Время отказа);	+	+
- подвухминутный (720 двухминутных записей)	+	+
- почасовой (1744 часа);	+	+
- посуточный (280 суток);	+	+
- месячный (36 месяцев)	+	+
Текущий объемный расход, м <sup>3</sup> /ч;	+	+
текущий массовый расход, т <sup>3</sup> /ч.	+	+
Температура теплоносителя, °С:		
- текущее значение;	+	+
Давление теплоносителя, МПа		
- текущее значение;	+	+
Текущее время (год, месяц, число, час, мин, сек).	+	+
Время наработки с нарастающим итогом (час)	+	+
Код нештатной ситуации:		
- на текущее время;	+	+
- журнал событий HC	+	+
<i>Примечания</i>		
1 Знак "+" означает представление информации, знак "-" – ее отсутствие.		
2 Внешнее устройство: ПЭВМ, модем, накопительный пульт, принтер должны иметь последовательный интерфейс.		
3 Информация в ПЭВМ представляется при соответствующем программном обеспечении.		

2.2 Диапазоны измерения объемного расхода приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номинальный диаметр, DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200
Наибольший расход, Gв	(3,5)	(5)	(8)	(11) 30	(17) 45	(24) 75	127	192	300	675	1200
Переходный расход, Gперех	(0,12)	(0,24)	(0,36)	(0,44) 0,6	(0,7) 0,9	(0,9) 1,5	2,5	3,8	6	14	24
Наименьший расход, Gn,	(0,03)	(0,05)	(0,07)	(0,16) 0,2	(0,2) 0,3	(0,3) 0,5	0,9	1,3	2,0	4,5	8,0

*Примечания*

1 Gв, Gперех, Gn, м<sup>3</sup>/ч, для трубопроводов с номинальными диаметрами от 200 по 1800 мм, определяются по формулам:

$$Gв = 0,03 \cdot DN^2, \quad (1)$$

$$Gперех = 0,0006 \cdot DN^2, \quad (2)$$

$$Gн = 0,0002 \cdot DN^2, \quad (3)$$

где: DN – номинальный диаметр УПП или трубопровода, мм;

2 Диаметры труб первого и второго каналов могут быть разными.

3 Верхний предел измеряемой тепловой мощности, Wнаиб, МВт, определяется по формуле:

$$Wнаиб = 0,15 \cdot Gдог,$$

где: Gдог – договорное значение расхода теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч.

4 УПП с номинальными диаметрами (DN) от 15 по 25 мм могут быть либо U, либо X-образной формы. УПП с DN от 32 по 50 мм могут быть либо U-образной формы, либо прямопроходные, (обозначения в скобках – для участков U-образной формы, без скобок – для прямопроходных). УПП с DN от 65 мм и выше имеют только прямопроходные измерительные участки.



2.3 Диапазоны индицируемых и/или регистрируемых параметров соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3

Индицируемый и/или регистрируемый параметр	Диапазон
Объемный расход, м <sup>3</sup> /ч	От 0 до 99999,9
Массовый расход, т/ч	От 0 до 99999,9
Давление, МПа	От 0 до 1,6
Температура, °С	От 1 до 150
Объем, м <sup>3</sup>	От 0 до 99999999,9
Масса, т	От 0 до 99999999,9
Тепловая энергия, ГДж (Ккал)	От 0 до 99999999,9
Время наработки, час	166666,66

2.4 Метрологические характеристики вычислителей.

2.4.1 Допускаемая относительная погрешность вычислителей не должна превышать при измерениях:

- расхода.....	± 0,5 %
- объема.....	± 0,6 %
- давления.....	± 0,25 %
- времени распространения УЗИ.....	± 0,4 %
- времени наработки.....	± 0,1 %
- тепловой мощности.....	± 0,8 %
- тепловой энергии при:	
5 C ≤ ΔT ≤ 10 C.....	± 1,0 %
10 C ≤ ΔT ≤ 20 C.....	± 0,8 %
20 C ≤ ΔT ≤ 145 C.....	± 0,6 %

2.4.2 Допускаемая абсолютная погрешность вычислителей при преобразовании входных сигналов и индикации температуры теплоносителя находится в пределах ± 0,25 °С.

Допускаемая абсолютная погрешность вычислителей при преобразовании входных сигналов и индикации разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах находится в пределах ± 0,1 С.

2.4.3 Допускаемая погрешность вычислителей при преобразовании входных сигналов и индикации избыточного давления теплоносителей, приведенная к верхнему пределу измерений, находится в пределах ± 0,5 %.

2.4.4 Допускаемая относительная погрешность теплосчетчиков при давлениях от максимального до половины, при использовании датчиков давления с приведенной погрешностью в пределах ± 0,5%, находится в пределах ± 1,5 %.

2.5 Метрологические характеристики теплосчетчиков при измерении объемного расхода и объема теплоносителя.

2.5.1 Допускаемая относительная погрешность теплосчетчиков при измерении объемного расхода и объема при врезке пьезоэлектрических преобразователей в диаметральной плоскости соответствует таблице 4.

Таблица 4

Номинальные диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:		
		Расхода		Объема
		по индикатору	по имп. выходу	
DN15-DN40	I	(±1,0)	(±1,0)	(±1,0)
	II	(±1,5)	(±1,5)	(±1,5)
	III	(±2,0)	(±2,0)	(±2,0)
DN50-DN200	I	±1,0(±1,0)	±1,0(±1,0)	±1,0(±1,0)
	II	±1,5(±1,3)	±1,5(±1,3)	±1,5(±1,3)
	III	±2,0(±1,5)	±2,0(±1,5)	±2,0(±1,5)
DN≥200	I	±1,0	±1,0	±1,0
	II	±1,5	±1,5	±1,5
	III	±2,0	±2,0	±2,0

**Примечания**  
1 В скобках указаны значения погрешности при поверке теплосчетчика проливным способом, остальные значения - беспроливным способом при поверке по НД "Рекомендация. ГСИ. Теплосчетчик СТУ-1. Методика поверки. ТЕСС 00.030.02 МП";  
2 Погрешности указаны для диапазонов объемного расхода  $G_{наиб}$ ,  $G_{перех}$ ,  $G_{наим}$ :  
I  $G_{в}/10 \leq G \leq G_{в}$   
II  $G_{перех} \leq G < G_{в}/10$   
III  $G_{н} \leq G < G_{перех}$   
3 Значения объемного расхода  $G_{наиб}$ ,  $G_{наим}$  и  $G_{перех}$  определяются из таблицы 1 для условного прохода от DN 15 до DN 200 мм. и по формулам (1), (2), (3) для условного прохода свыше DN 200 мм.

2.5.2 Допускаемая относительная погрешность теплосчетчиков при измерении объемного расхода и объема теплоносителя при врезке пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) по одной хорде для трубопроводов с условным проходом от DN200 до DN1800 мм соответствует значениям, приведенным в таблице 5:

Таблица 5

Номинальные диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:		
		Расхода		Объема
		по индикатору	по импульсному выходу	
DN≥200	I	±1,0	±1,0	±1,0
	II	±1,5	±1,5	±1,5
	III	±1,75	±1,75	±1,75

**Примечания**  
1 Погрешности указаны для диапазонов объемного расхода  $G_{наиб}$ ,  $G_{перех}$ ,  $G_{наим}$ :  
I  $G_{в}/10 \leq G \leq G_{в}$   
II  $G_{перех} \leq G < G_{в}/10$   
III  $G_{н} \leq G < G_{перех}$   
2 Значения объемного расхода  $G_{наиб}$ ,  $G_{наим}$  и  $G_{перех}$  определяются по формулам (1), (2), (3)

2.5.3 2 Допускаемая относительная погрешность теплосчетчиков при измерении объемного расхода и объема теплоносителя при врезке пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) по двум хордам для трубопроводов с условным проходом от DN200 до DN1800 мм соответствует значениям, приведенным в таблице 6:

Таблица 6

Номинальные диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:		
		Расхода		Объема
		по индикатору	по импульсному выходу	
≥200	I	±0,75	±0,75	±0,75
	II	±1,0	±1,0	±1,0
	III	±1,5	±1,5	±1,5

Примечания  
 1 Погрешности указаны для диапазонов объемного расхода  $G_{\text{наиб}}$ ,  $G_{\text{перех}}$ ,  $G_{\text{наим}}$ :  
 I  $G_{\text{в}}/10 \leq G \leq G_{\text{в}}$   
 II  $G_{\text{перех}} \leq G < G_{\text{в}}/10$   
 III  $G_{\text{н}} \leq G < G_{\text{перех}}$   
 2 Значения объемного расхода  $G_{\text{наиб}}$ ,  $G_{\text{наим}}$  и  $G_{\text{перех}}$  определяются по формулам (1), (2), (3)

2.5.4 Допускаемая относительная погрешность теплосчетчиков при измерении расхода теплоносителя при использовании серийно выпускаемых ВС, составляет ± 2 %.

2.6 Пределы допускаемой абсолютной погрешности теплосчетчиков при измерении температуры теплоносителя составляют:

$$D_{\Theta} = \pm (0,6 + 0,004 \cdot \Theta), \quad (4)$$

где:  $\Theta$  – числовое значение температуры, выраженное в °С.

2.7 Допускаемая абсолютная погрешность теплосчетчиков при измерении разности температур теплоносителя по измерительным каналам ПТС1, ПТС2 и ПТС3, ПТС4 составляет:

$$D_{\Delta \Theta} = \pm (0,1 + 0,001 \cdot \Delta \Theta) \quad (5)$$

где:  $\Delta \Theta$  – измеренная разность температур, выраженная в °С.

2.8 Допускаемая относительная погрешность теплосчетчиков при измерении количества тепловой энергии, в зависимости от разности температур  $\Delta t$  в подающем и обратном трубопроводах, приведена в таблице 7:

Таблица 7

Разность температур $\Delta T$	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
$5^{\circ}\text{C} < \Delta t \leq 10^{\circ}\text{C}$	±6 (±5)
$10^{\circ}\text{C} < \Delta t \leq 20^{\circ}\text{C}$	±5 (±4)
$20^{\circ}\text{C} < \Delta t \leq 145^{\circ}\text{C}$	±4 (±3)

Примечание - В скобках указаны значения погрешности при поверке теплосчетчика по НД "Рекомендация. ГСИ. Теплосчетчик СТУ-1. Методика поверки. ТЕСС 00.030.02 МП" проливным методом, остальные значения – беспроливным методом.

2.9 Исходное уравнение для расчета количества тепловой энергии, отпущенной источником тепловой энергии, при неравенстве расходов теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, согласно МИ 2412. «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя», имеет вид:

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau_1} [M_1 \cdot h_1 - M_2 \cdot h_2 - (M_1 - M_2) \cdot h_{\text{XB}}] \quad (6)$$

Исходное уравнение для расчета количества тепловой энергии, полученной потребителем, при неравенстве расходов теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, согласно МИ 2412, имеет вид:

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau_1} [M_1 \cdot (h_1 - h_2) + (M_1 - M_2) \cdot (h_2 - h_{\text{XB}})]$$

или

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau_1} [M_2 \cdot (h_1 - h_2) + (M_1 - M_2) \cdot (h_1 - h_{хв})] \quad (7)$$

Исходное уравнение для расчета количества тепловой энергии, полученной потребителем, при равенстве расхода теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах согласно МИ 2412, имеет вид:

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau_1} [M \cdot (h_1 - h_2)] \quad (8)$$

где:

Q – количество тепла, ГДж;  
 M<sub>1</sub> – масса теплоносителя, прошедшего через подающий трубопровод, т;  
 M<sub>2</sub> – масса теплоносителя, прошедшего через обратный трубопровод, т;  
 h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>, h<sub>хв</sub> – удельная энтальпия теплоносителя, соответственно в подающем, обратном трубопроводах и трубопроводе холодной воды, согласно ГСССД, ГДж/кг;  
 τ<sub>0</sub> – момент времени, соответствующий началу времени измерения тепловой энергии;  
 τ<sub>1</sub> – момент времени, соответствующий окончанию времени измерения тепловой энергии.

Вес импульсов, поступающих на входы ВС3, ВС4, ВС5, ВС6, в зависимости от значения договорного максимального значения измеряемого расхода (шкалы УРЖ2КМ), имеет вид:

$$1, \quad (9)$$

где: В – вес импульса, м<sup>3</sup>/имп;  
 S – верхняя шкала по расходу УРЖ2КМ, м<sup>3</sup>/ч;  
 F – максимальная частота частотно-импульсных выходов УРЖ2КМ (16 или 100), Гц

Преобразование частоты числоимпульсных сигналов, поступающих на входы ВС3, ВС4, ВС5, ВС6 в показания объемного расхода, соответствует уравнению:

$$q = \frac{N \cdot B}{t_i} \cdot 3600, \quad (10)$$

где: q – объемный расход, м<sup>3</sup>/ч;  
 N – число импульсов, прошедших за измеренный интервал времени;  
 B – вес импульса, м<sup>3</sup>/имп;  
 t<sub>i</sub> – программируемый период измерения интервала опроса частотно-импульсных входов (по умолчанию 30 сек), сек.

Объем теплоносителя в м<sup>3</sup>, прошедшего через УПР, вычисляется по уравнению:

$$V = \int q \cdot dt \quad (11)$$

где: V – Объем теплоносителя, м<sup>3</sup>;  
 q – значение объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч;  
 t – интервал времени измерения объема, ч.

Вычисленный массовый расход q<sub>m</sub> измеряемой среды в т/час, соответствует уравнению:

$$q_m = \rho(t, P) \cdot q; \quad (12)$$

где: ρ – плотность теплоносителя, соответствующая температуре теплоносителя в трубопроводе согласно ГСССД, т/м<sup>3</sup>;

Вычисленная масса M измеряемой среды в тоннах, соответствует уравнению:

$$M = \int \rho(t, P) \cdot q \cdot dt \quad (13)$$

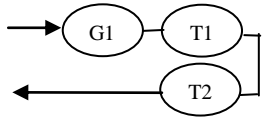
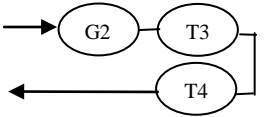
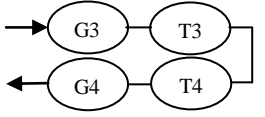
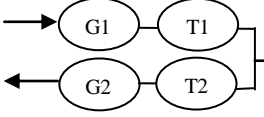
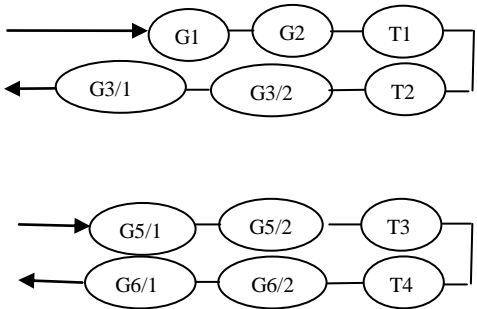
2.10 Значение вычисленного количества тепловой энергии соответствует уравнениям, приведенным в таблице 8.

Таблица 8

№	Схемы теплоснабжения для вводов		Формула вычисления Комментарии
	ТВ1	ТВ2	
01			$Q_1 = M_1 \cdot h_1 - M_2 \cdot h_2 - M_5 \cdot h_3$ Для источника теплоты.
02			$Q_1 = M_1(h_1 - h_2);$ $Q_2 = M_3 \cdot h_3 - M_4 \cdot h_4 - M_6 \cdot h_x$ Для Централизованного Теплового Пункта.
03			$Q_1 = M_1(h_1 - h_2)$ Потребление тепловой энергии более 0,5 Гкал/час в закрытой системе.
04*			$Q_1 = M_2(h_1 - h_2)$ Потребление тепловой энергии менее 0,5 Гкал/час в закрытой системе.
05			$Q_1 = M_1(h_1 - h_2)$ Потребление тепловой энергии менее 0,5 Гкал/час в закрытой системе.
06			$Q_1 = M_1(h_1 - h_x) - M_2(h_2 - h_x)$ В случае затруднения учета ГВС отдельным расходомером/ расходомерами.
07			$Q_1 = M_2(h_1 - h_2) + M_5(h_1 - h_x),$ Трубопровод ГВС подключен к подающему трубопроводу отопления. $T_{ГВС} = T_1.$
08			$Q_1 = M_1(h_1 - h_2) + M_5(h_2 - h_x),$ Трубопровод ГВС подключен к возвратному трубопроводу отопления. $T_{ГВС} = T_2.$
09			$Q_1 = M_2(h_1 - h_2) + M_5(h_1 - h_x)$ $Q_2 = M_4(h_3 - h_4) + M_6(h_3 - h_x)$ Трубопровод ГВС подключен к подающему трубопроводу отопления. $T_{ГВС 1} = T_1; T_{ГВС 2} = T_3$

10		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2) + M_5(h_2 - h_x)$ $Q_2 = M_3(h_3 - h_4) + M_6(h_4 - h_x)$ Трубопровод ГВС подключен к возвратному трубопроводу отопления. $T_{ГВС 1} = T_2; T_{ГВС 2} = T_4$
11		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2), Q_2 = M_3(h_3 - h_x)$
12*		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2), Q_2 = M_3(h_3 - h_x)$ Потребление тепловой энергии по отоплению менее 0,5 Гкал/час.
13*		$Q_1 = M_2(h_1 - h_2), Q_2 = M_3(h_3 - h_x)$ Потребление тепловой энергии по отоплению менее 0,5 Гкал/час.
14		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2),$ $Q_2 = M_3(h_3 - h_x) - M_4(h_4 - h_x)$
15*		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2)$ $Q_2 = M_3(h_3 - h_x) - M_4(h_4 - h_x)$
16*		$Q_1 = M_2(h_1 - h_2)$ $Q_2 = M_3(h_3 - h_x) - M_4(h_4 - h_x)$
17		$Q_1 = M_1(h_1 - h_x) - M_2(h_2 - h_x)$ $Q_2 = M_3(h_3 - h_x) - M_4(h_4 - h_x)$
18		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2), Q_2 = M_3(h_3 - h_4)$
19*		$Q_1 = M_1(h_1 - h_2), Q_2 = M_3(h_3 - h_4)$
20*		$Q_1 = M_2(h_1 - h_2), Q_2 = M_4(h_3 - h_4)$
21		Зимний режим: $Q_1 = M_1(h_1 - h_x) - M_2(h_2 - h_x)$ Летний режим: $Q_2 = M_4(h_2 - h_x)$

22			<p>Зимний режим:  <math>Q_1 = M_1(h_1 - h_x) - M_2(h_2 - h_x)</math>  Летний режим:  <math>Q_2 = M_3(h_1 - h_x)</math></p>
23			<p>Летний режим  <math>Q_1 = M_1(h_1 - h_x)</math></p>
24			<p>Летний режим  <math>Q_1 = M_2(h_2 - h_x)</math></p>
25			<p>Режим расходомера - счетчика объема. Термопреобразователи функционируют.</p>
26			$Q_1 = M_1(h_1 - h_2) + (M_3 - M_4)(h_1 - h_x)$
27			<p>Закрытая система  G1 – расход по 1 хорде  G2 – расход по 2 хорде</p> $Q_1 = \frac{M_1 + M_2}{2} (h_1 - h_2);$
28			<p>Открытая система  G1 по 1 хорде подача  G2 по 2 хорде подача  G3 по 1 хорде обратка  G4 по 2 хорде обратка</p> $Q_1 = \frac{M_1 + M_2}{2} (h_1 - h_x) - \frac{M_3 + M_4}{2} (h_2 - h_x);$ <p>Полусумма M1 и M2 отображается как объемный (массовый) расход по ВС5  Полусумма M3 и M4 отображается как объемный (массовый) расход по ВС6</p>

29*			$Q_1 = M_1(h_1 - h_2),$ $Q_2 = M_2(h_3 - h_4)$
30			$Q_1 = M_1(h_1 - h_x) - M_2(h_2 - h_x)$ $Q_2 = M_3(h_3 - h_4),$
31			<p>Открытая система</p> <p>G1 по 1 хорде подача отопл.СТУ-1  G2 по 2 хорде подача отопл.СТУ-1  G3/1 по 1 хорде обратка отопл.УРЖ2КМ-1  G3/2 по 2 хорде обратка отопл.УРЖ2КМ-1  G5/1 по 1 хорде подача ГВС УРЖ2КМ-2  G5/2 по 2 хорде подача ГВС УРЖ2КМ-2  G6/1 по 1 хорде обратка ГВС УРЖ2КМ-3  G6/2 по 2 хорде обратка ГВС УРЖ2КМ-3</p> $Q_1 = M_1(h_1 - h_2)$ $Q_2 = M_5(h_3 - h_4)$
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Преобразователи давления ПД1, ПД2, ПД3, ПД4 не указаны. Номера преобразователей давления, которые могут быть установлены на трубопроводах тепловых вводов ТВ1 и ТВ2, соответствуют номерам трубопроводов, на которых они устанавливаются.</p> <p>2 Преобразователи расхода G3, G4, G5 и G6 могут быть использованы, например, для измерения расхода и архивирования объема холодной и/или горячей воды по дополнительным (любого назначения) трубопроводам и/или измерения электрической мощности и архивирования электрической энергии, измеренной электросчетчиками. Физические величины, измеренные преобразователями архивируются во всех схемах измерения.</p> <p>3 Схемы тепловых узлов, помеченные "*", могут применяться по договоренности с теплоснабжающими организациями согласно требованиям НД "Правила учета тепловой энергии и теплоносителя" (регистрационный № 954 п.п. 3.1.4)</p> <p>4. Дополнительные схемы, отсутствующие в таблице, могут быть разработаны предприятием-изготовителем по просьбе Заказчика.</p>			

2.11 Теплосчетчики чувствительны к реверсивному потоку. При реверсивном потоке на экране ЖКИ, перед показанием расхода, появляется знак "-", причем величина объема при этом продолжает увеличиваться, несмотря на изменение направления движения жидкости.

*Примечание* - По требованию Заказчика величина объема может уменьшаться при реверсивном потоке теплоносителя.

2.12 Теплосчетчики обеспечивают архивирование подвухминутного, почасового, посуточного и месячного количества тепловой энергии, объема, массы теплоносителя, прошедшего через трубопроводы с нарастающим итогом, времени работы для одного или двух тепловых вводов;

2.13 Теплосчетчики обеспечивают одновременное архивирование подвухминутных, среднечасовых, среднесуточных, среднемесячных значений температуры, давления теплоносителя, информацию о нештатных ситуациях, возникающих в процессе эксплуатации теплосчетчиков, время отказа.

2.14 Глубина архива составляет:

- подвухминутный - 720 двухминутных записей
- почасовой - 1744 часа при отключенном двухминутном архиве или 1024 часов при включенном;
- посуточный - 280 суток;
- месячный - 36 месяцев.

*Примечание* – При отключенном подвухминутном архиве емкость почасового архива увеличивается на 720 записей.



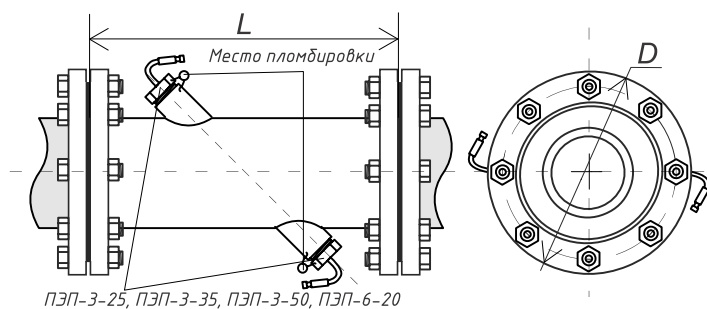
Запись во все архивы организована по замкнутому кольцу.

2.15 Теплосчетчики после отключения от сети сохраняют заданные значения параметров и накопленную информацию не менее 10 лет.

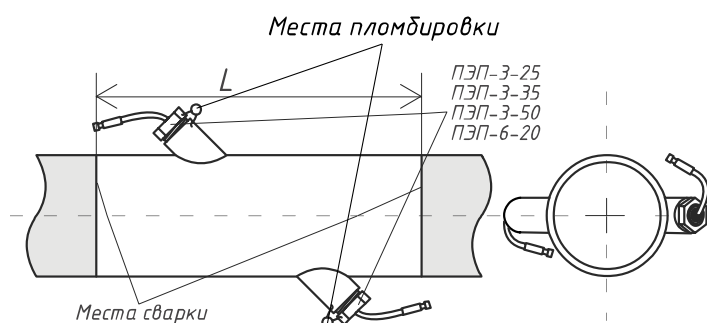
2.16 Теплосчетчики защищены от несанкционированного доступа в его работу клеймом Госповерителя и от несанкционированного доступа к программируемым параметрам ключевым 6-ти разрядным словом.

2.17 С целью повышения точности измерения расхода, теплосчетчики имеют возможность корректировки номинальной статической характеристики измерительных ультразвуковых каналов ВС1 и ВС2 (линейно-кусочная аппроксимация по четырем участкам).

2.18 Габаритные и установочные размеры исполнений теплосчетчика приведены на рисунке 1, габаритные размеры исполнений пьезоэлектрических преобразователей приведены на рисунке 2.



Фланцевое исполнение. Вид сверху.



Обозначение	Без- фланце- вые, L, мм	Фланцевые		Тип ПЭП
		L, мм	D, мм	
ПП15- 032	295	305	135	ПЭП-6-20
ПП15- 040	310	320	145	ПЭП-6-20
ПП15- 050	260	270	160	ПЭП-3-25
ПП15- 065	285	295	180	ПЭП-3-25
ПП15- 080	300	310	195	ПЭП-3-25
ПП15- 100	325	335	215	ПЭП-3-25
ПП15- 125	370	380	245	ПЭП-3-25
ПП15- 150	395	405	280	ПЭП-3-25
ПП15- 200	450	460	335	ПЭП-3-25
ПП15- 250	510	520	405	ПЭП-3-35
ПП15- 300	590	600	450	ПЭП-3-35
ПП15- 400	730	740	580	ПЭП-3-35
ПП15- 500	830	840	710	ПЭП-3-35
ПП15- 600	940	940		ПЭП-3-35
ПП15- 700	1020	1030		ПЭП-3-35
ПП15- 800	1130	1140		ПЭП-3-50
ПП15- 900	1200	1210		ПЭП-3-50
ПП15- 1000	1300	1310		ПЭП-3-50
ПП15- 1200	1500	1510		ПЭП-3-50

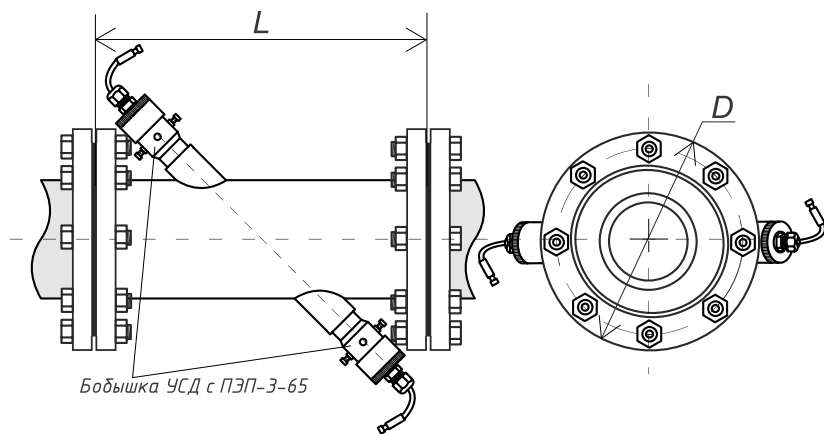
#### Примечания

1 Фланцы изготовлены по ГОСТ 12815-80;

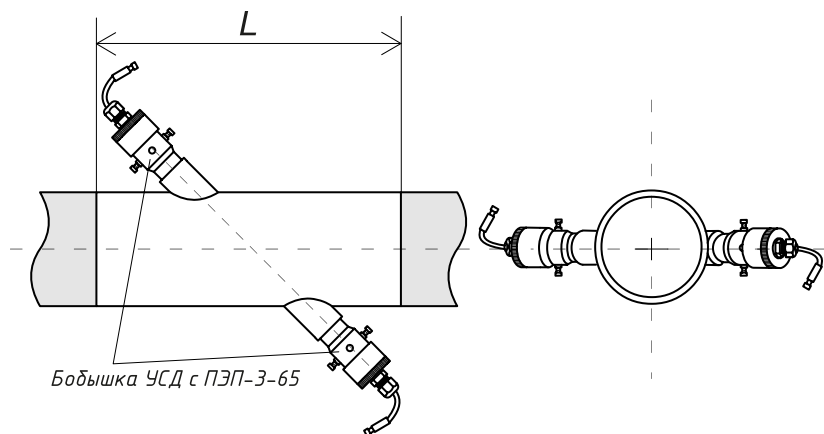
2 Измерительные участки изготовлены из углеродистой стали Ст20, Ст.17ГС, Ст17Г1С, либо из легированной стали 12Х18Н10Т;

3 Измерительные участки на давление свыше 2,5 МПа, выполняются по спецзаказу.

а) УПР изготовленные из нержавеющей стали, сварные, фланцевые



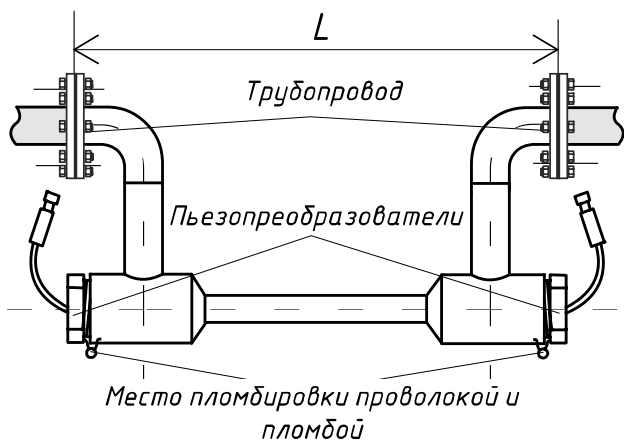
Фланцевое исполнение с УСД. Вид сверху.



Безфланцевое исполнение с УСД. Вид сверху.

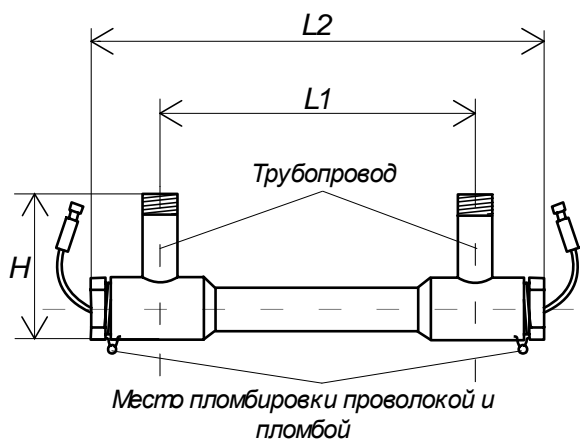
Обозначение	L, мм	D, мм
ПП15с-150	650	159
ПП15с-200	720	219
ПП15с-250	900	273
ПП15с-300	840	325
ПП15с-400	980	426
ПП15с-500	1120	530
ПП15с-600	1260	630
ПП15с-700	1330	720
ПП15с-800	1450	820
ПП15с-900	1510	920
ПП15с-1000	1690	1020
ПП15с-1200	1930	1220

б) УПР изготовленные из нержавеющей стали, сварные, фланцевые с бобышками УСД



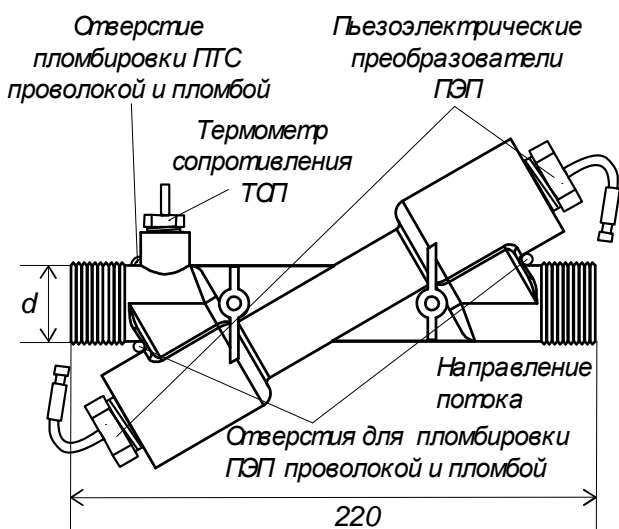
Исполнение	Dy, мм	d	A
ПП14-15ф	15	Труб 1/2	320
ПП14-20ф	20	Труб 3/4	329
ПП14-25ф	25	Труб 1	385
ПП14-32ф	32	Труб 1 1/4	450
ПП14-40ф	40	Труб 1 1/2	460
ПП14-50ф	50	Труб 2	575

в) УПР U – образные, изготовленные из нержавеющей стали, сварные, фланцевые



Обозначение	Dy, мм	d	L1	L2	H
ПП14-15	15	Труб ½	149	262	130
ПП14-20	20	Труб ¾	149	268	130
ПП14-25	25	Труб 1	149	274	130
ПП14-32	32	Труб 1¼	196	330	130
ПП14-40	40	Труб 1½	196	336	130

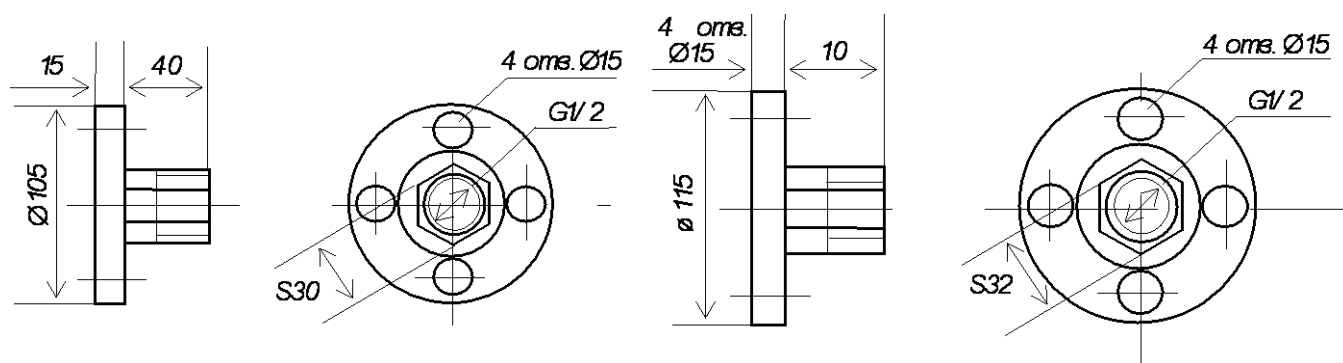
в) УПР U – образные, изготовленные из нержавеющей стали, сварные, резьбовые



Обозначение	Dy, мм	d
ПП12-15	15	Труб ½
ПП12-20	20 (с установкой муфтой)	Труб ¾

г) УПР X – образные, изготовленные из нержавеющей стали, резьбовые, литые

Примечание – Для фланцевого соединения УПР типа ПП 12, имеются специальные вставки - фланцы с приваренными к ним резьбовыми муфтами. Вставки для DN 15 и DN 20 изображены на рисунке д.



д) Вставки для фланцевого соединения

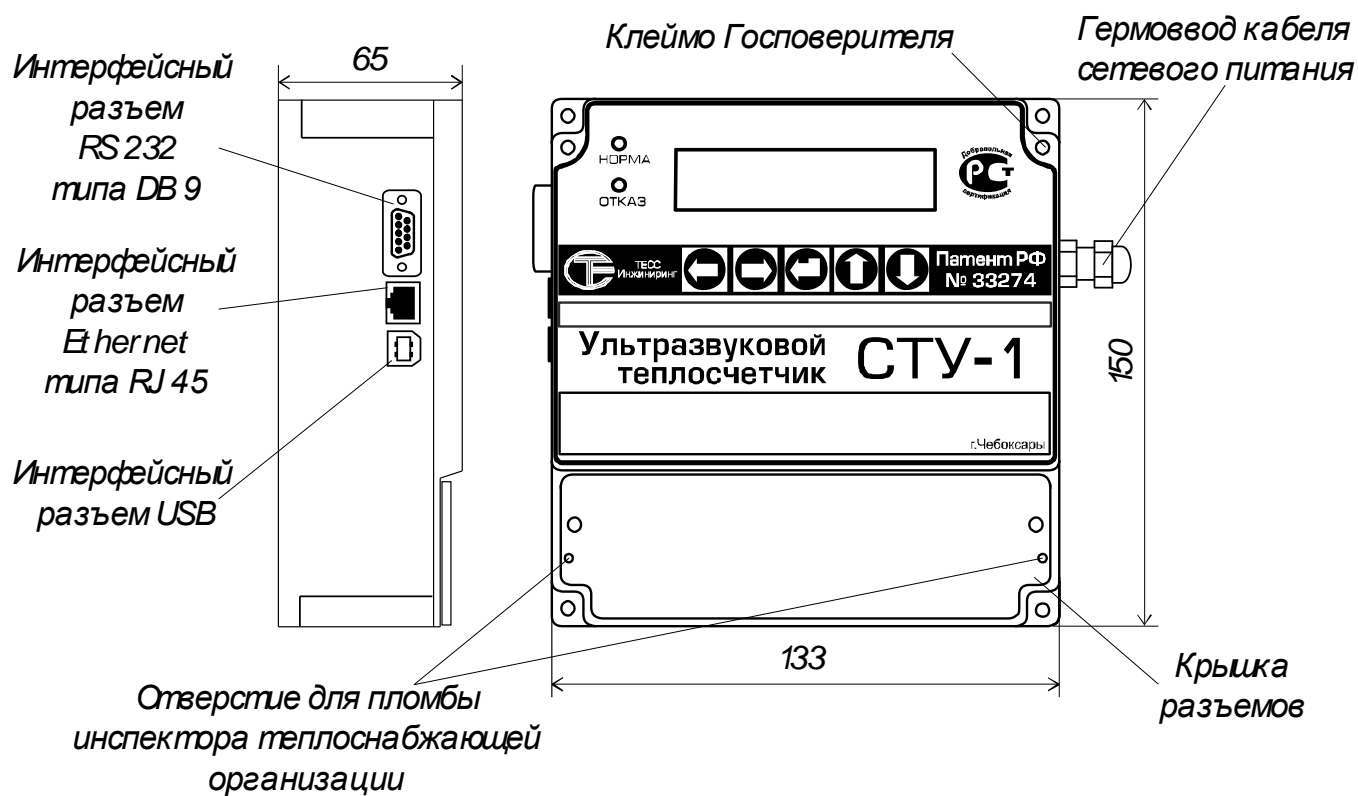


Рисунок 1 - Габаритные размеры УПР и электронного блока

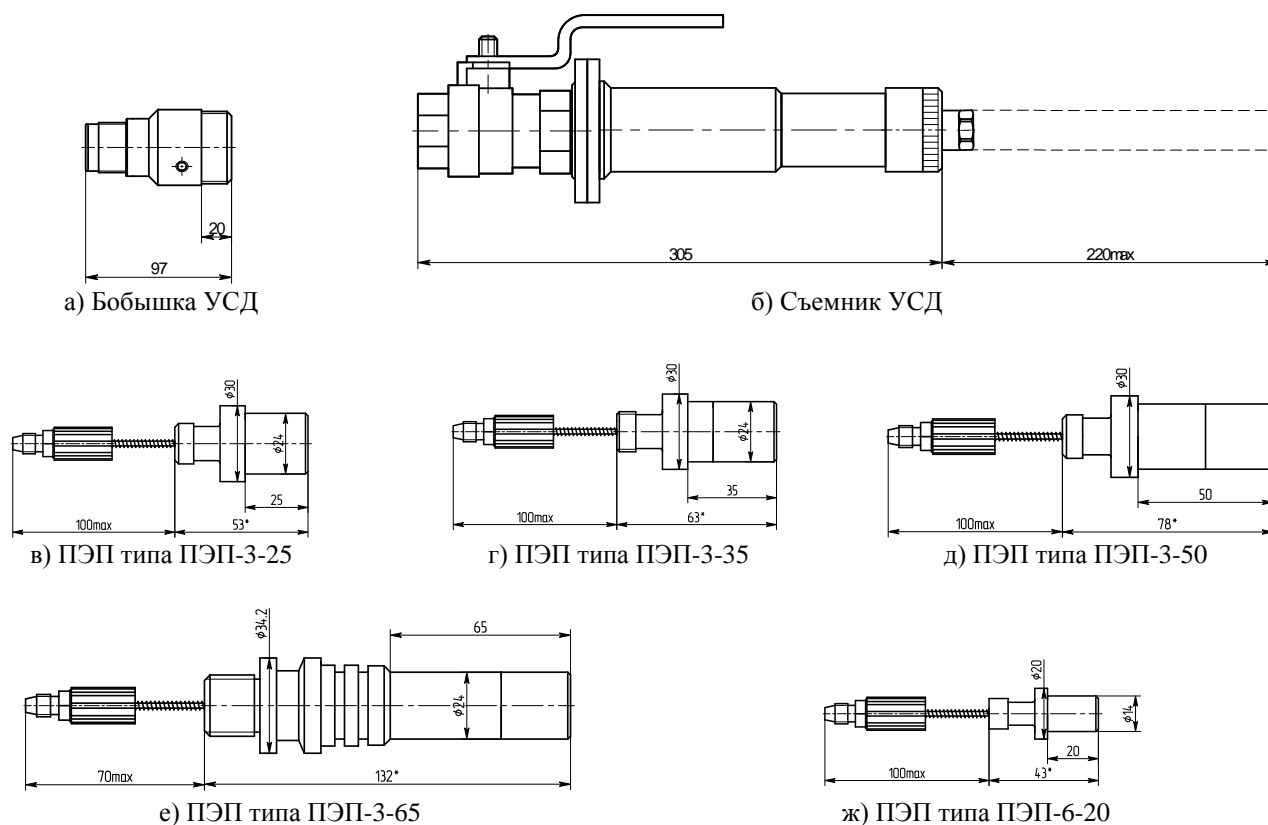


Рисунок 2 - Габаритные размеры пьезоэлектрических преобразователей

**Примечания**

1 Бобышка УСД применяются для крепления пьезоэлектрического преобразователя типа ПЭП-3-65 на УПР или трубопроводе.

2 Съемник УСД применяется для демонтажа – монтажа ПЭП и требуется один комплект на все датчики.

2.19 Масса теплосчетчика, в зависимости от исполнения, соответствует таблице 9 (без учета веса кабелей, преобразователей температуры и преобразователей давления).

Таблица 9

Исполнение УПР	Масса УПР ПП12, ПП15, с двумя фланцами, гайками, болтами кг	Масса УПР ПП15, под сварку, кг	Масса УПР ПП12, ПП14 без фланцев, кг
ПП12 - 015			1,3
ПП12 - 020			1,3
ПП13 – 025	3		
ПП13 – 032	4,6		
ПП13 – 040	6,2		
ПП13 – 050	8		
ПП13 – 080	10,5		
ПП13 – 100	12,2		
ПП14 – 015	-	-	2,0
ПП14 – 020	-	-	2,6
ПП14 – 025	-	-	3,0
ПП14/ПП15 – 032	9,5	0,8	4,5
ПП14/ПП15 – 040	11,5	1,2	5,3
ПП14/ПП15 – 050	13,1	1,3	7
ПП15 – 065	18,1	2,9	
ПП15 – 080	20,1	3,7	
ПП15 – 100	24,1	4,2	

ПП15 – 125	37	7,1	
ПП15 – 150	49	9,1	
ПП15 – 200	72,5	23,4	
ПП15 – 250	111	39,5	
ПП15 – 300	136	50,5	
ПП15 – 400	212	60,3	
ПП15 – 500	357	86	

2.20 Вычислители соответствуют:

- соответствуют исполнению УХЛ 4 по ГОСТ 15150;
- группе исполнения II по ГОСТ 15150 по воздействию коррозионно-активных агентов;
- группе исполнения В4 по ГОСТ Р 52931 по устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха;
- группе исполнения Р1 по ГОСТ Р 52931 по устойчивости к воздействию атмосферного давления;
- группе исполнения L3 по ГОСТ Р 52931 по устойчивости к механическим воздействиям;
- группе исполнения IP55 по ГОСТ 14254 по защищенности от попадания внутрь твердых тел и воды.

2.21 Вычислители предназначены для работы при следующих условиях окружающей среды:

- при температуре окружающей среды от плюс 5 до плюс 50 °С;
- при влажности окружающей среды не более 93 % при температуре не более плюс 35 °С;
- при воздействии синусоидальных вибраций по группе исполнений L3 ГОСТ Р 52931 .

2.22 УПР (ПЭП) предназначены для работы при следующих условиях окружающей среды:

- при температуре измеряемой среды от плюс 1 до плюс 150 °С;
- при температуре окружающей среды от минус 40 °С до плюс 60 °С;
- при влажности окружающей среды не более 95 % при температуре плюс 35 °С;
- при воздействии синусоидальных вибраций по группе исполнений N3 ГОСТ Р 52931 .

2.23 По степени защиты от проникновения внутрь твердых тел и воды ПЭП имеют защищенное исполнение по группе IP67 по ГОСТ 14254.

2.24 Максимальное рабочее давление теплоносителя - 1,6 МПа.

2.25 УПР выдерживают испытание на прочность и герметичность пробным давлением 2,5 МПа.

2.26 Питание теплосчетчиков осуществляется от сети переменного тока напряжением от 187 до 242 В, частотой 50 (±1) Гц с коэффициентом высших гармоник до 5 %.

Теплосчетчик обеспечивает работоспособность при отсутствии электрической энергии в сети 220В в течении 72 часов при условии комплектации его аккумуляторной батареей 12В и автоматическим зарядным устройством.

Рекомендуемые устройства для обеспечения автономного питания:

- аккумуляторная батарея GASIL 6/12В СА 1270;
- самозарядное устройство АТАВА АТ-618 230В Output voltag 12V.

Схема подключения приведена в Приложении И.

2.27 Мощность, потребляемая теплосчетчиками от сети напряжением 220 В - не более 5 ВА.

2.28 Вычислители устойчивы к изменению напряжения питания сети, при этом погрешности при измерении объемного расхода, объема, времени распространения УЗИ не превышают пределов, приведенных в п.2.4 настоящего РЭ.

2.29 Вычислители устойчивы к воздействию синусоидальных вибраций частотой от 5 до 25 Гц и амплитудой смещения не более 0,1 мм, при этом погрешности при измерении объемного расхода, объема, времени распространения УЗИ не превышают пределов, приведенных в п. 2.4 настоящего РЭ.

2.30 Теплосчетчики устойчивы к воздействию переменного магнитного поля с частотой 50 Гц напряженностью 400 А/м, при этом погрешности при измерении объемного расхода, объема не превышают пределов, приведенных в п. 2.4 настоящего РЭ.

2.31 Теплосчетчики в транспортной таре выдерживают воздействия:

- ударов со значением пикового ударного ускорения  $98 \text{ м/с}^2$ , длительностью ударного импульса 16 мс, число ударов  $1000 \pm 10$ . При этом теплосчетчики в транспортной таре должны быть установлены в соответствии с нанесенным на таре манипуляционным знаком "Верх";

- температуры окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С;

- повышенной влажности до 95 % при температуре плюс 35 °С.

2.32 Нарботка на отказ теплосчетчиков с учетом технического обслуживания, регламентируемой настоящим РЭ, составляет не менее 17000 часов.

2.33 Срок службы теплосчетчика составляет не менее 12 лет.

2.34 Защита от несанкционированного вмешательства

2.34.1 Пломбирование электронного блока выполняется установкой мастичной пломбы в винтовое отверстие согласно рисунка 1 поверителем после поверки теплосчетчика.

2.34.2 Программируемые данные теплосчетчика дополнительно защищены от несанкционированного доступа 6-ти разрядным паролем. Пароль можно установить в "000000" закорачиванием перемычки, находящейся под крышкой электронного блока, опломбированной поверителем. Уровень защиты ПО вычислителя от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286. Доступ к программируемым данным по интерфейсным входам невозможен принципиально.

2.34.3 Защита программируемых данных теплосчетчика обеспечивается так же перемычкой, находящейся под крышкой разъемов, изображенной на рисунке 2. После установки требуемых параметров, перемычка удаляется, блокируя доступ к программируемым данным. Крышка разъемов устанавливается на место и пломбируется инспектором теплоснабжающей организации мастичной пломбой и металлической пломбой с проволокой.

2.34.4 Признаки несанкционированного вмешательства в программируемые данные теплосчетчика хранятся в журнале событий с указанием времени и длительности вмешательства. Признак вмешательства в расходомерную часть теплосчетчика - символ D1, признак вмешательства в тепловую часть – символ D2.

## 3 СОСТАВ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА И КОМПЛЕКТАЦИЯ

3.1 Комплект поставки теплосчетчиков приводится в таблице 10.

Таблица 10

Наименование	Обозначение	Кол шт.	Примечание
ТЕСС 00.030.00 Пьезоэлектрический преобразователь ИЯКН.433.645.003 ТУ	Теплосчетчик СТУ-1 Модель 2 в том числе: ПЭП - 3, ПЭП - 6 (ЗАО "ТЕСС-Инжиниринг", г.Чебоксары)	1 2/4*	Модификация согласно заказа
ТЕСС ПП12, ТЕСС ПП13, ТЕСС ПП14, ТЕСС ПП15	УПР с DN от 15 по 1600 мм	1/2	По заказу
ТЕСС 00.030.02 РЭ	Арматура для крепления пьезодатчика Теплосчетчик СТУ-1 Руководство по эксплуатации.	4** 1	По заказу
ТЕСС 00.030.02 МП	Рекомендация. ГСИ. Теплосчетчик СТУ-1. "Методика поверки. ТЕСС 00.030.02 МП".	1	По заказу
ТЕСС 00.030.02 ИМ	Теплосчетчик СТУ-1 Инструкция по монтажу на месте установки	1	По заказу
421107017113168-95 ТУ	Комплект термометров платиновых разностных КТПТР – 01 (ЗАО "ТЕРМИКО", г. Москва). Датчики избыточного давления МИДА-ДИ-01-Ех (СП МДУ, г.Ульяновск)	1 1	По заказу
<i>Примечания</i>			
* - поставка осуществляется для двухканального беструбного варианта теплосчетчика;			
** - комплектуется держателем, спецгайкой, паронитовой прокладкой.			



## 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

### 4.1 КОНСТРУКЦИЯ

4.1.1 Вычислитель выполнен в блочном исполнении по платно-модульному принципу. Размещен в литом пластмассовом брызгозащищенном корпусе. Корпус и крышка, а также кабельные вводы имеют резиновые уплотнения.

На лицевой панели вычислителя расположены:

- функциональная клавиатура из 5 кнопок: СДВИГ ВЛЕВО – "←", СДВИГ ВПРАВО – "→", ВВОД – "↵", ИНКРЕМЕНТ – "↑", ДЕКРЕМЕНТ – "↓";

- жидкокристаллический двухстрочный русифицированный матричный индикатор (ЖКИ) с подсветкой, по 16 символов в строке для представления программируемой и выходной информации. Подсветка включается при нажатии на любую кнопку и выключается по истечении 2 минут, если не было следующего обращения к кнопкам;

- два позиционных индикатора – "НОРМА", "ОТКАЗ".

Кнопка "→" перемещает курсор (мигающее подчеркивание) на одну позицию вправо и от конца строки к ее началу. При непрерывном нажатии на кнопку, курсор перемещается со скоростью 2 позиции за секунду.

Кнопка "←" перемещает курсор (мигающее подчеркивание) на одну позицию влево и от начала строки к ее концу.

Кнопка "↑" меняет значение цифры (0→1→2→...→9→0), указанной курсором.

Кнопка "↓" меняет значение цифры (9→8→7→...→0→9), указанной курсором.

Кнопка "↵" фиксирует введенные данные и вызывает следующее окно меню.

На передней вертикальной стенке корпуса установлены:

- разъем для подключения измерительных входов по расходу, давлению, цифровых датчиков температуры. Разъем так же служит для вывода сигналов силовых реле и совмещенных с ними выходных импульсных сигналов для проверки расходомерной части теплосчетчика;

- разъем для подключения высокочастотных кабелей, соединяющих ПЭП с вычислителем;

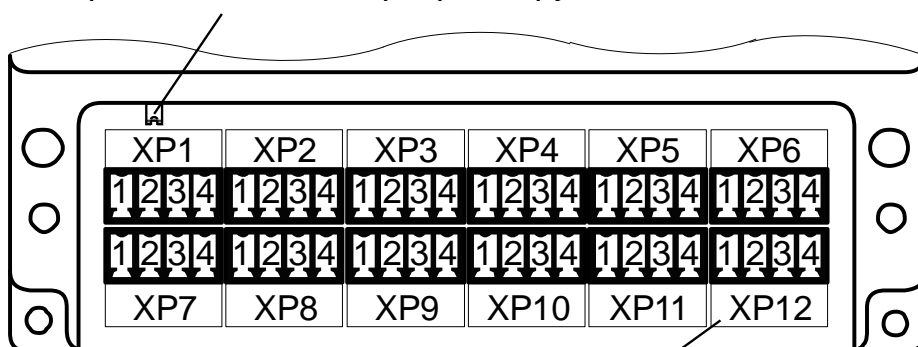
- разъем интерфейсный;

- разъем для подключения преобразователей температуры;

- герморазъем кабеля сетевого питания.

Элементы управления и контроля, размещение разъемов подключения теплосчетчика приведены на рисунке 3.

### *Перемычка защиты программируемых данных*



### *Клеммные разъемные соединители под винт, шаг 3,81 мм.*

Рисунок 3 - Расположение элементов управления, индикации и разъемов на корпусе СТУ-1 Модель 2

Номера и назначение выводов интерфейсного разъема СТУ-1 Модель 2 приведены в таблице 11.

Таблица 11

№ контакта	Назначение выводов интерфейсного разъема X13
1	
2	RXD
3	TXD
4	DTR
5	SG
6	
7	
8	
9	

Номера и назначение выводов разъемов для подключения измерительных входов – выходных сигналов теплосчетчика СТУ-1 Модель 2 приведены в таблице 12.

Таблица 12

№ разъема	№ контакта разъема	Обозначение выводов	Назначение выводов	
X1	1		Центральная жила кабеля ПЭП1	
	2		Экран кабеля ПЭП1	
	3		Центральная жила кабеля ПЭП2	
	4		Экран кабеля ПЭП2	
X2	1		Центральная жила кабеля ПЭП3	
	2		Экран кабеля ПЭП3	
	3		Центральная жила кабеля ПЭП4	
	4		Экран кабеля ПЭП4	
X5	1		+ Питания ТСП 1	
	2		+ТСП 1	
	3		-ТСП 1	
	4		- Питания ТСП 1	
X11	1		+ Питания ТСП 2	
	2		+ТСП 2	
	3		-ТСП 2	
	4		- Питания ТСП 2	
X6	1		+ Питания ТСП 3	
	2		+ТСП 3	
	3		-ТСП 3	
	4		- Питания ТСП 3	
X12	1		+ Питания ТСП 4	
	2		+ТСП 4	
	3		-ТСП 4	
	4		- Питания ТСП 4	
X9	1	ПБР1	+24 В, 300 мА/Импульсный выход по 1 каналу	
	2	GNDint	Общий интерфейсный	
	3	ПБР2	+24 В, 300 мА/Импульсный выход по 2 каналу	
	4	GNDint	Общий интерфейсный	
X8	1	G3	Сигнал от внешнего преобразователя расхода №3	
	2		Общий приборный	
	3	G4	Сигнал от внешнего преобразователя расхода №4	
	4		Общий приборный	
X3	1	G5	Сигнал от внешнего преобразователя расхода №5	
	2		Общий приборный	
	3	G6	Сигнал от внешнего преобразователя расхода №6	
	4		Общий приборный	
X10	1	ПД1	Сигнал от 1 преобразователя избыточного давления	
	2	GND	Общий приборный	
	3	ПД2	Сигнал от 2 преобразователя избыточного давления	
	4	GND	Общий приборный	
X4	1	ПД3	Сигнал от 3 преобразователя избыточного давления	
	2	GND	Общий приборный	
	3	ПД4	Сигнал от 4 преобразователя избыточного давления	
	4	GND	Общий приборный	
X7	1		A - шина интерфейса RS485	
	2	GNDint	Общий интерфейсный	
	3		B - шина интерфейса RS485	
	4	+ 5Vint	Выход интерфейсного питания	

*Примечания*

1П - подающий трубопровод ТВ1

1О - обратный трубопровод ТВ1

2П - подающий трубопровод ТВ2

2О - обратный трубопровод ТВ2

## 4.2 Принцип действия

## 4.2.1 Принцип действия расходомерной части поясняется на рисунке 3.

Ультразвуковые пьезоэлектрические преобразователи ПЭП1 и ПЭП2, ПЭП3 и ПЭП4 (порядковый номер является условным и к конкретному ПЭП не привязан) работают попеременно в режиме приемник-излучатель. Скорость распространения ультразвукового сигнала в теплоносителе, заполняющему трубопровод, представляет собой сумму скоростей ультразвука в неподвижном теплоносителе и скорости потока теплоносителя  $V$  в проекции на рассматриваемое направление распространения ультразвука. Время распространения ультразвукового импульса от ПЭП1 к ПЭП2 и от ПЭП2 к ПЭП1 зависит от скорости движения теплоносителя в соответствии с формулами (14) и (15):

$$t_1 = \frac{L_d - L_a}{C_0} + \frac{L_a}{C_0 + V \cdot \cos \alpha}, \quad (14)$$

$$t_2 = \frac{L_d - L_a}{C_0} + \frac{L_a}{C_0 - V \cdot \cos \alpha}, \quad (15)$$

где:  $t_1, t_2$  - время распространения ультразвукового импульса по потоку и против потока;

$L_a$  - длина активной части акустического канала;

$L_d$  - расстояние между мембранами ПЭП;

$C_0$  - скорость ультразвука в неподвижном теплоносителе;

$V$  - скорость движения теплоносителя в трубопроводе;

$\alpha$  - угол в соответствии с рисунком 4.

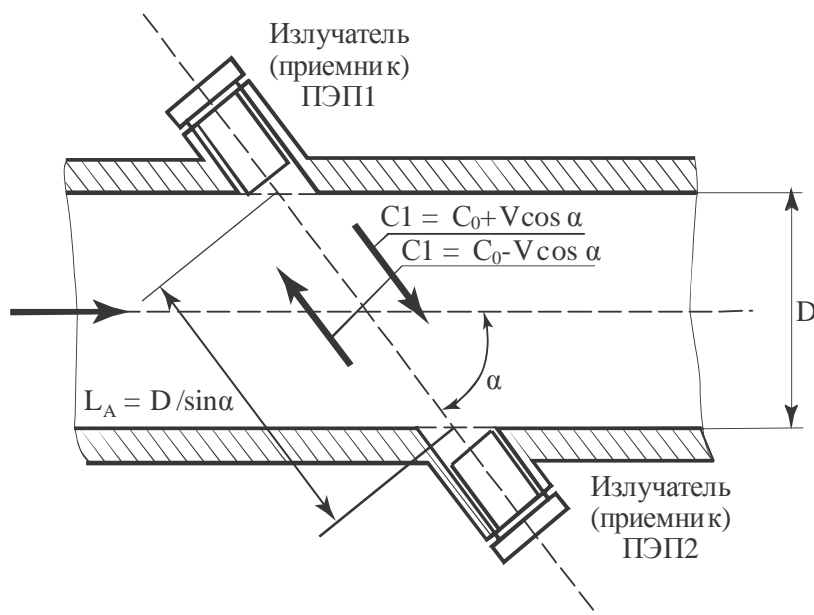


Рисунок 4 - Принцип действия теплосчетчика.

4.2.2 В теплосчетчике используется метод прямого измерения времени распространения каждого индивидуального ультразвукового импульса от одного ПЭП к другому.

Из формул (4) и (5) получаем:

$$V = \frac{\Delta t \cdot C_0^2}{2L_a \cdot \cos \alpha}, \quad (16)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

где:  $\Delta t$  - разность времени распространения ультразвуковых импульсов по потоку и против потока.

Умножив среднюю скорость потока  $V$  (формула (6)), на площадь сечения трубопровода диаметром  $D$ , получим значение расхода теплоносителя  $G$ , протекающего на месте установки ПЭП:

$$G = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot K}{4} \cdot \frac{\Delta t \cdot Co^2}{2La \cdot \cos \alpha}, \quad (17)$$

где:  $D$  – внутренний диаметр трубопровода на месте установки ПЭП;

$K_{кор}$  – коэффициент коррекции.

Коэффициент коррекции  $K_{кор}$  является программируемым параметром, рассчитывается по НД "Рекомендация. ГСИ. Теплосчетчики СТУ-1. Методика поверки. ТЕСС 00.030.02 МП".

4.2.3 Для исключения влияния изменения скорости ультразвука от температуры в теплосчетчике учитывается фактическая скорость ультразвука, рассчитанная по формуле (18):

$$Co^2 = \frac{L_d^2}{t_1 \cdot t_2}, \quad (18)$$

4.2.4 Структурная схема теплосчетчика.

Структурная схема теплосчетчика приведена на рисунке рисунке 5. Плата аналоговая расходомерной части теплосчетчика формирует мощные импульсы, поступающие на пьезоэлектрические преобразователи ПЭП1 (ПЭП3). Задержанные сигналы, полученные от пьезоэлектрических преобразователей ПЭП2 (ПЭП4) поступают в плату аналоговую, для нормализации. Плата аналоговая формирует импульс времени задержки, преобразует его в унитарный код, который поступает в плату процессора для обработки. Затем процесс повторяется, с той разницей, что преобразователи ПЭП1 (ПЭП3) и ПЭП2 (ПЭП4) меняются местами. Преобразователи могут иметь гальваническую развязку с приборными цепями теплосчетчика.

Величина температуры теплоносителя, полученная от преобразователей температуры ПТС1, ПТС2, ПТС3, ПТС4 в виде омического сопротивления, поступает на плату процессора, где с помощью АЦП преобразуется в последовательный цифровой код. Полученная таким образом информация о расходе и температуре, используется для расчета количества тепловой энергии по соответствующему алгоритму.

Накопленная информация и значения программируемых параметров выводятся на ЖКИ и интерфейсный. Два выхода ПБР1(F1) и ПБР2(F2) использоваться как альтернативные импульсные выходы, сигналы которых пропорциональны объемному расходу и используются для проверки на проливных установках расходомерной части теплосчетчика.

Система питания имеет защиту от повышенного сетевого питания (варистор) и защиту от повышенного тока потребления (самовосстанавливающийся предохранитель).

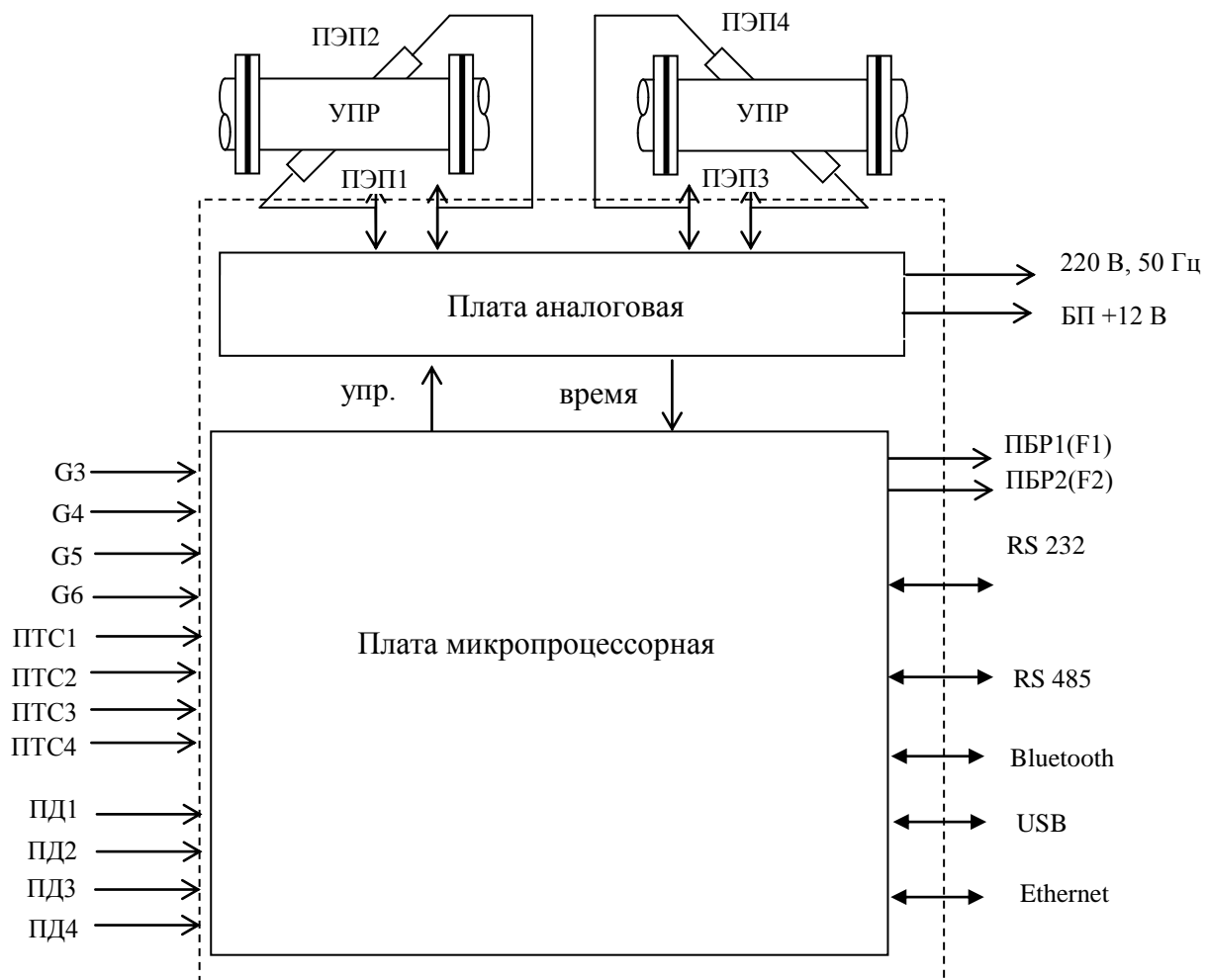


Рисунок 5 - Структурная схема СТУ-1 Модель 2

## 5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1 Основные узлы и детали теплосчетчика маркируются в соответствии с конструкторской документацией.

На корпус вычислителя наносятся:

- тип теплосчетчика;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата изготовления (месяц, год);
- изображение знака Утверждения типа средства измерения;
- надписи, поясняющие назначение органов управления и присоединения;
- пределы по температуре;
- максимально допустимое рабочее давление;
- надпись "Изготовлено в РФ".

5.2 На УПР наносятся:

- заводской номер трубы;
- дата изготовления.

5.3 В теплосчетчике пломбируются:

- корпус вычислителя - в чашке клеймом Госповерителя;
- пьезопреобразователи - в чашке клеймом ОТК;

Место нанесения клейма указано на рисунке 1.

## 6 УПАКОВКА

6.1 Теплосчетчик исполнения СТУ-1 -000 упаковывается в картонный ящик согласно конструкторской документации.

6.2 Теплосчетчик исполнения СТУ-1 -050...200 упаковывается в деревянный ящик согласно конструкторской документации.