

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчики ультразвуковые УЗС-1

Назначение средства измерений

Счетчики ультразвуковые УЗС-1 (далее – УЗС-1) предназначены для измерений параметров потока (объема и объемного расхода) жидкостей в напорных трубопроводах с диаметром условного прохода Ду от 8 до 2400 мм. и избыточным давлением не более 20 МПа.

Описание средства измерений

Принцип действия УЗС-1 основан на зависимости времени распространения ультразвуковых импульсов в акустически прозрачной жидкости от скорости ее движения. УЗС-1 является время-импульсным ультразвуковым устройством, преобразующим разность ΔT времен распространения ультразвуковых импульсов по потоку жидкости и против него в параметры потока жидкости и в электрические сигналы. УЗС-1 состоит из блока электронного преобразования (ЭП), измерительного участка (ИУ) и соединительных кабелей.

Разновидности УЗС-1 по типу и количеству ИУ:

- модель 1.1 - один одноканальный ИУ, Ду от 8 мм до 2400 мм;
- модель 2.1 - один двухканальный ИУ, Ду от 80 мм до 1000 мм, для измерения расхода жидкости с повышенной точностью;
- модели 3.1.1 и 3.1.2 - один трехканальный ИУ, Ду от 80 мм до 1000 мм, для измерения расхода жидкости с высокой точностью (модель 3.1.2 для повышения точности измерения расхода имеет дополнительные точки калибровки по рабочему диапазону расходов);
- модели 4.1.1 и 4.1.2 - один четырехканальный ИУ, Ду от 150 мм до 1000 мм, для измерения расхода жидкости с высокой точностью (модель 4.1.2 для повышения точности измерения расхода имеет дополнительные точки калибровки по рабочему диапазону расходов);
- модель 2.2 - два одноканальных ИУ, Ду от 8 мм до 2400 мм, для измерения расходов жидкостей в двух трубопроводах.

Разновидности УЗС-1 по конструктивному исполнению:

- "К" - компактная версия (ЭП и ИУ объединены в составе единого узла), применяется для моделей 1.1, 2.1, 3.1, 4.1;
- "Р" - раздельная версия, ЭП и ИУ соединены дистанционно при помощи коаксиального кабеля длиной не более 250 м, применяется для всех моделей;
- "МК" - раздельная версия, предназначенная для установки УЗС-1 на действующем трубопроводе с Ду свыше 150 мм с использованием монтажного комплекта (МК) и комплекта соединительных кабелей, применяется для моделей 1.1 и 2.2.

Разновидности УЗС-1 по наличию индикации на ЭП:

- "И" - индикация имеется;
- без буквы – индикация отсутствует.

ЭП служит для возбуждения пьезоэлектрических преобразователей (ПП), расположенных на ИУ, усиления и обработки приемных сигналов с ПП, формирования импульсного сигнала с частотой, пропорциональной расходу, формирования сигналов для индикации значений суммарного и мгновенного расходов и формирования выходных сигналов.

ЭП вычисляет параметры потока с учетом констант, введенных в память ЭП УЗС-1:

- внутренний диаметр трубопровода, D м;
- расстояние между ПП, $L_{пп}$, м;
- угол установки ПП, α , °;
- гидродинамический коэффициент, m ;
- время задержки сигнала в ПП, с;
- коэффициент коррекции за счет смещения акустической оси относительно оси трубопровода, $K_{со}$ (модели 2.1, 3.1, 4.1);

- коэффициент влияния конкретного акустического канала на значение расхода УЗС-1, Квл (модели 2.1, 3.1, 4.1).

Примечание - Значения Ксо, Квл определяются экспериментально при калибровке УЗС-1.

ИУ представляет собой отрезок трубы с фланцами и установленными на нем ПП.

ИУ могут изготавливаться с ультразвуковым каналом, ориентированным вдоль оси ИУ (ИУ, исполнение 1), с ультразвуковым каналом, ориентированным под углом к оси ИУ и использующим отражение от внутренней стенки ИУ (ИУ, исполнение 2) и с ультразвуковым каналом, ориентированным под углом к оси ИУ, расположенным по диаметру трубопровода или смещенными от оси трубопровода на определенное расстояние, по хорде, (ИУ, исполнение 3). В зависимости от исполнения ИУ используется различный коэффициент масштабирования, указанный в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициент масштабирования, используемый в УЗС-1, в зависимости от исполнения ИУ

Наименование константы	Исполнение ИУ		
	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Коэффициент масштабирования	$450 \cdot \pi$	$225 \cdot \pi$	$450 \cdot \pi / n$

Примечание - n – число ультразвуковых каналов в ИУ.

Программное обеспечение. Вычисление расхода в УЗС-1 осуществляется по встроенному программному обеспечению (в дальнейшем - ПО).

ПО имеет уровень защиты "С" от непреднамеренных и преднамеренных изменений по МИ 3286-2010.

Доступ к параметрам УЗС-1 приведен в таблице 2

Таблица 2 - Доступ к параметрам УЗС-1

Наименование параметра	Доступ к ПО
Доступ к параметрам УЗС-1 в режимах "Работа" и "Контроль"	Только чтение введенных и измеренных УЗС-1 параметров (без возможности их изменения)
Доступ к параметрам УЗС-1 в режимах "Настройка", "Поверка" и "Управление" (метрологически значимые разделы меню УЗС-1)	При нажатии на кнопку, находящуюся внутри опломбированного прибора и вводе специального пароля
Доступ к параметрам УЗС-1 в режиме "Службное" (метрологически незначимый раздел меню УЗС-1)	При нажатии на кнопку, находящуюся внутри опломбированного прибора и вводе второго специального пароля
Доступ к параметрам УЗС-1 через интерфейсные выходы "RS-232", "RS-485", USB, "Ethernet"	Только чтение введенных и измеренных УЗС-1 параметров (без возможности их изменения)
Хранение введенных и измеренных параметров УЗС-1	Внутри УЗС-1 в энергонезависимой памяти
Контроль вскрытия УЗС-1	Мастичная пломба, закрывающая один из винтов, скрепляющих половинки корпуса блока ЭП или свинцовая (пластмассовая) пломба, закрепленная на проволоке, перекрывающей от откручивания один из винтов, скрепляющих половинки корпуса блока ЭП

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование параметра	Обозначение	Примечание
Наименование программного обеспечения УЗС-1	407251.004 ПО	
Идентификационное наименование программного обеспечения	УЗС-1-2011	Выводится на индикатор УЗС-1 при включении УЗС-1
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Ver 011	Выводится на индикатор УЗС-1 при включении УЗС-1
Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	FE749908 (calculate.r79) 4EF47D80 (freg.r79) 7319394B (lout.r79)	Проверяется программно при включении УЗС-1 (при загрузке программы из энергонезависимой памяти УЗС-1)
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	CRC32	

Конструкцией УЗС-1 предусмотрена пломбировка УЗС-1.

Схема пломбировки - мастичная пломба, закрывающая один из винтов, скрепляющих половинки корпуса блока ЭП или свинцовая (пластмассовая) пломба, закрепленная на проволоке, перекрывающей от откручивания один из винтов, скрепляющих половинки корпуса блока ЭП. Место пломбировки – нижние боковые винты.

Влияние ПО на метрологические характеристики УЗС-1 в рабочем режиме – отсутствует.

Вычисление расхода в УЗС-1 осуществляется по формулам, приведенным в методике "Счетчики ультразвуковые УЗС-1. Методика поверки М12-70-2011". После проведения операций поверки УЗС-1 вход в метрологически значимые разделы ПО блокируются кнопкой "Запрет" и прибор пломбируется.

Запрет доступа для изменения параметров, влияющих на метрологические характеристики УЗС-1, - за счет использования кнопки "Запрет", находящейся внутри опломбированного УЗС-1, пароля на вход в метрологически значимые разделы ПО и пломбирования УЗС-1.

Внешний вид блока ЭП УЗС-1 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Внешний вид ЭП УЗС-1

Метрологические и технические характеристики

Диаметры условных проходов (Ду) трубопроводов и соответствующие им значения нижнего расхода (Qн), первого переходного расхода (Qп1), второго переходного расхода (Qп2) и верхнего расхода (Qв) для УЗС-1 приведены в таблицах 4 и 5

Таблица 4 - Диаметры условных проходов (Ду) трубопроводов и соответствующие им значения расхода Qн, Qп1, Qп2 и Qв для УЗС-1, модели 1.1 и 2.2 .

Ду, мм	Значения расходов, м ³ /ч			
	Qн	Qп1	Qп2	Qв
8	0,014	0,027	0,054	1,810
10	0,021	0,042	0,085	2,827
12	0,031	0,061	0,122	4,072
15	0,048	0,095	0,191	6,362
20	0,085	0,170	0,339	11,31
25	0,133	0,265	0,530	17,67
32	0,217	0,434	0,869	28,95
40	0,339	0,679	1,357	45,24
50	0,530	1,060	2,121	70,69
65	0,896	1,792	3,584	119,5
80	1,357	2,714	5,429	181,0
100	2,121	4,241	8,482	282,7
125	3,313	6,627	13,25	441,8
150	4,771	9,543	19,09	636,2
200	8,482	16,96	33,93	1131
250	13,25	26,51	53,01	1767
300	19,09	38,17	76,34	2545
400	33,93	67,86	135,7	4524
500	53,01	106,0	212,1	7069
600	76,34	152,7	305,4	10179
700	103,9	207,8	415,6	13854
800	135,7	271,4	542,9	18096
900	171,8	343,5	687,1	22902
1000	212,1	424,1	848,2	28274
1200	305,4	610,7	1221	40715
1400	415,6	831,3	1663	55418
1600	542,9	1086	2171	72382
2000	848,2	1696	3393	113097
2400	1221	2443	4886	162860

Примечания

1 УЗС-1 для трубопроводов с условным диаметром Ду от 8 мм до 300мм поставляется в комплекте с ИУ. Данный вариант предусматривает градуировку УЗС-1 с помощью расходомерной поверочной установки (РПУ) или (при отсутствии РПУ) для Ду от 150 мм до 300 мм градуировку теоретическим методом.

2 УЗС-1 для трубопроводов с условным диаметром более 300 мм поставляется с монтажным комплектом. Данный вариант предусматривает монтаж ПП непосредственно на трубопроводе и градуировку УЗС-1 теоретическим методом.

3 Значение Qв дано при скорости течения жидкости 10 м/с. По желанию Заказчика Qв может быть выше указанного в таблице.

Таблица 5 - Диаметры условных проходов трубопроводов и соответствующие им значения расходов (модели 2.1, 3.1, 4.1)

Ду, мм	Значения расходов, м ³ /ч				Модели УЗС-1		
	Q _н	Q _{п1}	Q _{п2}	Q _в	2.1	3.1	4.1
80	1,357	2,714	5,429	181,0	+	+	-
100	2,121	4,241	8,482	282,7	+	+	-
125	3,313	6,627	13,25	441,8	+	+	-
150	4,771	9,543	19,09	636,2	+	+	+
200	8,482	16,96	33,93	1131	+	+	+
250	13,25	26,51	53,01	1767	+	+	+
300	19,09	38,17	76,34	2545	+	+	+

Примечания

- 1 УЗС-1 поставляется в комплекте с ИУ (компактная и раздельная версии).
- 2 Знак "+" означает использование УЗС-1, модели 2.1, 3.1, 4.1 в зависимости от Ду.

Контролируемая жидкость:

- акустически прозрачная жидкость (объемное содержание в жидкости механических примесей и газовых включений не более 3 %) - холодная и горячая вода, сточные воды, нефть и нефтепродукты, и другие жидкости;
- температура от плюс 15 °С до плюс 180 °С;
- давление от 0,1 до 20 МПа;
- кинематическая вязкость не более $300 \cdot 10^{-6}$ м²/с (300 сСт) при условии прохождения через нее ультразвука.

Погрешности УЗС-1, модели 1.1 и 2.2 (Ду от 8мм до 300мм) и модели 2.1, 3.1, 4.1. Градуировка УЗС-1 осуществляется с использованием расходомерной поверочной установки (РПУ).

Пределы допускаемой относительной погрешности δ_0 измерений объема жидкости, пределы допускаемой относительной погрешности δ_w измерений объема жидкости по импульсному выходному сигналу, пределы допускаемой приведенной погрешности γ_F измерений расхода по частотному выходному сигналу, пределы допускаемой приведенной погрешности γ_Q измерений расхода по индикатору УЗС-1 и пределы допускаемой приведенной погрешности γ_T измерений расхода по токовому выходному сигналу при определении коэффициента преобразования объема жидкости в число импульсов (при градуировке УЗС-1 по РПУ) приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемых погрешностей УЗС-1 при градуировке на РПУ

Диапазон расходов	Модель	Погрешность, %				
		δ_0	δ_w	γ_F	γ_Q	γ_T
Q _{п2} - Q _в	1.1 и 2.2	± 1,0	± 1,0	± 1,1	± 1,2	± 1,3
	2.1	± 0,6	± 0,6	± 0,7	± 0,8	± 0,9
	3.1.1	± 0,5	± 0,5	± 0,6	± 0,7	± 0,8
	3.1.2	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,5	± 0,6
Q _{п2} - Q _в	4.1.1	± 0,5	± 0,5	± 0,6	± 0,7	± 0,8
	4.1.2	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,5	± 0,6
Q _{п1} - Q _{п2}	1.1 и 2.2	± 2,0	± 2,0	± 2,1	± 2,2	± 2,3
	2.1	± 2,0	± 2,0	± 2,1	± 2,2	± 2,3
	3.1	± 1,0	± 1,0	± 1,1	± 1,2	± 1,3
	4.1	± 1,0	± 1,0	± 1,1	± 1,2	± 1,3
Q _н - Q _{п1}	1.1 и 2.2	± 4,0	± 4,0	± 4,1	± 4,2	± 4,3
	2.1	± 4,0	± 4,0	± 4,1	± 4,2	± 4,3
	3.1	± 2,0	± 2,0	± 2,1	± 2,2	± 2,3
	4.1	± 2,0	± 2,0	± 2,1	± 2,2	± 2,3

Примечание - УЗС-1, модели 3.1.2 и 4.1.2 отличаются от УЗС-1, модели 3.1.1 и 4.1.1 соответственно индивидуальной калибровкой УЗС-1 (наличие дополнительных точек калибровки УЗС-1, модели 3.1.2 и 4.1.2).

Погрешности УЗС-1, модели 1.1 и 2.2 (Ду от 150мм до 2400мм) при градуировке УЗС-1 теоретическим методом приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Пределы допускаемых погрешностей, δ_o , δ_w , γ_F , γ_Q , γ_T , УЗС-1, модели 1.1 и 2.2, при градуировке УЗС-1 теоретическим методом.

Условный диаметр Ду, мм	Диапазон расходов	Погрешность, %				
		δ_o	δ_w	γ_F	γ_Q	γ_T
150	Qп2 – Qв	± 2,5	± 2,5	± 2,6	± 2,7	± 2,8
	Qп1 – Qп2	± 3,5	± 3,5	± 3,6	± 3,7	± 3,8
	Qн – Qп1	± 5,0	± 5,0	± 5,1	± 5,2	± 5,3
200	Qп2 – Qв	± 1,5	± 1,5	± 1,6	± 1,7	± 1,8
	Qп1 – Qп2	± 2,5	± 2,5	± 2,6	± 2,7	± 2,8
	Qн – Qп1	± 4,5	± 4,5	± 4,6	± 4,7	± 4,8
250 и более	Qп2 – Qв	± 1,0	± 1,0	± 1,1	± 1,2	± 1,3
	Qп1 – Qп2	± 2,0	± 2,0	± 2,1	± 2,2	± 2,3
	Qн – Qп1	± 4,0	± 4,0	± 4,1	± 4,2	± 4,3

Примечание - Погрешности указаны при числах Рейнольдса 4000 и более.

Индикация объёма цифровая, максимальная емкость счетчика объёма 9999999999,999 м³. Цена единицы младшего разряда (весовой коэффициент "В"): 1л, 10л, 100л, 1м³, 10м³ или 100м³ (выбирается при настройке прибора, в зависимости от значения Qmax для данного УЗС-1, в соответствии с таблицей 8).

Таблица 8 - Весовой коэффициент "В" УЗС-1

Qmax, м ³ /ч	От 0,181 до 3,6	От 0,55 до 36	От 5,5 до 360	От 55 до 3600	От 550 до 36000	От 5500 до 200000
Коэффициент "В"	1л	10л	100л	1м ³	10м ³	100м ³

Изменение информации на счетчике объема происходит с дискретностью, равной весовому коэффициенту "В". При отключении электропитания УЗС-1 информация о значении объема сохраняется в памяти ЭП.

УЗС-1 имеет возможность учета объема жидкости, прошедшей в прямом и обратном направлениях и суммарного объема.

Индикация расхода цифровая, с плавающей запятой, в м³/час. Минимальное значение единицы младшего разряда 0,0001 м³/час. При изменении направления потока УЗС-1 индицирует отрицательное значение расхода.

Индикация времени цифровая, в формате: XXчXXмXXс. Таймер времени исправной работы считает время, когда УЗС-1 находится в рабочем режиме. Таймер время не считает при:

- отсутствию жидкости в ИУ;
- обрыве соединительных кабелей;
- неисправности ПП или блока ЭП;
- отсутствию электропитания УЗС-1. При отключении питания часы реального времени в приборе работают от внутреннего источника питания.

Выходные сигналы УЗС-1:

- импульсно-частотный выход - сигнал в виде замыкания цепи клемм "IMP+" и "IMP-" блока ЭП оптоэлектронным ключом;
- токовый выход, кроме УЗС-1, модель 2.2, (клеммы "+Iout" и "-Iout"), (0÷5) мА или (0÷20) мА, или (4÷20) мА.
- интерфейсные выходы, RS – 232, RS – 485, USB выход, выход Ethernet.

УЗС-1 формирует архив, часовой - 2400 ч, суточный – 370 суток, месячный архив – 150 месяцев.

Электропитание УЗС-1 - постоянное напряжение (24 ± 6) В.

Электрическая мощность, потребляемая УЗС-1, не более 6 Вт.

Габаритные размеры, мм:

- ЭП, отдельная версия УЗС-1, длина – 248, ширина – 146, высота - 113;

- ЭП, компактная версия УЗС-1, длина – 222, ширина – 146, высота - 82;

- ИУ, в зависимости от Ду и Ру, длина – (550÷950), диаметр фланцев - (90÷800), высота – (160÷800).

Масса, блок ЭП- не более 3,0 кг, ИУ – от 3,4 до 235,4 кг (в зависимости от Ду и Ру).

Рабочие условия эксплуатации:

- компактная версия без индикации:

а) температура окружающей среды от минус 30°С до плюс 45°С;

б) относительная влажность воздуха до 95% при температуре + 35 °С и менее, без конденсации влаги (группа С4 по ГОСТ Р 52931-2008);

в) группа исполнения по виброустойчивости N1 по ГОСТ Р 52931-2008;

г) исполнение IP-65 по ГОСТ 14254;

- компактная версия с индикацией, блок ЭП (отдельная версия с индикацией):

а) температура окружающей среды от минус 10 °С до плюс 45 °С;

б) относительная влажность воздуха до 80% при температуре + 35 °С и менее, без конденсации влаги (группа В4 по ГОСТ Р 52931);

г) группа исполнения по виброустойчивости N1 по ГОСТ Р 52931;

д) исполнение IP-53 по ГОСТ 14254 (без выходов RS-232, USB, Ethernet), IP-21 (с используемыми выходами RS-232, USB, Ethernet);

- отдельная версия ИУ (ПП):

а) температура окружающей среды от минус 40°С до + 60 °С (по спецзаказу от минус 60°С до + 80°С);

б) относительная влажность воздуха до 100 % при температуре + 30°С и менее, с конденсацией влаги (группа С2 по ГОСТ Р 52931);

в) группа исполнения по виброустойчивости N2 по ГОСТ Р 52931-2008;

г) исполнение IP-67 по ГОСТ 14254.

Средний срок службы УЗС-1 - не менее 12 лет.

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель УЗС-1 методом шелкографии и ставится на обложке паспорта 407251.002 ПС полиграфическим способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 9 – Комплектность УЗС-1

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
407251.004	Счетчик ультразвуковой УЗС-1	1	Компактная версия
407251.003	Блок ЭП	1 шт.	Отдельная версия
Обозначение в зависимости от Ду, Ру	Участок измерительный ИУ	1 шт. (модель 1.1), 2шт. (модель 2.2)	Отдельная версия, поставка с ИУ
5.836.000	Установочный комплект	1 шт. (модель 1.1), 2шт. (модель 2.2)	Отдельная версия, поставка с монтажным комплектом
685661.002	Комплект соединительных кабелей	1 шт. (модель 1.1), 2шт. (модель 2.2)	Отдельная версия, Лк до 250м
	Вставка плавкая 0,5 А 250 В	2 шт.	ЗИП
407251.004 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	-

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
407251.004 ПС	Паспорт	1	-
МП12-70-2011	Методика поверки	1	-

Поверка

осуществляется по документу «Счетчики ультразвуковые УЗС-1. Методика поверки» М12-70-2011, утвержденному ГЦИ СИ ФГУ «Самарский ЦСМ» 19.08.2011 г.

В перечень основного поверочного оборудования входят:

- установка расходомерная поверочная, ПГ $\pm (0,05 \dots 0,33) \%$.

- частотомер ЧЗ-63, ПГ $\pm (|\pm 1 \cdot 10^{-8}| + \frac{T_{\text{такт}}}{n \cdot T_{\text{изм}}}) \%$ ДЛИ2.721.007-02 ТУ;

- вольтметр В7-40, ПГ $\pm [|\pm 0,2| + 0,02 (\frac{I_k}{I_x} - 1)] \%$, Тг 2.710.016 ТУ.

Сведения о методиках (методах) измерений

Руководство по эксплуатации 407251.004 РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам ультразвуковым УЗС-1

1 ГОСТ 8.145-75 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений объемного расхода жидкости в диапазоне $3 \cdot 10^{-6} \dots 10 \text{ м}^3/\text{с}$.

2 ТУ 4213-001-21220450-2011 – Счетчики ультразвуковые УЗС-1. Технические условия.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Осуществление торговли и торговых операций

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное предприятие "Сигма-С". Юридический адрес. 443052, г. Самара, ул. Земеца, д.4, корпус 94"Б".Тел/факс: (846) 931-99-28, E-mail: sigma@smrk.ru.

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУ «Самарский ЦСМ» (аттестат аккредитации № 30017-08)

пр. Карла Маркса, 134, г. Самара, 443013; Тел.: (846) 336 - 08 - 27, тел/факс: (846) 336 - 15 - 54; E-mail: referent@samaragost.ru

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«_____» _____ 2012г.