

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
ФГУ «Самарский центр стандартизации метрологии и сертификации»
(ФГУ «Самарский ЦСМ»)**

**УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
Директор ФГУ «Самарский ЦСМ»**

_____ **Е.А.Стрельников**

" 21 " 11 2006 г.

**Государственная система обеспечения
единства измерений**

СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ УЗС-1

модели 1.1, 2.1, 2.2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

407251.002 Д2

**г. Самара
2006**

1. Разработана

ООО НПП «Сигма-С»

г. Самара

Исполнители:

Ю.П. Михеев, А.П. Наумчук

2. Разработана

ФГУ «Самарский ЦСМ»

г. Самара

Исполнители:

О.К. Крайнов, И.Ю. Еремин

3. Утверждена

ФГУ «Самарский ЦСМ» 21 ноября 2006 г.

г. Самара

Настоящая методика поверки (в дальнейшем – МП) распространяется на счетчики ультразвуковые УЗС-1 моделей 1.1, 2.1, 2.2 (далее – УЗС-1).

УЗС-1 предназначены для измерений параметров потока (объема и объемного расхода) жидкостей без образования инея на внутренней поверхности измерительного участка (ИУ), с температурой от минус 50°С до +180°С и избыточным давлением до 20 МПа в напорных трубопроводах с диаметром условного прохода Ду от 10 до 2400 мм.

В состав УЗС-1 входят:

- блок электронного преобразования (ЭП);
- измерительный участок (ИУ);
- комплект соединительных кабелей.

В МП задействованы следующие методы определения коэффициента преобразования объема жидкости в число импульсов:

- метод прямых динамических измерений коэффициента преобразования объема модельной жидкости (далее – жидкость) в число импульсов на расходомерной поверочной установке (проливной метод);

- метод определения коэффициента преобразования объема жидкости в число импульсов по «Методике теоретической градуировке 407251.002 Д1» (теоретический метод).

В МП задействован имитационный метод поверки параметров УЗС-1 с помощью имитатора расхода ИР-2

Используемые средства измерений (СИ) указаны в п. 2.1 МП, там же приведены их метрологические характеристики (МХ).

МП охватывает все виды поверки УЗС-1 согласно Пр 50.2.006-94.

Периодичность поверки УЗС-1 – один раз в три года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки УЗС-1 выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта	Выполняются при:	
		первичной поверке	периодической, внеочередной поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Проверка относительной погрешности δ_0 измерения объема жидкости проливным методом	5.2.4	Да	Да (модель 2.1) После замены ПП (модели 1.1, 2.2)
Проверка погрешности преобразования δ_f при теоретической градуировке	5.2.5	Да (для моделей 1.1, 2.2 при теоретической градуировке)	Да (для моделей 1.1, 2.2 при теоретической градуировке)
Проверка приведенных погрешностей γ_{Qz} , γ_{fz} , γ_{tz} и относительной погрешности δ_{iz} преобразования разности периодов синхроколец ΔT в показания расхода, в частоту, в ток и в импульсы объема соответственно	5.3.2	Да	Да
Проверка относительной погрешности δ_{wz} преобразования разности периодов синхроколец ΔT в показания объема	5.3.2	Да (для моделей 1.1, 2.2 при теоретической градуировке)	Да (для моделей 1.1, 2.2)
Проверка относительной погрешности δ_0 измерения объема жидкости теоретическим методом	5.4	Да (для моделей 1.1, 2.2 при теоретической градуировке)	Да (для моделей 1.1, 2.2 при теоретической градуировке)

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Проверка приведенной погрешности γ_Q измерения расхода по индикатору УЗС-1, приведенной погрешности γ_F измерения расхода по частотному выходу, приведенной погрешности γ_T измерения расхода по токовому выходному сигналу и относительной погрешности δ_V измерения объема по импульсному выходу	5.5	Да	Да
Проверка относительной погрешности δ_V измерения времени	5.6	Да	Да
Проверка запоминания информации об объеме и времени работы при отключении питания	5.7	Да	Да

Примечания:

1 Определение относительной погрешности δ_V измерения объема жидкости предпочтительно определять в соответствии с п. 5.2.4 МП.

2 Определение относительной погрешности δ_V измерения объема жидкости теоретическим способом в соответствии с п. 5.4 МП проводится для УЗС-1 моделей 1.1, 2.2 с условным диаметром $D_u \geq 100$ мм при отсутствии поверочной установки на заданный диапазон расходов.

3 Для УЗС-1 моделей 2.2 МХ определяются для каждого ИУ.

4 По согласованию с организацией, эксплуатирующей УЗС-1 модели 2.1, при периодической поверке вместо определения относительной погрешности δ_V (п. 5.2.4) допускается определять относительную погрешность $\delta_{VЭ}$ в соответствии с п. 5.3.2 МП.

5 При отсутствии в УЗС-1 токового выхода погрешности $\gamma_{TЭ}$ и γ_T в данном приборе не определяются.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки используются следующие средства поверки:

2.1.1 Частотомер ЧЗ-63 (далее – частотомер)

Измерение периода:

$$ПГ \pm [5 \cdot 10^{-7} + \frac{T_{\text{такт}}}{n \cdot T_{\text{изм}}}] \%$$

где $T_{\text{такт}}$ – период тактовой частоты или частоты заполнения (метки времени), мкс;
 n – число усредняемых периодов (множитель периода);
 $T_{\text{изм}}$ – измеряемый период, мкс.

2.1.2 Вольтметр В7-40 (далее – вольтметр), пределы допускаемых погрешностей:

- по напряжению переменного тока: $\text{ПГ} = \pm [0,6 + 0,1 (\frac{U_k}{U_x} - 1)] \%$;

- по постоянному току: $\text{ПГ} = \pm [0,2 + 0,02 (\frac{I_k}{I_x} - 1)] \%$

- по переменному току: $\text{ПГ} = \pm [1 + 0,1 (\frac{I_k}{I_x} - 1)] \%$

где: U_k, I_k – пределы измерений СИ;

U_x, I_x – измеренные значения контролируемых параметров.

2.1.3 Расходомерная поверочная установка (ПУ). Диапазон расходов ПУ должен соответствовать МХ конкретной модификацией УЗС-1, представленного на поверку, пределы относительной погрешности ПУ должны быть не более 0,33 пределов относительной погрешности поверяемого УЗС-1.

2.1.4 Имитатор расхода ИР-2 467875.002, $\text{ПГ} = \pm 0,03\%$.

2.1.5 Вспомогательное оборудование:

- переходное устройство ПУ-УЗС-1 468364.002;

- электронное вычислительное устройство для инженерных расчетов.

Все применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

СИ и вспомогательное оборудование могут быть заменены на другие средства поверки, позволяющие проводить измерения с погрешностью не более, чем указанные в п. 2.1.1 ... 2.1.4 МП.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке УЗС-1 должны выполняться требования мер безопасности, изложенные в "Руководстве по эксплуатации УЗС-1".

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$;

- влажность не более 80 % при температуре $+25^\circ \text{C}$;

- электропитание УЗС-1 и средств его поверки осуществляется от электросети однофазного переменного тока, напряжением $(220 \pm 4,4)$ В.

4.2 При проведении операции поверки по п. 5.2 МП на поверочной установке должны соблюдаться следующие условия:

- измерительный участок ИУ должен быть расположен на ПУ таким образом, чтобы обеспечивался прямолинейный участок длиной не менее 10 Ду до места установки ИУ и не менее 5 Ду после места установки;

- при проведении поверки не допускается течи жидкости во фланцевых, резьбовых, сварных соединениях;

- наличие включений свободного газа (воздуха) в жидкости не допускается;

- давление жидкости в трубопроводе не менее 0,1 МПа;

- технологическая жидкость в ПУ – вода по СанПиН 2.1.4.1074-01;

- температура жидкости в трубопроводе $(15 \div 30)^\circ\text{C}$;

- изменение температуры жидкости за время поверки не более 5°C ;

- изменения расхода жидкости от установленного значения в процессе измерений не должно превышать $\pm 2,5\%$.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть проверены требования п. 6.2. "Руководства по эксплуатации УЗС-1". Все выявленные замечания должны быть устранены до проведения поверки, в противном случае УЗС-1 бракуют.

5.2 Проверка относительной погрешности δ_0 (далее - погрешность δ_0) измерения объема жидкости

5.2.1 Осуществить подготовительные операции:

- установить ИУ в ПУ;

- собрать схему соединений, приложение 1 МП;

- заполнить измерительную линию (ИЛ) ПУ жидкостью, проверить ее герметичность и осуществить циркуляцию ("прогон") жидкости через ИЛ продолжительностью не менее 2-х минут;

- остановить движение потока в ИЛ.

5.2.2 Проконтролировать балансировку синхроколец, для этого:

- остановить поток жидкости в трубопроводе и убедиться в достоверности этого;

- зайти в меню СЛУЖЕБНОЕ – ПРИБОР – РЕЖИМ НАСТРОЙКИ (см. Руководство по эксплуатации УЗС-1, раздел 1.4.3.4);

- установить режим настройки – "ДА";

- кнопкой "↵" выйти в рабочий режим;

- кнопками "↑" или "↓" выбрать на дисплее УЗС-1 "+Fr" и проконтролировать значение частоты на нижней строке дисплея;

- кнопками "↑" или "↓" выбрать на дисплее УЗС-1 "-Fr" и проконтролировать значение частоты на нижней строке дисплея;

- значение частот “+Fr” и “-Fr” не должно отличаться друг от друга на $\pm 1,5$ Гц;
- в случае необходимости с помощью потенциометра «БАЛАНС» на плате ЛИР-1, установить равенство частот “+Fr” и “-Fr” с точностью 1Гц;
- для моделей 2.1 и 2.2 провести аналогичную операцию для второго канала (трубопровода);
- зайти в меню СЛУЖЕБНОЕ – ПРИБОР – РЕЖИМ НАСТРОЙКИ;
- установить режим настройки – “НЕТ “;
- кнопкой “↵” выйти в рабочий режим.

5.2.3 Зайдя в режим контроля параметров, проконтролировать на дисплее УЗС-1 значения периодов синхроколец Tr1 и Tr2 (для моделей 2.1, 2.2) или значение Tr (для модели 1.1). Значения Tr1 и Tr2 (Tr) необходимы для установки их на имитаторе ИР-2 при проверке параметров УЗС-1 по п. 5.3.

5.2.4 Проверка относительной погрешности δ_0 измерения объема жидкости проливным способом на ПУ

Проверку погрешности δ_0 (для УЗС-1 модели 2.2 по каждому ИУ) измерения объема жидкости проливным способом на ПУ осуществлять следующим образом:

- выполнить п. 5.2.1;
- собрать схему соединений, приложение 1;
- определить объем жидкости W_{ji} по результатам n ($n \geq 6$) измерений при каждом j -ом расходе ($j \geq 3$) из рабочего диапазона расходов данного УЗС-1 и соответствующее ему число импульсов N_{ji} с импульсных выходов УЗС-1 (в модели 2.2 контакты 6 и 9, в моделях 1.1 и 2.1 контакт 6 разъема КОНТРОЛЬ);
- определить среднее число импульсов N_j при каждом расходе по формуле:

$$N_j = \sum_{i=1}^n \frac{N_{ji}}{n} \quad (1)$$

где: N_{ji} – количество импульсов с импульсного выхода УЗС-1 при i – ом измерении и j – ом расходе;
 n – число измерений.

- при проведении измерений анализировать значение N_{ji} на наличие грубых результатов измерений в соответствии с методикой (приложение 2);
- рассчитать цену одного импульса “В”Fout (для УЗС-1 модели 2.2 “В”Fout1 и “В”Fout2) сигнала Fout по формуле:

$$\text{“В”Fout} [\text{м}^3] = \frac{Q_{\max}}{3600 \cdot 1000} \quad (2)$$

где Q_{\max} – максимальное значение расхода для данного УЗС-1 (для УЗС-1 моделей 2.2 и 2.2-Ex – $Q_{\max1}$ и $Q_{\max2}$), $\text{м}^3/\text{ч}$;
 1000 - максимальное значение частоты Fout, Гц.

- определить измеренный УЗС-1 объем W_j при j – ом расходе по формуле:

$$W_j = N_j \cdot "B"_{\text{Fout}} \text{ [м}^3\text{]} \quad (3)$$

где N_j – среднее количество импульсов с импульсного выхода УЗС-1 при j – ом расходе, рассчитанное по формуле (1);

"B"_{\text{Fout}} - цена одного импульса с импульсного выхода, м3/имп.

- определить средний измеренный объем W_{jy} по ПУ при j -ом расходе по формуле (для динамических ПУ с циркуляцией жидкости по замкнутому контуру):

$$W_{jy} = \sum_{i=1}^n \frac{W_{jiy}}{n} \quad (4)$$

где W_{jiy} – измеренный ПУ объем при i -том измерении и j -ом расходе, м³;
 n – число измерений.

- определить погрешность δ_{0j} измерения объема при каждом j -ом расходе по формуле:

$$\delta_{0j} = \frac{W_j - W_{jy}}{W_{jy}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где W_j – среднее значение измеренного УЗС-1 объема при j -ом расходе, рассчитанное по формуле (3), м³;

W_{jy} – значение объема жидкости по ПУ при j -ом расходе или рассчитанное по формуле (4) для ПУ с измеряемым объемом, м³.

Максимальное значение δ_{0j} принимается за погрешность δ_0 измерения объема.

Примечание -. Для УЗС-1 модели 2.2 погрешность δ_0 определяют для каждого канала.

Погрешность δ_0 должна быть не более пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице 2

Таблица 2 – Пределы допускаемой погрешности δ_0

Диапазон расходов	Модель УЗС-1	Пределы допускаемой погрешности δ_0 , %
1	2	3
Qп2 - Qв	1.1 и 2.2	± 1,0
	2.1	± 0,5
Qп1 – Qп2	1.1 и 2.2	± 2,0
	2.1	± 1,0
Qн – Qп1	1.1 и 2.2	± 4,0
	2.1	± 3,5

Примечания

1 При кратности расходов $Q_{\max}/Q_{\min} \leq 2$ в диапазоне расходов от $0,05Q_v$ до Q_v пределы погрешности δ_0 должны быть не более:

$\pm 0,5\%$ для УЗС-1 моделей 1.1, 2.2;

$\pm 0,48\%$ для УЗС-1 модели 2.1.

2 При кратности расходов $Q_{\max}/Q_{\min} \leq 5$ в диапазоне расходов от $0,02Q_v$ до Q_v пределы погрешности δ_0 должны быть не более:

$\pm 0,8\%$ для УЗС-1 моделей 1.1, 2.2;

$\pm 0,48\%$ для УЗС-1 модели 2.1.

5.2.5 При выпуске из производства УЗС-1 второй комплектации (с монтажным комплектом) моделей 1.1 и 2.2 расчет гидродинамического коэффициента преобразования m и расчет погрешности преобразования δ_f осуществляется по методике теоретической градуировки 407251.002 Д1, а расчет погрешности δ_0 осуществляется в соответствии с п. 5.5 МП.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность δ_f , определенная при теоретической градуировке не превышает пределов допускаемой погрешности, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 - Пределы допускаемой погрешности δ_f

Условный диаметр, Ду, мм	Диапазон расходов, Q, м ³ /ч	Пределы допускаемой погрешности δ_f , %
100, 125	Qп2 – Qв	$\pm 4,0$
	Qп1 – Qп2	$\pm 5,0$
	Qн – Qп1	$\pm 6,0$
150	Qп2 – Qв	$\pm 2,5$
	Qп1 – Qп2	$\pm 3,5$
	Qн – Qп1	$\pm 5,5$
200	Qп2 – Qв	$\pm 1,5$
	Qп1 – Qп2	$\pm 2,5$
	Qн – Qп1	$\pm 5,0$
≥ 250	Qп2 – Qв	$\pm 1,0$
	Qп1 – Qп2	$\pm 2,0$
	Qн – Qп1	$\pm 4,0$

5.3 Проверка приведенных погрешностей $\gamma_{\Omega\varepsilon}$, $\gamma_{f\varepsilon}$, $\gamma_{t\varepsilon}$ и относительных погрешностей $\delta_{и\varepsilon}$, $\delta_{w\varepsilon}$ преобразования разности периодов синхроколец ΔT в показания расхода, в значение частоты, в значение тока, в импульсы объема и в показания объема соответственно имитационным способом поверки с помощью имитатора расхода ИР-2 (далее – ИР-2)

5.3.1 Подготовить к работе ИР-2:

- установить значения периодов T_0 следования импульсов синхроколец ($T_0 = T_{p1}$ на ИР-2 №1 и $T_0 = T_{p2}$ на ИР-2 №2), измеренные в п. 5.2.3 (для модели 1.1 ИР-2 №2 отсутствует);

- установить значение $t = 2,35$ мкс;

- установить значение $\Delta T = 0,00$ мкс;
- установить инверсию сигнала - Вкл.

5.3.2 Проверка погрешностей $\gamma_{Q\Delta}$, $\gamma_{f\Delta}$, $\gamma_{T\Delta}$, $\delta_{и\Delta}$, $\delta_{w\Delta}$ преобразования разности периодов синхроколец ΔT в показания расхода, в значение частоты, в значение тока, в импульсы объема и в показания объема соответственно

Проверку погрешностей $\gamma_{Q\Delta}$, $\gamma_{f\Delta}$, $\gamma_{T\Delta}$, $\delta_{и\Delta}$, $\delta_{w\Delta}$ (для УЗС-1 модели 2.2 по каждому каналу) осуществлять в следующей последовательности:

- собрать схему соединений, приложение В;
- заземлить корпуса всех приборов;
- включить все приборы, при этом УЗС-1 должен перейти в рабочий режим;
- установить вольтметр в режим измерения постоянного тока (для моделей 1.1 и 2.1);
- подключить вход измерения периода частотомера к разъему Т1 или Т2 имитатора расхода ИР-2;
- установить на ИР-2 режим работы – НАСТРОЙКА:
- установить на ИР-2 значения периодов T_0 следования импульсов синхроколец ($T_0 = T_{p1}$ на ИР-2 №1 и $T_0 = T_{p2}$ на ИР-2 №2), измеренные в п. 4.9.1 (для модели 1.1 ИР-2 №2 отсутствует);
- установить на ИР-2 значение $t = 2,35$ мкс;
- установить на ИР-2 значение $\Delta T = 0,00$ мкс;
- установить на ИР-2 - инверсия сигнала - ВКЛ;
- изменяя значение t на ИР-2, установить на частотомере значение периода, максимально приближенное к установленному на ИР-2 в п. 5.3.1 значению T_0 ;
- аналогично установить значение t на ИР-2 №2 (для моделей 2.1 и 2.2);
- установить на ИР-2 режим работы - РАБОТА
- устанавливая на ИР-2 значения ΔT (одинаковые для ИР-2 №1 и №2 при проверке параметров УЗС-1 модели 2.1), установить значение расхода Q_i на дисплее УЗС-1, близкое к расходу $0,5Q_{max}$;
- рассчитать значения расхода Q_p (модель 1.1) и Q_{p1} , Q_{p2} (модель 2.2) [$m^3/ч$] по формулам:

для ИУ без отражения

$$Q_p = \frac{450 \cdot \pi \cdot D \cdot L_{пп}^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{m \cdot (T_0 - T_{\Delta})^2} \cdot \Delta T \quad (6)$$

для ИУ с отражением

$$Q_p = \frac{225 \cdot \pi \cdot D \cdot L_{пп}^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{m \cdot (T_0 - T_{\Delta})^2} \cdot \Delta T \quad (7)$$

для ИУ с ПП вдоль оси

$$Q_p = \frac{450 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L_{пп}}{m \cdot (T_o - T_{э})^2} \cdot \Delta T \quad (8)$$

- рассчитать значения расходов Q_{p1} , Q_{p2} и Q_p (модель 2.1) [$\text{м}^3/\text{ч}$] по формулам:

$$Q_{p1} = \frac{450 \cdot \pi \cdot D \cdot (L_{пп1})^2 \cdot \text{tg}\alpha_1}{0,867 \cdot m \cdot (T_{o1} - T_{э1})^2} \cdot \Delta T \quad (9)$$

$$Q_{p2} = \frac{450 \cdot \pi \cdot D \cdot (L_{пп2})^2 \cdot \text{tg}\alpha_2}{0,867 \cdot m \cdot (T_{o2} - T_{э2})^2} \cdot \Delta T \quad (10)$$

$$Q_p = 0,5(Q_{p1} + Q_{p2}) \quad (11)$$

где D – введенное в УЗС-1 значение диаметра трубопровода, м;
 $L_{пп}$ – введенное в УЗС-1 значение расстояния между ПП, м;
 α – введенное в УЗС-1 значение угла установки ПП, град;
 m – введенное в УЗС-1 значение гидродинамического коэффициента;
 T_o – установленное на ИР-2 значение периода T_o , с;
 $T_{э}$ – введенное в УЗС-1 значение времени задержки сигнала в ПП, соединительных кабелях, блоке ЭП, с;
 ΔT – установленное на ИР-2 значение ΔT , с.

Примечание - Цифры в обозначении параметров указывают на принадлежность их к номеру трубопровода или канала.

- рассчитать значение частоты F_p [Гц] выходного частотного сигнала по формуле:

$$F_p = \frac{1000 \cdot Q_p}{Q_{\max}} \quad (12)$$

где Q_p – значение расхода, рассчитанное по формулам (6 – 11), $\text{м}^3/\text{ч}$;
 Q_{\max} – максимальное значение расхода, на который настроен УЗС-1, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 1000 – максимальное значение частоты выходного сигнала ($F_{\max}=1000$ Гц).

- рассчитать (при наличии токового выхода) значение выходного тока I_p по формуле:

$$I_p = I_{\min} + \frac{(I_{\max} - I_{\min}) \cdot Q_p}{Q_{\max}} \quad (13)$$

где I_{\min} – минимальное значение выходного тока (0 или 4 мА);
 I_{\max} – максимальное значение выходного тока (5 или 20 мА);
 Q_p – значение расхода, рассчитанное по формулам (6 – 11), $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_{\max} – максимальное значение расхода, на который настроен УЗС-1, м³/ч.

- рассчитать период T_r следования импульсов на импульсном выходе по формуле:

$$T_r = \frac{3600 \cdot "B"}{Q_p} \quad (14)$$

где T_r - период следования импульсов, с;

"B" – значение весового коэффициента УЗС-1, м³/имп (л/имп);

Q_p – значение расхода, рассчитанное по формулам (6 – 11), м³/ч.

- проконтролировать значение расхода Q_i на дисплее УЗС-1;
- установить ПУ-УЗС-1 в режим F1;
- проконтролировать значение частоты F_i (F_{i1} для модели 2.2) на индикаторе частотомера (в режиме измерения частоты с точностью 0,1Гц);
- установить ПУ-УЗС-1 в режим F2 (для модели 2.2);
- проконтролировать значение частоты F_{i2} на индикаторе частотомера (в режиме измерения частоты с точностью 0,1Гц);
- проконтролировать (при наличии токового выхода) значение тока I_i на индикаторе вольтметра;
- установить ПУ-УЗС-1 в режим T_i ;
- проконтролировать значение периодов следования импульсов T_i (T_{i1} для модели 2.2) на индикаторе частотомера (в режиме измерения периодов);
- подключить провода "ИМП +" и "ИМП –" от ПУ-УЗС-1 к клеммам "ИМП2+" и "ИМП2 –" на УЗС-1 (модель 2.2);
- проконтролировать значение периодов следования импульсов T_{i2} (для модели 2.2) на индикаторе частотомера (в режиме измерения периодов);
- установить УЗС-1 в режим ПОВЕРКА – НАЧАЛО ПРОЛИВКИ - ДА;
- нажимая на кнопку "↵" на УЗС-1 установить на дисплее УЗС-1 индикацию количества импульсов N и измеренного объема W , м³;
- установить на ПУ-УЗС-1 режим "Старт/Стоп";
- установить частотомер в режим измерения длительности импульсов формы "┌┐";
- обнулить кнопкой "↵" на УЗС-1 показания объема на УЗС-1 и обнулить показания частотомера;
- дать команду "Старт" кнопкой "↵" на ПУ-УЗС-1, при этом должны начаться одновременно счет объема на дисплее УЗС-1 и счет времени на частотомере;
- после выдержки времени не менее $5T_r$ (формула 14), дать команду "Стоп" кнопкой "↵" на ПУ-УЗС-1;
- проконтролировать значение объема W_i на дисплее УЗС-1 и значение времени измерения t_i на частотомере;
- рассчитать значение объема W_p [м³] по формуле:

$$W_p = \frac{Q_p \cdot t_i}{3600} \quad (15)$$

где Q_p – значение расхода, рассчитанное по формулам (6 – 11), м³/ч;
 t_i – время измерения, с.

- рассчитать погрешность $\gamma_{QЭ}$ преобразования значения ΔT в показания расхода по формуле:

$$\gamma_{QЭ} = \frac{Q_i - Q_p}{Q_{\max}} \cdot 100\% \quad (16)$$

- рассчитать погрешность $\gamma_{FЭ}$ преобразования значения ΔT в частоту выходного сигнала по формуле:

$$\gamma_{FЭ} = \frac{F_i - F_p}{F_{\max}} \cdot 100\% \quad (17)$$

- рассчитать (при наличии токового выхода) погрешность $\gamma_{IЭ}$ преобразования значения ΔT в токовый сигнал по формуле:

$$\gamma_{IЭ} = \frac{I_i - I_p}{I_{\max}} \cdot 100\% \quad (18)$$

- рассчитать погрешность $\delta_{iЭ}$ преобразования разности периодов синхроколец ΔT в импульсы объема по формуле:

$$\delta_{iЭ} = \frac{T_i - T_p}{T_p} \cdot 100\% \quad (19)$$

- рассчитать погрешность $\delta_{wЭ}$ преобразования значения ΔT в показания объема по формуле:

$$\delta_{wЭ} = \frac{W_i - W_p}{W_p} \cdot 100\% \quad (20)$$

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешности $\gamma_{QЭ}$, $\gamma_{FЭ}$ и $\delta_{iЭ}$, $\delta_{wЭ}$ не превышают $\pm 0,25\%$ и погрешность $\gamma_{IЭ}$ не превышает $\pm 0,5\%$.

5.4 Проверка относительной погрешности δ_o измерения объема жидкости при теоретической градуировке УЗС-1

Проверку относительной погрешности δ_o (для УЗС-1 модели 2.2 по каждому каналу) измерения объема жидкости теоретическим методом осуществлять следующим образом:

определить относительную погрешность δ_o по формуле:

$$\delta o = \sqrt{(\delta \phi)^2 + (\delta w \varepsilon)^2} \quad (21)$$

где $\delta \phi$ - погрешность преобразования объема в число импульсов, рассчитанная по методике теоретической градуировки 407251.002 Д1 (п.5.2.5), %;

$\delta w \varepsilon$ - погрешность преобразования значения ΔT в показания объема, определяемая в соответствии с п. 5.3.2, %.

Погрешность δo не должна превышать пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице 4

Таблица 4 – Пределы допускаемой погрешности δo

Условный диаметр, Ду, мм	Диапазон расходов, Q, м ³ /ч	Пределы допускаемой по- грешности δo , %
100, 125	Qп2 – Qв	± 4,0
	Qп1 – Qп2	± 5,0
	Qн – Qп1	± 6,0
150	Qп2 – Qв	± 2,5
	Qп1 – Qп2	± 3,5
	Qн – Qп1	± 5,5
200	Qп2 – Qв	± 1,5
	Qп1 – Qп2	± 2,5
	Qн – Qп1	± 5,0
≥ 250	Qп2 – Qв	± 1,0
	Qп1 – Qп2	± 2,0
	Qн – Qп1	± 4,0

Примечание - Погрешности, указанные в таблице, приведены при потоках с числом Рейнольдса $Re > 4000$.

5.5 Проверка приведенной погрешности γ_Q измерения расхода по индикатору УЗС-1, приведенной погрешности γ_F измерения расхода по частотному выходу, приведенной погрешности γ_T измерения расхода по токовому выходному сигналу и относительной погрешности δ_i измерения объема по импульсному выходному сигналу

Проверку погрешностей γ_Q , γ_F , γ_T , δ_i (для УЗС-1 модели 2.2 по каждому каналу) осуществлять следующим образом:

- рассчитать погрешность γ_Q по формуле:

$$\gamma_Q = \sqrt{(\delta o)^2 + (\gamma_{Q\varepsilon})^2} \quad (22)$$

где δo – погрешность измерения объема, определяемая в соответствии с п. 5.2 или п. 5.4, %;

$\gamma_{\text{QЭ}}$ – погрешность преобразования значения ΔT в показания расхода, определяемая в соответствии с п. 5.3.2, %.

- рассчитать погрешность γ_{F} по формуле:

$$\gamma_{\text{F}} = \sqrt{(\delta_{\text{O}})^2 + (\gamma_{\text{FЭ}})^2} \quad (23)$$

где δ_{O} – погрешность измерения объема, определяемая по п. 5.2 или п. 5.4, %;

$\gamma_{\text{FЭ}}$ – погрешность преобразования значения ΔT в значение частоты, определяемая в соответствии с п. 5.3.2, %.

- рассчитать (при наличии токового выхода) погрешность γ_{T} по формуле:

$$\gamma_{\text{T}} = \sqrt{(\delta_{\text{O}})^2 + (\gamma_{\text{TЭ}})^2} \quad (24)$$

где δ_{O} – погрешность измерения объема, определяемая по п. 5.2 или п. 5.4, %;

$\gamma_{\text{TЭ}}$ – погрешность преобразования значения ΔT в значение тока, определяемая в соответствии с п. 5.3.2, %.

- рассчитать погрешность $\delta_{\text{И}}$ по формуле:

$$\delta_{\text{И}} = \sqrt{(\delta_{\text{O}})^2 + (\delta_{\text{ИЭ}})^2} \quad (25)$$

где δ_{O} – погрешность измерения объема, определяемая по п. 5.2 или п. 5.4, %;

$\delta_{\text{ИЭ}}$ – погрешность преобразования значения ΔT в импульсы объема, определяемая в соответствии с п. 5.3.2, %.

Погрешности γ_{Q} , γ_{F} , γ_{T} и $\delta_{\text{И}}$ должны быть не более пределов своих допускаемых погрешностей, указанных в таблицах 5 и 6 значений в зависимости от способа проверки погрешности δ_{O} .

Таблица 5 - Пределы допускаемых погрешностей (погрешность δ_{O} проверяется в соответствии с п. 5.2)

Диапазон расходов	Модель УЗС-1	Пределы допускаемых погрешностей, %			
		γ_{Q}	γ_{F}	γ_{T}	$\delta_{\text{И}}$
Qп2 - Qв	1.1, 2.2	± 1,25	± 1,25	± 1,5	± 1,25
	2.1	± 0,8	± 0,8	± 1,0	± 0,8
Qп1 – Qп2	1.1, 2.2	± 2,0	± 2,0	± 2,5	± 2,0
	2.1	± 1,25	± 1,25	± 1,5	± 1,25
Qн – Qп1	1.1, 2.2	± 4,5	± 4,5	± 5,0	± 4,5
	2.1	± 4,0	± 4,0	± 4,5	± 4,0

Таблица 6 - Пределы допускаемых погрешностей (погрешность δ_0 проверяется в соответствии с п. 5.4)

Условный диаметр Ду, мм	Диапазон расходов	Пределы допускаемых погрешностей, %			
		γ_Q	γ_F	γ_T	δ_0
100, 125	Qп2 – Qв	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,5$	$\pm 4,0$
	Qп1 – Qв	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$	$\pm 5,5$	$\pm 5,0$
	Qн – Qв	$\pm 6,0$	$\pm 6,0$	$\pm 6,5$	$\pm 6,0$
150	Qп2 – Qв	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$	$\pm 3,5$	$\pm 3,0$
	Qп1 – Qв	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,5$	$\pm 4,0$
	Qн – Qв	$\pm 5,5$	$\pm 5,5$	$\pm 6,0$	$\pm 5,5$
200	Qп2 – Qв	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$
	Qп1 – Qв	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$	$\pm 3,5$	$\pm 3,0$
	Qн – Qв	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$	$\pm 5,5$	$\pm 5,0$
≥ 250	Qп2 – Qв	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
	Qп1 – Qв	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 2,5$
	Qн – Qв	$\pm 4,5$	$\pm 4,5$	$\pm 5,0$	$\pm 4,5$

Примечания

1 Погрешности, указанные в таблице приведены при потоках с числом Рейнольдса $Re > 4000$.

2 При отсутствии в УЗС-1 токового выхода погрешность γ_T не определяется.

5.6 Проверка погрешности δ_0 счетчика времени исправной работы

Проверку относительной погрешности δ_0 счетчика времени исправной работы проводить следующим образом:

- выполнить п. 5.3.1;
- собрать схему соединений (см. приложение 4);
- подключить кабель от гнезда “Выход” ПУ-УЗС-1 к разъему “Вход Т” частотомера;
- установить частотомер в режим измерения периода следования импульсов;
- установить ПУ-УЗС-1 в режим Тв;
- проконтролировать по частотомеру значение периода Тви;
- рассчитать погрешность δ_0 по формуле:

$$\delta_0 = \frac{T_{ви} - T_в}{T_в} \cdot 100 \%, \quad (26)$$

где $T_{ви}$ - измеренное значение периода, с;

$T_в = 1$ сек - значение точного времени, с.

Погрешность δ_0 не должна превышать $\pm 0,1 \%$.

5.7 Проверку запоминания информации об объеме и времени исправной работы производить следующим образом:

- выполнить п. 5.3.1;
- собрать схему соединений (см. приложение 4);
- устанавливая на ИР-2 значения ΔT (одинаковые для ИР-2 №1 и №2 при проверке параметров УЗС-1 модели 2.1), установить значение расхода Q на дисплее УЗС-1 отличное от нуля;
- подождать некоторое время, чтобы в УЗС-1 изменились значения объема и времени, и установить на ИР-2 значения $\Delta T=0$;
- записать значения накопленного объема и времени;
- выключить питание УЗС-1;
- спустя произвольное время включить питание УЗС-1, при этом, значения объема и времени на индикаторе не должны измениться более, чем на единицу в младшем разряде.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

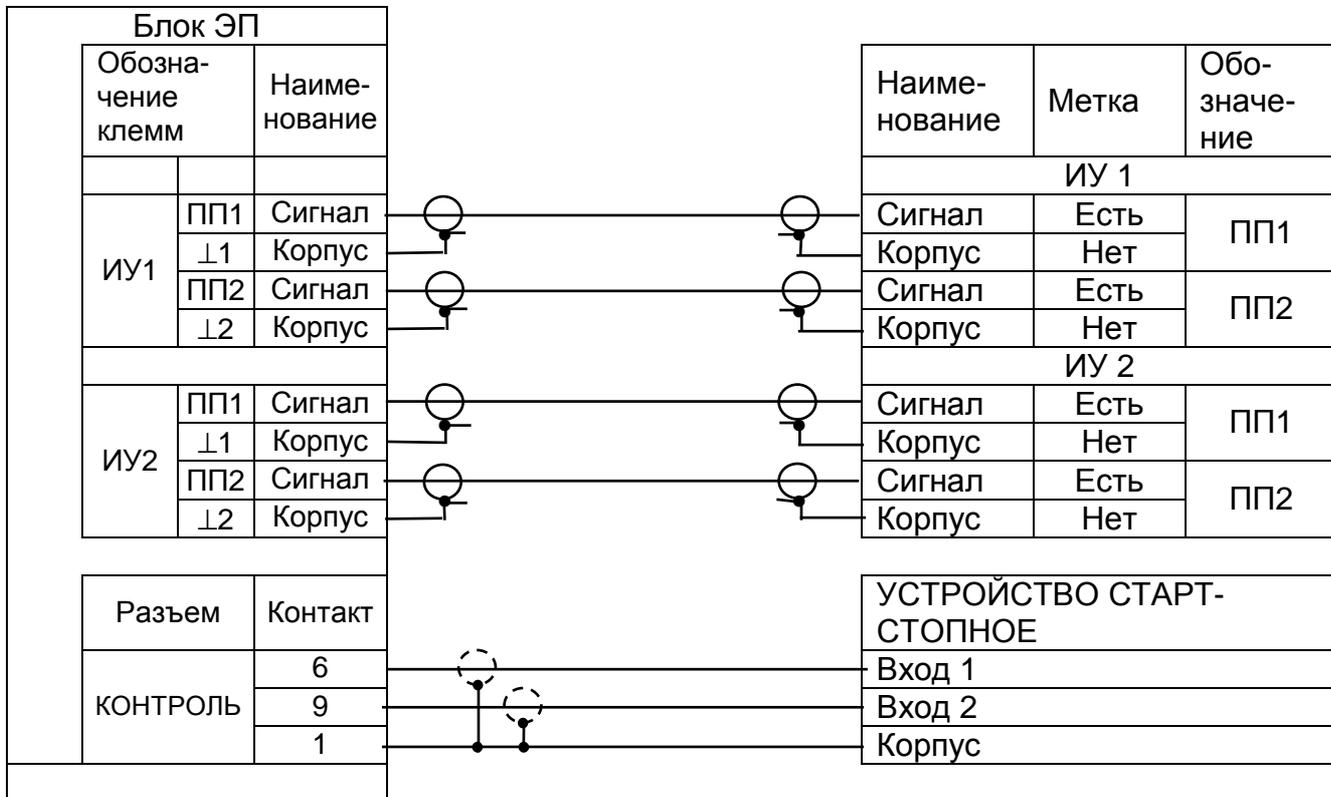
6.1 Результаты поверки оформляются протоколом. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении 5.

6.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006 и ставится оттиск поверительного клейма по ПР 50.2.007 на мастику в пломбирочных чашках, расположенных на задней стенке УЗС-1.

6.3 При отрицательных результатах поверки оформляется свидетельство о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006 с указанием причины и данный УЗС-1 к применению не допускается.

Приложение А
(обязательное)

Схема соединений УЗС-1 для проверки параметров по п. 5.2.4
(модели 1.1 и 2.2)

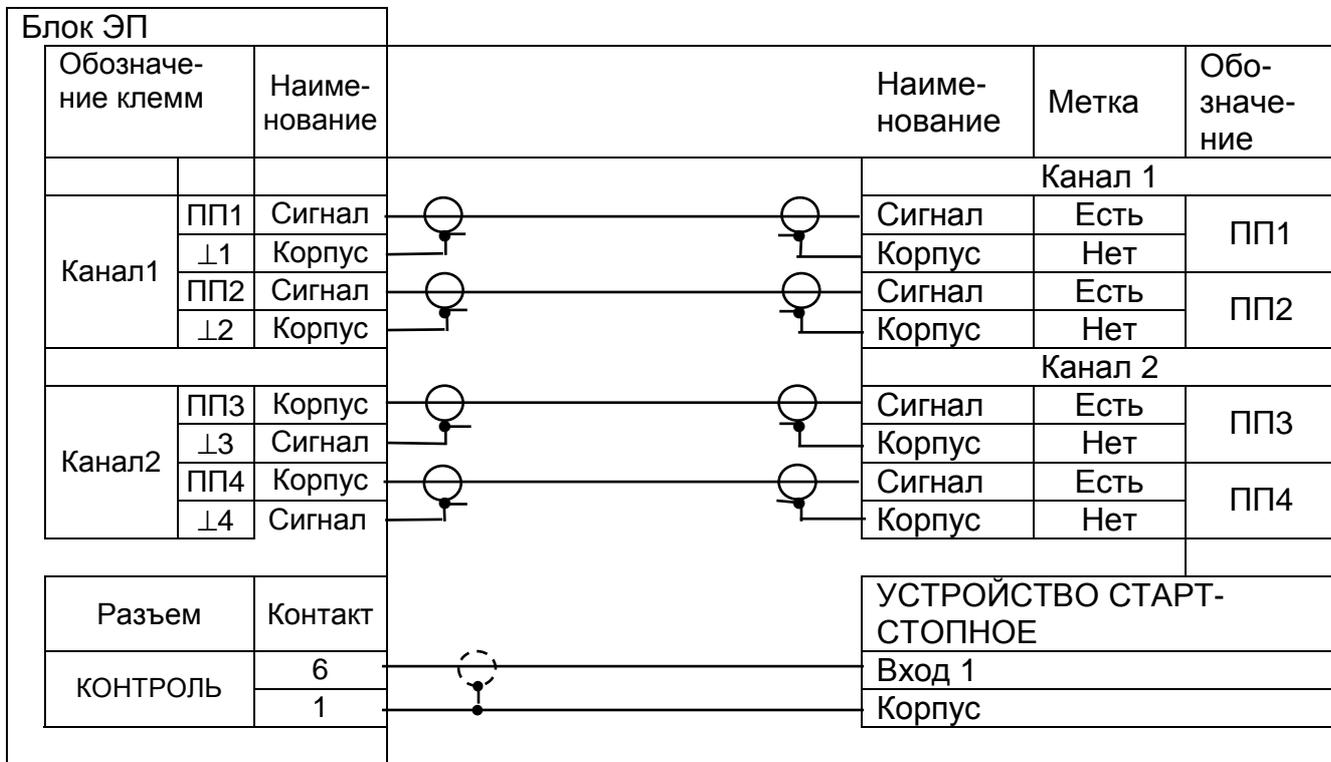


Примечания

1. В УЗС-1 модели 1.1 ИУ 2 отсутствуют и контакт 9 разъема КОНТРОЛЬ не задействован.
2. Метка - узел на проводе ПП.

Продолжение приложения А

Схема соединений УЗС-1 для проверки параметров по п. 5.2.4 (модель 2.1)



Примечание - Метка - узел на проводе ПП.

Приложение Б
(обязательное)

Методика
выявления грубых результатов (промахов) измерений параметров

Источник – “Общая метрология. В.А. Кузнецов, Г.В. Ялушина. ИПК «Издательство стандартов». 2001г. Раздел 7.5 «Обнаружение грубых погрешностей измерений»“

При проведении измерений анализируют значение параметра A_i на наличие грубых результатов измерений. Для этого из семейства A_i выявляют максимальное значение параметра $A_{i\max}$ и минимальное значение параметра $A_{i\min}$ и определяют значения v_1 и v_2 по формулам:

$$v_1 = \frac{A_{i\max} - A}{\sigma}$$

$$v_1 = \frac{A - A_{i\min}}{\sigma}$$

где A – среднее значение параметра;

σ_{n-1} - среднее квадратическое отклонение результатов измерений параметра, определяемое по формуле:

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - A)^2}{n - 1}}$$

Примечание -: При определении среднего значения параметра “А” и среднего квадратического отклонения результатов σ_{n-1} значение результата измерений, кажущегося промахом, в расчет указанных параметров не принимать.

Полученные значения v_1 и v_2 сравнивают с значением v (таблица 6), которые определены при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ в зависимости от числа измерений n .

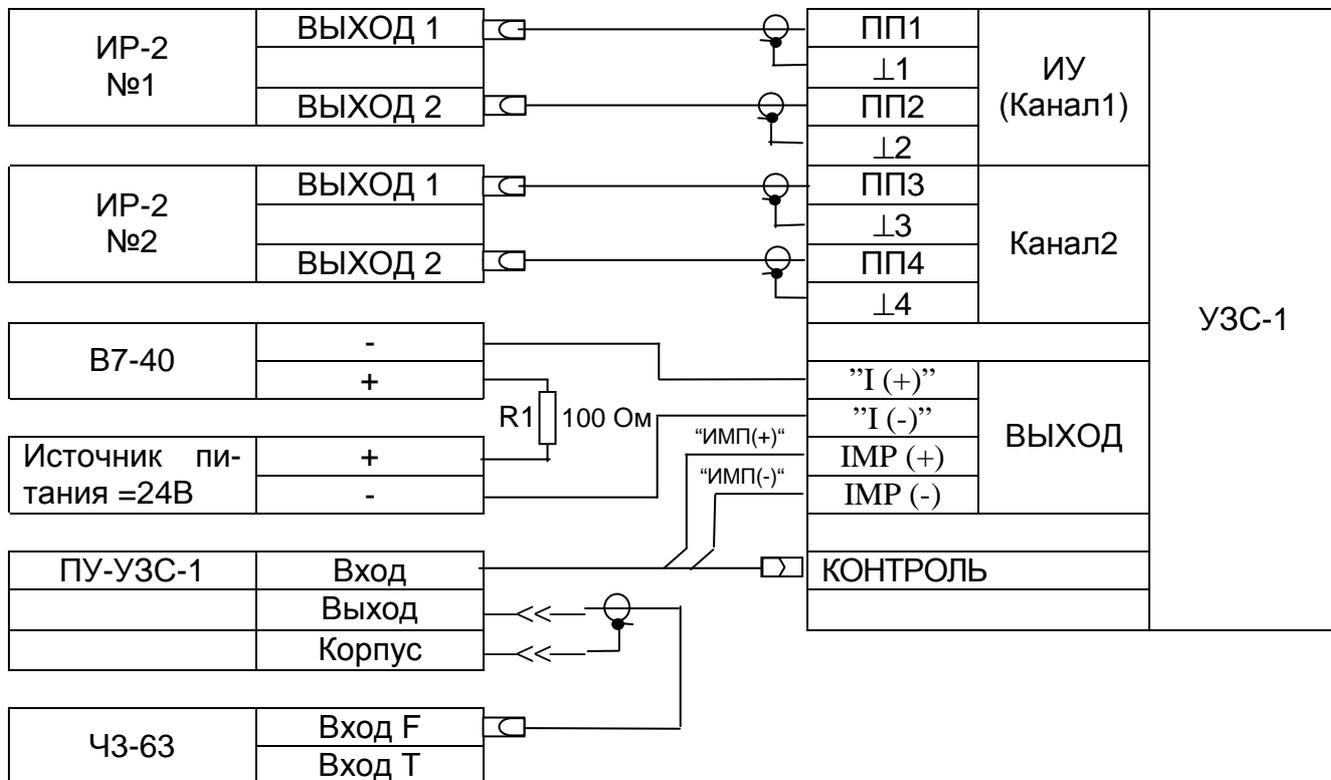
Таблица 6 – Значения v при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
v	1,412	1,689	1,869	1,996	2,093	2,172	2,237	2,294	2,383	2,387

Если значения v , рассчитанные по формулам (2) и (3) превышают данные таблицы 6, то значение $A_{i\max}$ ($A_{i\min}$) отбрасывается и производится дополнительно 2 измерения.

Приложение В
(обязательное)

Схема соединений УЗС-1 для проверки параметров по п. 5.3.2
(модели 1.1 и 2.1)

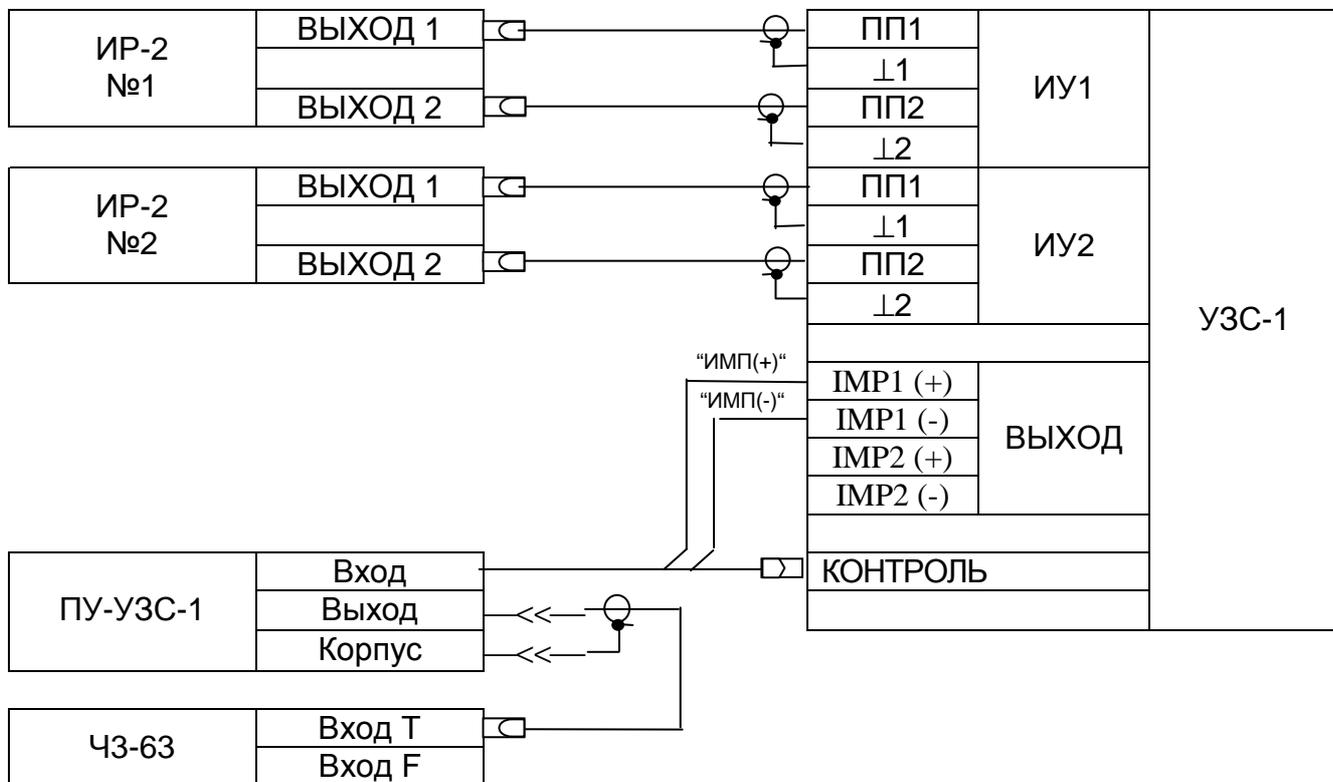


Примечания

1. При проверке параметров УЗС-1 модели 1.1 имитатор расхода ИР-2 №2 отсутствует.
2. При отсутствии в УЗС-1 токового выхода вольтметр В7-40 и источник питания 24В отсутствуют.

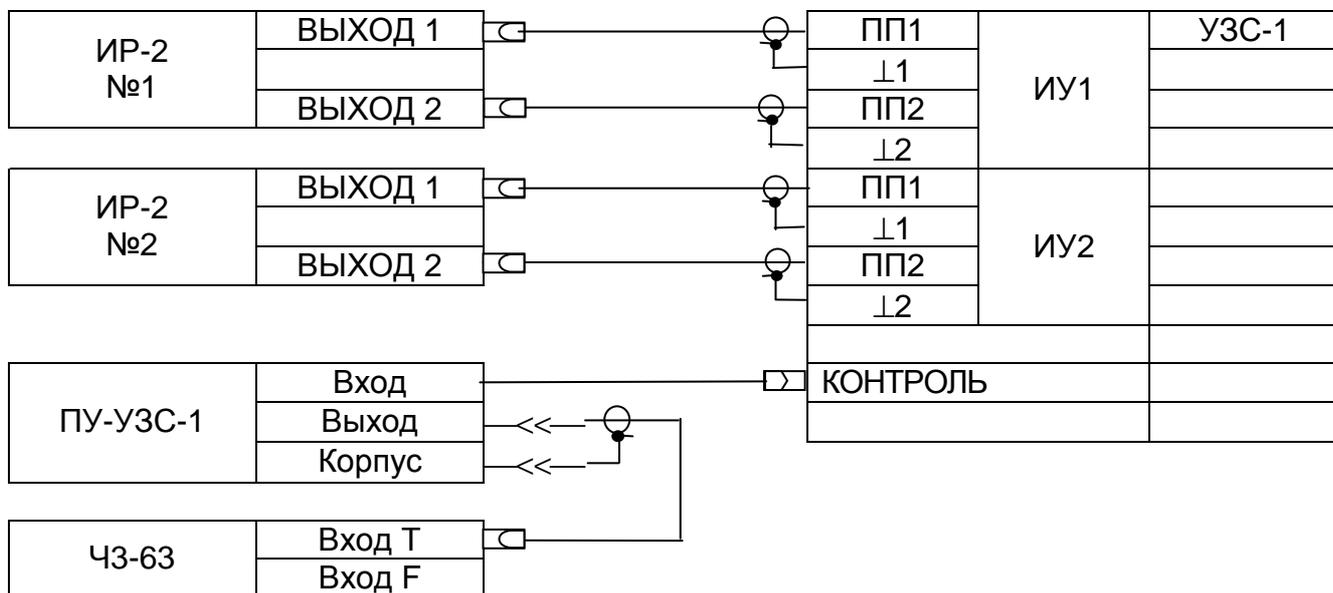
Продолжение приложения В

Схема соединений УЗС-1 для проверки параметров по п. 5.3.2 (модель 2.2)



Приложение Г
(обязательное)

Схема соединений УЗС-1 для проверки параметров по п. 5.6, 5.7



Приложение Д
(справочное)

Рекомендуемая форма протокола поверки УЗС-1

ПРОТОКОЛ № _____
поверки счетчика ультразвукового УЗС-1

Модель _____ Дата: _____

Зав. № _____

Диаметр условного прохода, Ду, мм _____

Максимальный расход, Q_{max}, м³/ч _____

Минимальный расход, Q_{min}, м³/ч _____

Давление условное, P_y, МПа _____

Внутренний диаметр, D, мм _____

Угол установки ПП, α, град. _____

Расстояние между ПП, L_{пп}, мм _____

Смещение акустической оси, L_{ао}, мм _____

Длина соединительных кабелей, L_к, м _____

Период синхроколец, T_о, мкс _____

Результаты проливки:

Расход, Q, м ³ /час			
W _{обр} , м ³			
N _i , имп			
N _{ср} , имп			
W _{изм} , м ³			
δ _о , %			

Гидродинамический коэффициент, m

Погрешность δ_о _____ % в диапазоне расходов от _____ до _____ м³/ч

Погрешность δ_о _____ % в диапазоне расходов от _____ до _____ м³/ч

Погрешность δ_о _____ % в диапазоне расходов от _____ до _____ м³/ч

Определение погрешностей γ_Q, γ_F, δ_i: δ_v

Исходные данные:

D, мм	L _{пп} , мм	α, град	T _о , мкс	T _э , мкс	I _{min} , мА	I _{max} , мА

ΔT, мкс	t _i , с	m	B, м ³ /имп

Расчетные данные:

Q _i , м ³ /ч	F _i , Гц	T _i , с	I _i , мА	W _i , м ³	T _v , с

Продолжение приложения Д

Измеренные значения:

Qи, мЗ/ч	Fi, Гц	Tи, с	Iи, мА	Wи, мЗ	Tв, с

Расчет погрешностей $\gamma_{Qэ}$, $\gamma_{Fэ}$, $\gamma_{Tэ}$, $\delta_{Iэ}$, $\delta_{Wэ}$, δ_{v}

$\gamma_{Qэ}$, %	$\gamma_{Fэ}$, %	$\delta_{Iэ}$, %	$\gamma_{Tэ}$, %	$\delta_{Iэ}$, %	$\delta_{Wэ}$, %	δ_{v} , %

Расчет погрешностей γ_Q , γ_F , δ_I , γ_T , δ_v

γ_Q , %	γ_F , %	δ_I , %	γ_T , %	δ_v , %

Место клейма

Госповеритель _____
подпись