

Настоящая часть 3 руководства по эксплуатации расходомера – счетчика жидкости ультразвукового US800 (далее – US800), устанавливает порядок и методику проведения первичной и периодических поверок US800 имитационным методом.

US800 в комплекте с УПР поверенные по данной методике обеспечивают метрологические характеристики в соответствии с таблицей 1.

**Таблица 1**

Диапазон расхода	Диаметр условного прохода, мм; и исполнение УПР	Относительная погрешность измерения, %		
		расхода по индикатору частотному выходу	расхода по токовому выходу	объема по индикатору
$Q_{\min} - Q_P$	32-200 однолучевой	$\pm 3,0$	$\pm 3,5$	$\pm 3,0$
	100-200 двухлучевой	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$
$Q_P - Q_{\max}$	32-200 однолучевой	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$
	100-200 двухлучевой	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$

US800 с УПР изготовленных на трубопроводах и поверенные по данной методике обеспечивают метрологические характеристики в соответствии с таблицей 2.

**Таблица 2**

Диапазон расхода	Диаметр условного прохода, мм; и исполнение УПР	Относительная погрешность измерения, %		
		расхода по индикатору частотному выходу	расхода по токовому выходу	объема по индикатору
$Q_{\min} - Q_P$	> 200 однолучевой	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$
	> 200 двухлучевой	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
$Q_P - Q_{\max}$	> 200 однолучевой	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
	> 200 двухлучевой	$\pm 0,75$	$\pm 1,5$	$\pm 0,75$

Межповерочный интервал – 4 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении первичной и периодических проверок US 800 должны выполняться операции, указанные в таблице 3.

**Таблица 3**

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции	
		при первичной проверке	при периодической проверке
1. Внешний осмотр	5.1.1	да	да
2. Опробование	5.1.2	да	да
3. Определение относительных погрешностей US800: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерения времени распространения ультразвуковых импульсов;</li> <li>▪ проверка автоматической корректировки смещения нуля преобразования текущего расхода в выходные сигналы;</li> <li>▪ измерения расхода;</li> <li>▪ счетчика объема</li> </ul>	5.1.3.1		
	5.1.3.3		
	5.1.3.2	да	да
	5.1.3.4	да	да
	5.1.3.5	да	нет
4.Определение и измерение параметров УПР	5.1.4		
<b>из комплекта поставки US800:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение внутреннего диаметра</li> </ul>	5.1.4.1		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение угла наклона оси акустического канала</li> </ul>	5.1.4.4	да	нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение базового расстояния между ПЭП</li> </ul>	5.1.4.5		
<b>изготовленного на трубопроводе диаметром более 200мм:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение внутреннего диаметра</li> </ul>	5.1.4.2		да
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение угла наклона оси акустического канала</li> </ul>	5.1.4.4	да	нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение смещения оси акустического канала</li> </ul>	5.1.4.3		нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ измерение базового расстояния между ПЭП</li> </ul>	5.1.4.5		нет

5. Определение коэффициента коррекции	5.1.5	да	да
6. Ввод программируемых параметров и контроль их значений	5.1.6	да	да

1.2 Для сокращения времени и снижения трудоёмкости поверки US800 операции первичной поверки целесообразно совмещать с приемо-сдаточными испытаниями проводимыми на предприятии – изготовителе.

1.3 При отсутствии УПР в комплекте поставки US800, изготовление УПР осуществляется непосредственно на трубопроводе на месте эксплуатации. Соответствие US800 метрологическим характеристикам, указанным в таблице 2, обеспечивается соблюдением требований к монтажу по документу «Расходомер-счетчик жидкости ультразвуковой US800. Руководство по эксплуатации. US800.421364.001РЭ. Часть1».

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 4.

**Таблица 4**

Номер пункта документа при поверке	Наименование образцового средства измерения или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
1	2
5.1.4	Вольтметр универсальный Щ 31 Предел допускаемой основной погрешности измерения тока, % $\pm  0.01 + 0.005(I_k/I_x - 1) $ , класс точности 0.01/0.005
5.1.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64/1 ДЛИ2.721.006 ТУ Диапазон измеряемых частот - от 0.005 Гц до 150 МГц Для сигнала импульсной формы амплитудой 0.15 – 10 В Относительная погрешность при частоте кварцевого генератора $\pm 1.5 \cdot 10^{-7}$ за 3 суток.
5.1.3	Технологический УПР – КП-800 с измеренным расстоянием между ПЭП
	Штангенциркуль ШЦ-П-500-0.1 ГОСТ 166-80

5.1.5.2 5.1.5.3 5.1.5.4	Цена деления - 0.1 мм, диапазон измерения 0 - 500 мм Погрешность измерения - 0.1 Приспособление АС803 – для измерения расстояния между ПЭП
<b>Продолжение таблицы 4</b>	
1	2
5.1.5.2	Рулетка ЗПК-10АНТ-1 ГОСТ 7502 Цена деления - 1 мм
5.1.5.3	Толщиномер ультразвуковой УТ-65М Основная погрешность $\pm (0.01 \text{ мм} + 0.005x)$ Диапазон измерения от 1.0 до 20 мм Цена деления наименьшего разряда - 0.01 мм
5.1.5.3	Угломер с нониусом типа 2-2, модель 127 ГОСТ 5378-88 Диапазон измерений: внутренних углов - от 40 до 180° наружных углов - от 0 до 360° Предел допускаемой погрешности $\pm 2'$
5.1.3	Термометр ТЛ-4 Цена деления - 0.1°C. Пределы измерения ( 0 – 100)°С
5.1.4	Секундомер СОСпр-2б-2-000 “АГАТ” 42958
5.1.5.1	Нутромер микрометрический НМ-600 ГОСТ 10 Диапазон измерения - от 75 до 600 мм Погрешность - 0.015 мм
5.1.5.1	Нутромер микрометрический НМ-2500 ГОСТ 10 Диапазон измерения - от 600 до 2500 мм Погрешность - 0.04 мм
	Нутромеры индикаторные ГОСТ 868 Цена деления - 0.01 мм

	Наименование	Диапазон измерения	Основная погрешность
	НИ-50 А	18 - 50 мм	0.015 мм
	НИ-100/00	50 - 100 мм	0.018 мм
	НИ-160	100 - 160 мм	0.018 мм
	НИ-250	160 - 250 мм	0.018 мм
	НИ-450	250 - 450 мм	0.022 мм
	НИ-700	450 - 700 мм	0.022 мм
	НИ-1000	700 - 1000 мм	0.022 мм
1	2		

2.2 Допускается применение других средств измерений с характеристиками не хуже, чем характеристики средств, указанных в таблице 3.

2.3 Все средства измерений, используемые при проверке, должны иметь действующие документы об их поверке.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Поверители US800 должны иметь квалификационную группу по ПТЭ и ПТБ не ниже III для электроустановок до 1000 В.

3.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и руководствах по эксплуатации применяемых приборов.

3.3 Работы по 5.1.4 производить при отсутствии жидкости в трубопроводе.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, не противоречащие рабочим условиям эксплуатации US800 регламентированным в документе «Расходомер-счетчик жидкости ультразвуковой US800. Руководство по эксплуатации. US800. 421364. 01РЭ. Часть1».

В этом случае должны соблюдаться условия эксплуатации поверочного оборудования.

4.2 Для контроля условий поверки должны применяться следующие средства измерений:

- термометр с ценой деления не более  $1^{\circ}\text{C}$ , диапазоном измерения  $(0-50)^{\circ}\text{C}$ ;
- психрометр для измерения влажности в диапазоне  $(30-80)\%$  с погрешностью не более  $\pm 5\%$  при температуре  $(15-30)^{\circ}\text{C}$ ;
- барометр с диапазоном измерения давления  $(84-107)$  кПа с погрешностью не более  $1$  кПа;
- вольтметр переменного тока для измерения напряжения питания с диапазоном измерения  $0-300$  В и погрешностью не более  $\pm 1,5\%$ .

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- определение состава поверителей;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке в формулярах средств измерений, используемых при поверке US800;
- проверка наличия паспорта на поверяемый US800;
- подготовка к работе используемых средств измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией и подключение к US800 согласно схеме внешних подключений приложения А.
- выдержка перед операциями поверки в нерабочем состоянии не менее 30 минут в условиях указанных в 4.1, а затем во включенном состоянии при этих же условиях не менее 30 минут.

В качестве УПР подключаемого к ЭБ может использоваться:

- УПР из комплекта поставки US800;
- технологический УПР – КП-800.

## 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1 Первичная поверка

#### 5.1.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить комплектность и маркировку, отсутствие видимых механических повреждений.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если установлено соответствие внешнего вида и состояния US800 требованиям эксплуатационной документации на него.

#### 5.1.2 Опробование

При опробовании US800 устанавливается его работоспособность в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации (US800. 421364. 001РЭ. Часть 1).

#### 5.1.3 Определение относительных погрешностей US800.

5.1.3.1 Для определения относительной погрешности измерения времени распространения ультразвуковых импульсов в качестве УПР подключаемого к каналу измерения ЭБ могут использоваться:

- УПР из комплекта поставки US800;
- технологический УПР – КП-800.

Перед проведением измерений необходимо осуществить ввод программируемого параметра **«Длина соединительного кабеля»**. Для этого следует выполнить следующее:

- определить полусумму длин кабелей  $L_k$  от канала измерения ЭБ к УПР;
- выбрать канал измерения к которому подключен УПР;
- длительным нажатием (не менее 3 секунд) кнопки «ВВОД» перевести ЭБ в режим программирования;
- нажимая кнопку «ВВОД» перейти в параметр **«Длина соединительного кабеля»** и установить кнопками «→» и «↑» значение полусуммы длин кабелей в метрах;
- нажимая далее кнопку «ВВОД» выйти в режим работы.

Измеряемое ЭБ значение времени распространения ультразвуковых импульсов определить следующим образом:

- выбрать канал измерения;
- перейти в параметр **«Временные интервалы»** режима программирования длительным нажатием (не менее 3 секунд) кнопки «ВВОД»;
- нажатием кнопки «↑» открыть окна **1.3** и **1.4** и считать в них соответственно значения полусуммы  $t_{cp}$  и разности времен  $\Delta t$  распространения ультразвуковых импульсов.

Проверить выполнение условия:  $\Delta t < 0,2$  микросекунды.

При выполнении данного условия продолжить поверку.

Измерить температуру воды в УПР с точностью  $\pm 0,1$  °С.

По таблице приложения А и измеренному значению температуры воды в УПР определить значение скорости ультразвука  $C$  в воде. Определить по формуле 1 расчетное время распространения ультразвуковых импульсов  $t_{расч}$ .

$$t_{расч} = \frac{L_D}{C}, \quad (1)$$

где  $L_D$  - расстояние между излучающими торцами ПЭП, м;

$C$  - скорость ультразвука соответствующая измеренной температуре воды (из таблицы приложения Б), м/с.

Определить по формуле 2 относительную погрешность измерения времени распространения ультразвуковых импульсов:

$$\delta_t = \frac{t_{ср} - t_{расч}}{t_{расч}} \times 100, \% \quad (2)$$

5.1.3.2 Определение относительной погрешности преобразования текущего расхода в выходные сигналы.

Выбрать канал измерения и перевести ЭБ в режим программирования. Выбрать параметр **«Контроль выходных сигналов»**.

Проконтролировать по измерительным приборам значения выходных сигналов в четырех точках диапазона изменения расхода в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Номер точки контроля	Контролируемая величина			
	Частота, Гц	Ток, мА		
		диапазон		
		0-5	0-20	4-20
0	0	0±0.001	0±0.01	4.0±0.01
1	250±0.25	1.25±0.005	5.0±0.02	8.0±0.032
2	500±0.5	2.5±0.01	10.0±0.04	12.0±0.048
3	750±0.75	3.75±0.015	15.0±0.06	16.0±0.064
4	1000±1	5±0.02	20.0±0.08	20.0±0.08

Если значения выходных сигналов хотя бы в одной из точек контроля находятся за пределами установленных в таблице 4, то дальнейшая поверка прекращается и US800 считается не прошедшим поверку.

5.1.3.3 Проверка автоматической корректировки смещения нуля канала измерения.

Перевести ЭБ в режим программирования. В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации (Часть 1) установить программируемые параметры канала(ов) измерения:

- «Шкала»: 10 м<sup>3</sup>/ч;
- «Внутренний диаметр»: 0,05 м;
- «База датчиков»: расстояние между излучающими торцами ПЭП в УПР;
- «Уровень отсечки»: 0,1;
- «Постоянная времени»: 20,0;
- «Длина кабеля»: фактическая длина кабеля соединяющего УПР с ЭБ в метрах;
- «Коэффициент коррекции»: 1,0.

Нажать кнопку «→» до появления в крайнем левом разряде цифрового индикатора цифры 0, свидетельствующей о переходе в режим автоматической компенсации.

Нажать кнопку «→», крайний левый разряд цифрового индикатора должен поменять значение с 0 на 1. Процесс выполнения автоматической компенсации индицируется постепенным заполнением индикатора цифрой "1" .

После окончания данного процесса ЭБ автоматически переходит в режим измерения. Выждать 40-60 секунд до установки значения измеряемого расхода на цифровом индикаторе. Снять показания  $Q_0$  с цифрового индикатора ЭБ.

Вычислить относительное смещение нуля  $\delta_0$  по формуле 3:

$$\delta_0 = \frac{Q_0}{S} \times 100, \% \quad (3)$$

где  $S$  - значение шкалы расхода.

Проверить выполнение условия  $|\delta_0| < 0,5\%$ . При невыполнении данного условия провести автоматическую корректировку смещения нуля повторно. Если после пятикратного проведения автоматической корректировки условие  $|\delta_0| < 0,5\%$

не соблюдается, то дальнейшая поверка прекращается и US800 считается не прошедшим поверку.

5.1.3.4 Определение относительной погрешности при измерении среднего расхода.

Относительную погрешность ЭБ при измерении расхода определять следующим образом.

Войти в параметр **«Смещение нуля»**. Установить значение данного параметра равное сумме (без учета знака) числа компенсирующего смещение нуля (полученного в процессе автоматической корректировки по п. 5.1.3.3) и **50** нс. Перейти в режим работы через процесс записи **«ПРОГ»**.

Через время 20-30 секунд снять с индикатора значение измеряемого расхода  $Q_{изм}$ . Войти в параметр **1.3** и считать значение  $t_{cp}$ .

Вычислить расчетное значение расхода  $Q_{расч}$  по формуле 4:

$$Q_{расч} = 3534291,7 \times \frac{L_d^2}{t_{cp}^2}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

где  $L_d$  - расстояние между излучающими торцами ПЭП, м.

Определить по формуле 5 относительную погрешность измерения расхода по цифровому индикатору  $\delta_u$ :

$$\delta_u = \frac{Q_{изм} - Q_{расч}}{Q_{расч}} \times 100, \% \quad (5)$$

Определить по формуле 6 относительную погрешность измерения расхода по частотному выходу  $\delta_F$ :

$$\delta_F = \frac{\frac{F_{изм}}{100} - Q_{расч}}{Q_{расч}} \times 100, \% \quad (6)$$

где  $F_{изм}$  - значение частоты измеренное на частотном выходе, Гц.

Определить по формуле 7 значение расхода  $Q_I$  измеренного на токовом выходе:

$$Q_I = \frac{10 \times (I_{изм} - I_0)}{\Delta}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7)$$

где  $I_0$  - значение сигнала в мА на токовом выходе, соответствующее 0% от шкалы расхода установленной в параметре «Шкала»;

$\Delta$  - диапазон изменения сигнала на токовом выходе в мА.

Определить по формуле 8 относительную погрешность измерения расхода по токовому выходу  $\delta_I$ :

$$\delta_I = \frac{Q_I - Q_{расч}}{Q_{расч}} \times 100, \% \quad (8)$$

5.1.3.5 Относительную погрешность счетчика объема определять следующим образом.

Выбрать канал измерения. Перейти в индикацию счетчика объема нажатием кнопки «РЕЖИМ».

В момент смены цифры в младшем разряде цифрового индикатора зафиксировать начальное значение объема  $V_{нач}$  и запустить секундомер.

Через время не менее чем 300 секунд, в момент смены цифры в младшем разряде цифрового индикатора зафиксировать конечное значение объема  $V_{кон}$ , остановить секундомер и зафиксировать по нему время  $T_c$ .

Определить по формуле 9 относительную погрешность измерения объема  $\delta_V$ :

$$\delta_V = \frac{V_{кон} - V_{нач} - V_{расч}}{V_{расч}} \times 100, \% \quad (9)$$

где

$$V_{расч} = \frac{Q_{расч} \times T_c}{3600}, \text{ м}^3 \quad (10)$$

5.1.3.6 US800 считать прошедшим поверку и годным к эксплуатации, если относительные погрешности:

- $\delta_t$  находится в пределах  $\pm 0,4 \%$ ;
- $\delta_U$  находится в пределах  $\pm 0,4 \%$ ;

- $\delta_F$  и  $\delta_V$  находятся в пределах  $\pm 0,5 \%$ ;
- $\delta_I$  находится в пределах  $\pm 0,8 \%$ .

#### 5.1.4 Определение и измерение параметров УПР.

5.1.4.1 Измерение внутреннего диаметра УПР подготовленного на предприятии-изготовителе.

Внутренний диаметр корпуса УПР измерять нутромером по двум взаимноперпендикулярным направлениям  $I-I$  и  $II-II$  ( $D^I$  и  $D^{II}$ ) в сечении прохождения ультразвуковых импульсов между ПЭП. Точность измерения не хуже 0.05 мм.

По каждому из направлений корпуса выполнить не менее 3 измерений.

Вычислить среднеарифметическое значение внутреннего диаметра для УПР  $D_{внутр}$  по формуле 11:

$$D_{внутр} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^I + \sum_{i=1}^n D_i^{II}}{2 \times n} \quad (11)$$

Проверить выполнение условия:  $|D^{II} - D^I| \leq 0,01 \times D_{внутр}$ .

Вычисленное значение  $D_{внутр}$  занести в протокол измерений.

5.1.4.2 Измерение внутреннего диаметра УПР изготовленного на трубопроводе проводить в соответствии с рисунком 1.

Очистить участок трубопровода на котором будут производиться измерения.

Рулеткой в сечениях  $I-I$  и  $II-II$  не менее 3 раз измерить длину окружности трубопровода и вычислить среднюю длину окружности  $L_H$  м, и среднее значение наружного диаметра  $D_H$  по формуле 12:

$$D_H = \frac{L_H}{\pi} \quad (12)$$

Занести значение  $D_H$  в протокол измерений.

При помощи измерительной штанги с фиксатором и штангенциркуля измерить расстояния  $H^{11}$  и  $H^{12}$  не менее 3 раз и вычислить их средние значения. Определить суммарную толщину стенки трубопровода и отложений  $H_{nI}$  по формуле 13:

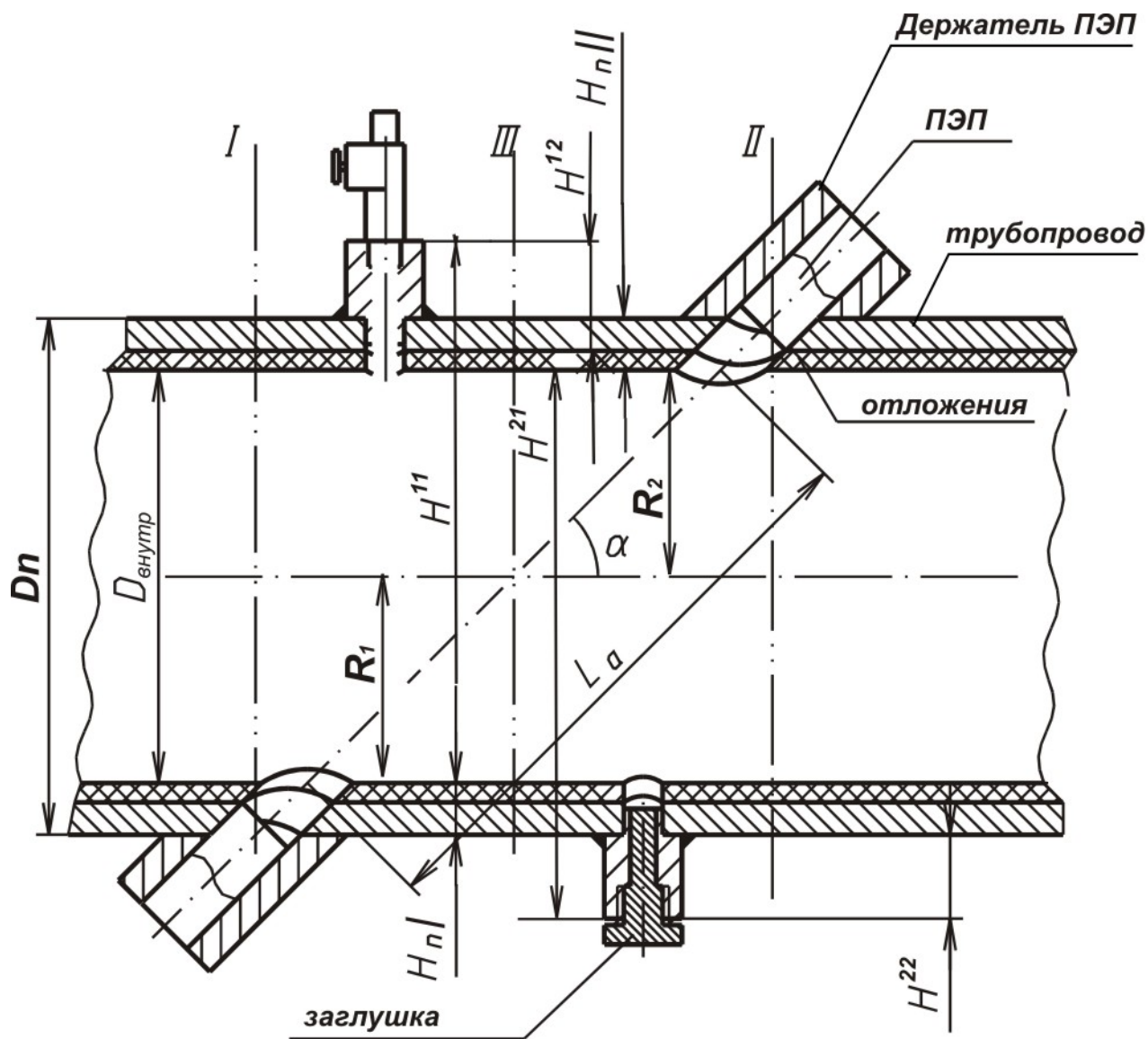
$$H_{nI} = D_{нарI} - H^{11} + H^{12} \quad (13)$$

где  $D_{нарI}$  - наружный диаметр трубопровода в сечении  $I - I$  по формуле 12.

Повторить измерения и вычислить  $H_{nII}$  по формуле 14:

$$H_{nII} = D_{нарII} - H^{21} + H^{22} \quad (14)$$

где  $D_{нарII}$  - наружный диаметр трубопровода в сечении  $II - II$  по формуле 12.



**Рисунок 1**

Среднее значение внутреннего диаметра трубопровода  $D_{\text{внутр}}$  в сечении *III* вычислить по формуле 15:

$$D_{\text{внутр}} = \frac{(D_{\text{внутрI}} + D_{\text{внутрII}})}{2} \quad (15)$$

где:

$$D_{\text{внутрI}} = D_{\text{нарI}} - H_{nI}$$

$$D_{\text{внутрII}} = D_{\text{нарII}} - H_{nII}$$

Рассчитанное значение  $D_{\text{внутр}}$  занести в протокол измерений.

5.1.4.3 Смещение оси акустического канала  $\chi$  относительно центральной оси трубопровода определить одним из способов:

- с помощью измерительных штанг равной длины и штангенциркуля в соответствии с рисунком 2.
- измерением длин дуг между центрами приваренных держателей в соответствии с рисунком 3.

Пропустить одну штангу через отверстия держателей ПЭП, обеспечивая скользящую посадку, а другую разместить на наружной поверхности УПР так, чтобы точка касания являлась центром штанги. Затем, закрепить концы штанг стяжками на равном расстоянии  $A$ . Измерить расстояние  $A$  штангенциркулем.

Переместить внешнюю штангу на другую сторону УПР и, используя вышеуказанную методику измерить размер  $B$ . Смещение  $\chi$  с точностью не хуже  $0.1\%D_y$ , вычислить по формуле 16:

$$\chi = \frac{|(A - H_1) - (B - H_2)|}{2} \quad (16)$$

где  $H_1$  и  $H_2$  - толщина стенки УПР в точках соприкосновения со штангой, м.

Толщину стенки  $H$  измерить ультразвуковым толщиномером в 2-х противоположных точках сечения прохождения ультразвуковых импульсов между ПЭП. В каждой точке выполнить не менее 3 измерений.

Для двухлучевого УПР (рисунок 2б):

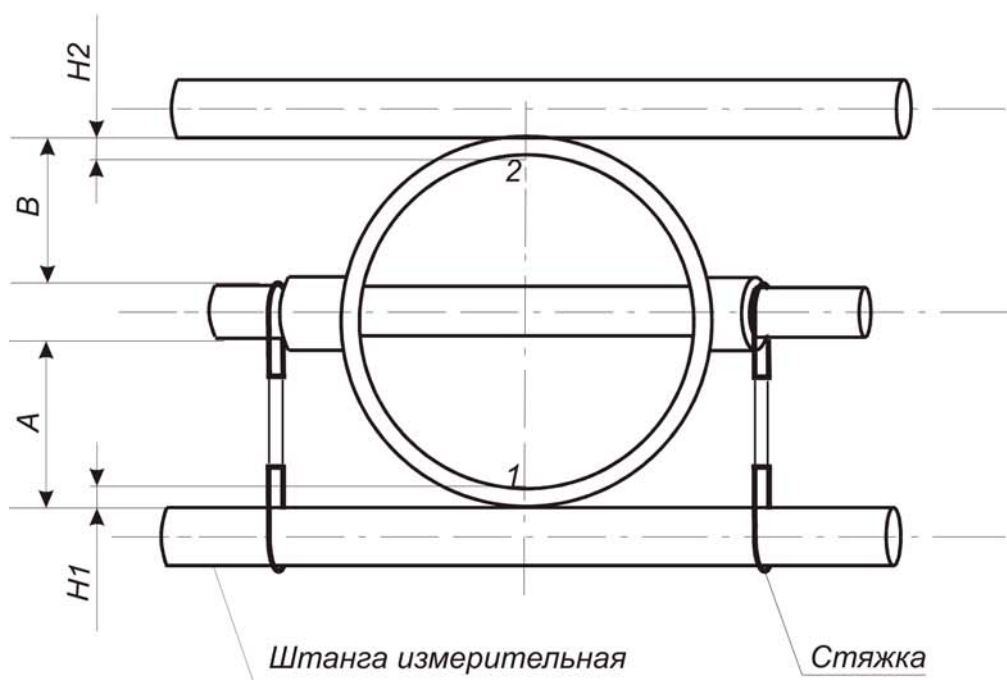
$$\chi = A - H \quad (17)$$

Проверить выполнение условий:

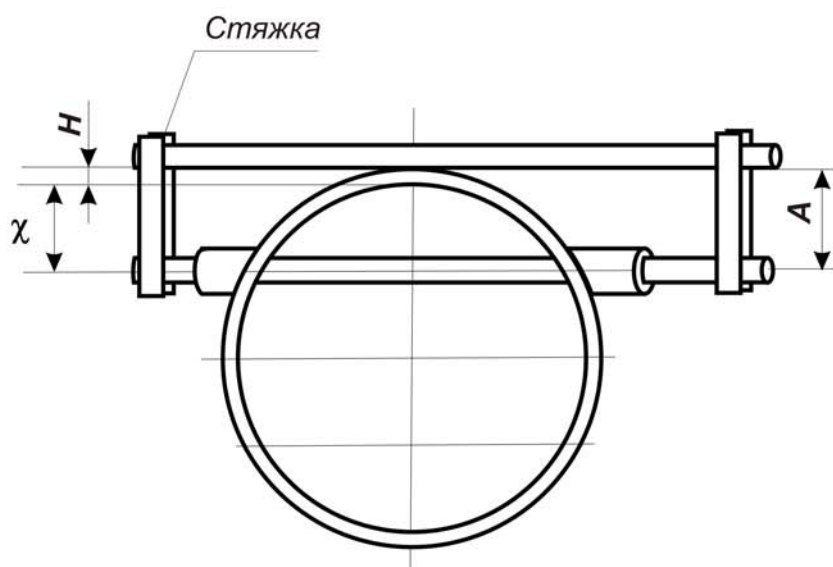
$$\text{Для однолучевого УПР: } 0.48 D_{\text{внутр}} \leq \chi' \leq 0.52 D_{\text{внутр}}, \text{ где } \chi' = \chi + \frac{D_{\text{внутр}}}{2} .$$
$$0,95 \leq (L1/L2) \leq 1,05$$

$$\text{Для двухлучевого УПР: } 0.24 D_{\text{внутр}} \leq \chi \leq 0.26 D_{\text{внутр}}$$
$$0,48 \leq (L1/L2) \leq 0,52$$

Выполнение данных условий обеспечивает соответствие US800 метрологическим характеристикам, указанным в таблицах 1 и 2.

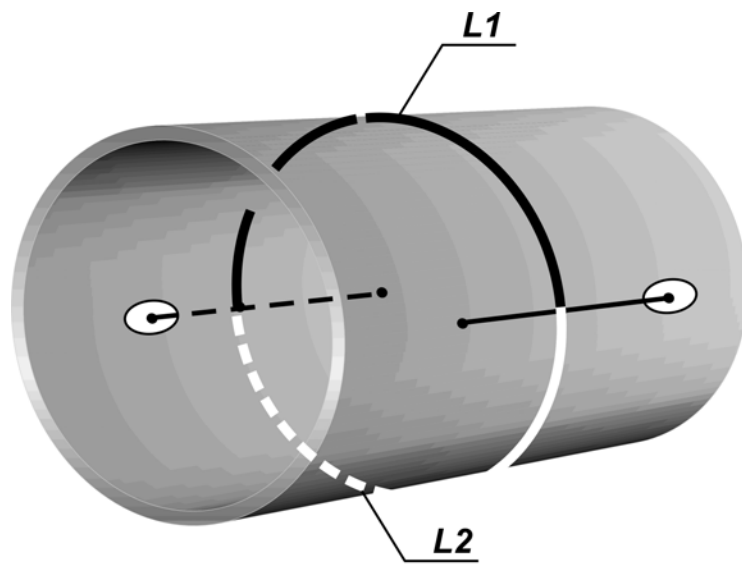


а)

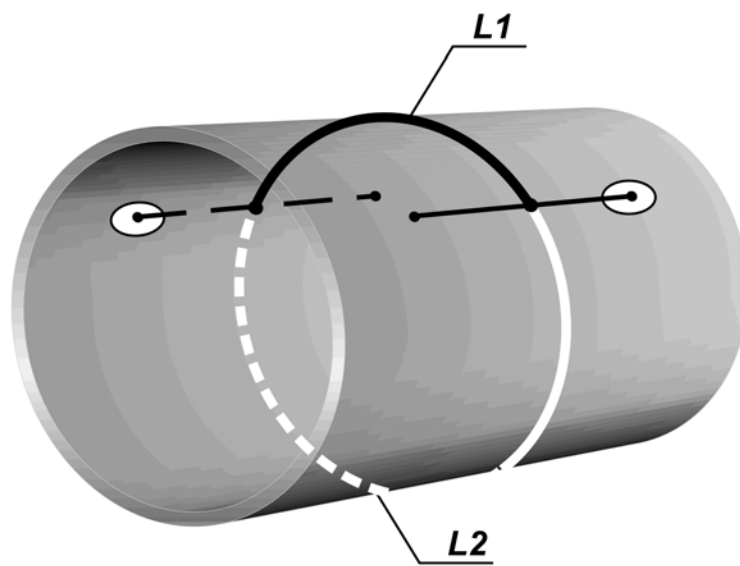


б)

Рисунок 2



a)



б)

Рисунок 3

5.1.4.4 Измерение угла наклона оси акустического канала  $\alpha$  проводить в соответствии с рисунком 4 с помощью приспособления АС 805.

Измерение угла провести не менее 3 раз с каждой стороны. Рассчитать средние значения  $\alpha^1$  и  $\alpha^2$ .

Проверить выполнение условий:

$$|\alpha_i^1 - \alpha^1| \leq 2' \quad \text{и} \quad |\alpha_i^2 - \alpha^2| \leq 2',$$

где  $i$  – номер измерения.

Угол наклона оси акустического канала  $\alpha$  вычислить по формуле 18:

$$\alpha = (\alpha^1 + \alpha^2) / 2 \quad (18)$$

Результат вычисления  $\alpha$  заносят в протокол измерений.

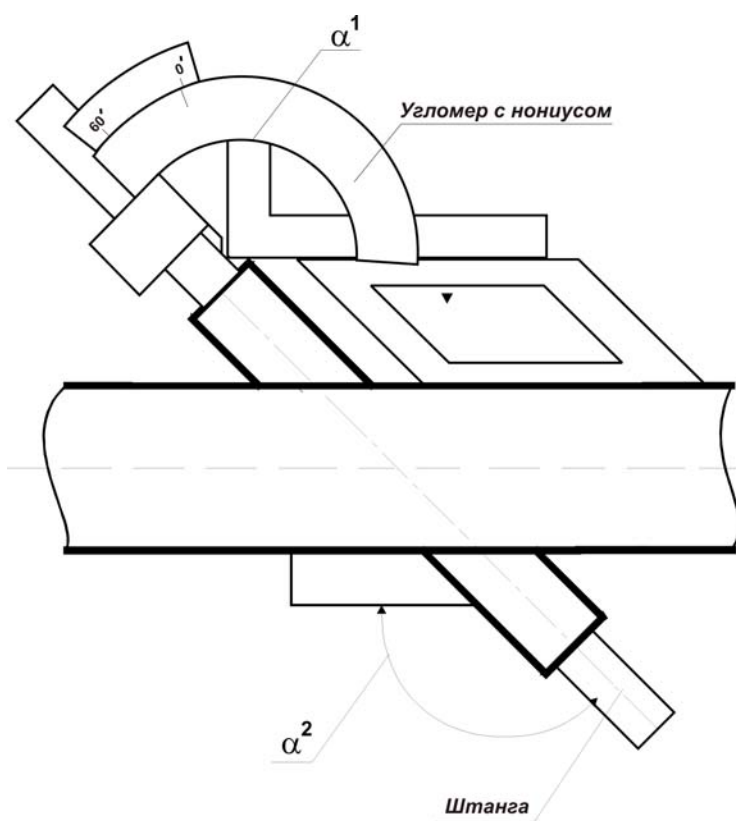


Рисунок 4

5.1.4.5 Измерение базового расстояния  $L_d$  между ПЭП.

5.1.4.5.1 Механический способ.

Измерения проводят с помощью нутромера или штанги и штангенглубиномера (приспособление АС803), в соответствии с рисунком 5.

Установить в один из держателей ПЭП1 и вставить измерительную штангу в противоположный держатель до упора в излучающую поверхность ПЭП1.

Надеть фиксатор с прокладкой (которая будет использоваться при установке ПЭП2) на штангу и закрепить его в посадочном отверстии под ПЭП держателя.

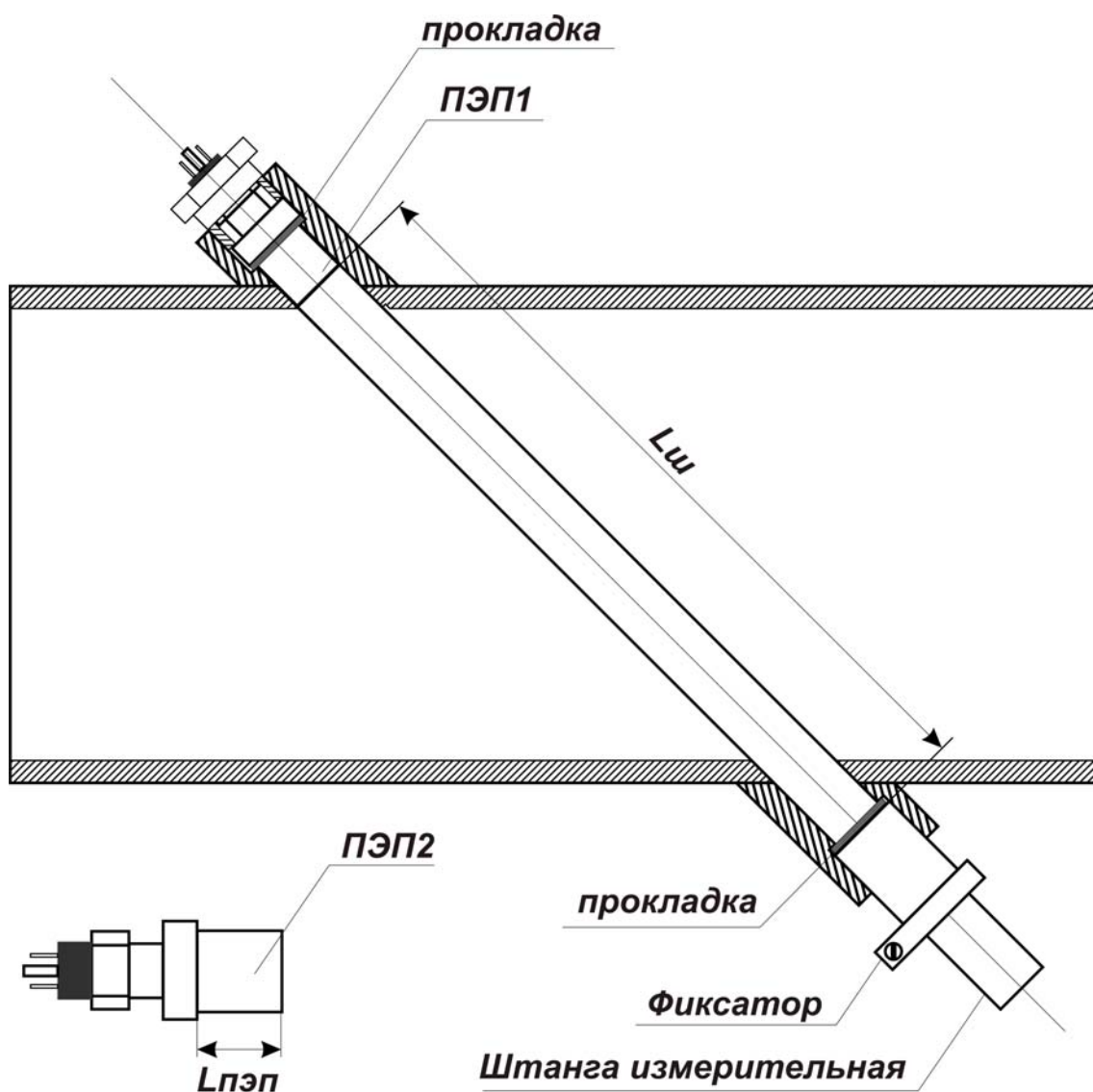


Рисунок 5

Вытащить штангу и измерить расстояние  $L_{ш}$  между ее торцом и торцом фиксатора. Вычислить базовое расстояние между ПЭП по формуле 19:

$$L_{д} = L_{ш} - L_{ПЭП} , \quad (19)$$

где  $L_{ПЭП}$  - расстояние между излучающим торцом ПЭП2 и его посадочным местом под держатель.

Значение  $L_{д}$  занести в протокол измерений.

#### 5.1.4.5.2 Электронный способ.

Измерения проводят с помощью ЭБ прошедшего поверку в соответствии с п.5.1.3.1 Части 3 настоящего руководства.

Заполнить УПР водой. Для повышения точности измерения рекомендуется использовать по возможности дистиллированную воду. При отсутствии такой возможности можно применять воду, используемую для хозяйственных нужд на месте эксплуатации US800. УПР должен быть заполнен так, чтобы ПЭП полностью находились под водой.

По методике п.5.1.3.1 считать измеренное ЭБ значение  $t_{ср}$ .

Измерить температуру воды в УПР с точностью  $\pm 0,1$  °С.

По таблице приложения Б и измеренному значению температуры воды в УПР определить значение скорости ультразвука  $C$  в воде.

Значение  $t_{ср}$  измерить не менее 3-х раз с интервалом 1 – 1,5 мин, при этом каждое считывание должно сопровождаться измерением температуры воды.

Вычислить значение  $L_{д}^i$  по формуле 20:

$$L_{д}^i = C^i \times t_{ср}^i ; \quad (20)$$

где  $i$  - номер измерения.

Вычислить среднее значение  $L_{д}$  по формуле 21:

$$L_{д} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{д}^i}{n} \quad (21)$$

Значение  $L_{д}$  занести в протокол измерений.

### 5.1.5 Определение коэффициента коррекции.

Коэффициент коррекции  $K$  определяется по формуле 22:

$$K = (1/K_{\Gamma}) \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (1/K_{La}) \quad (22)$$

5.1.5.1 Гидродинамический коэффициент  $K_{\Gamma}$ , выбирается из таблицы 5 для исполнения US800 с однолучевыми УПР заводского изготовления.

Таблица 5

$D_y$ , мм	32	40	50	65	80	100	150	200
$1/K_{\Gamma}$	0,9284	0,9295	0,9306	0,9320	0,9334	0,9354	0,9383	0,9400

$$K_{La} = 1.$$

5.1.5.2 Гидродинамический коэффициент для однолучевых УПР изготовленных на трубопроводе определять по формуле 23:

$$K_{\Gamma} = \frac{K_{\Gamma \max} + K_{\Gamma \min}}{2} \quad (23)$$

где:

$K_{\Gamma \max}$  - значение гидродинамического коэффициента, соответствующее максимальному значению числа Рейнольдса  $Re_{\max}$ ;

$K_{\Gamma \min}$  - значение гидродинамического коэффициента, соответствующее минимальному значению числа Рейнольдса  $Re_{\min}$ .

Числа Рейнольдса  $Re_{\max}$  и  $Re_{\min}$  определить по формулам 24 и 25 соответственно:

$$Re_{\max} = \frac{4 \times Q_{\max}}{\pi \times D_{\text{внутр}} \times v_{\min}} \quad (24)$$

$$Re_{\min} = \frac{4 \times Q_{\min}}{\pi \times D_{\text{внутр}} \times v_{\max}} \quad (25)$$

где  $Q_{\max}$  и  $Q_{\min}$  - максимальный и минимальный расходы возможные на месте эксплуатации, м<sup>3</sup>/с;

$\nu_{\min}$  и  $\nu_{\max}$  - минимальное и максимальное значения коэффициента кинематической вязкости жидкости;

Значение  $\nu$  для воды при её температуре в условиях эксплуатации определять по данным таблицы приложения В. Значение  $\nu$  для других жидкостей определять лабораторным методом по отобранной пробе или измерять поточным вискозиметром.

Значение гидродинамического коэффициента  $K_{\Gamma \max}$ , соответствующее максимальному значению числа Рейнольдса  $Re_{\max}$  определить по формуле 26:

$$K_{\Gamma \max} = 1,01 + 0,38 \times \sqrt{\lambda} \quad (26)$$

где:

$$\lambda = 0,11 \times \sqrt[4]{\left( \frac{68}{Re_{\max}} + \frac{K_{\xi}}{1000 \times D_{\text{внутр}}} \right)};$$

$\lambda$  - коэффициент гидравлического трения;

$K_{\xi}$  - значение эквивалентной шероховатости трубопровода в соответствии с таблицей приложения Г.

Значение гидродинамического коэффициента  $K_{\Gamma \min}$ , соответствующее минимальному значению числа Рейнольдса  $Re_{\min}$  определить по графику приложения Д.

$K_{La} = 1$ , при выполнении условия пункта 5.1.4.3 настоящего руководства.

5.1.5.3 Гидродинамический коэффициент для двухлучевых УПР:  $K_{\Gamma} = 1$  при соблюдении условий обеспечивающих точность изготовления УПР данного типа по документу «Расходомер-счетчик жидкости ультразвуковой US800. Руководство по эксплуатации. US800. 421364. 01РЭ. Часть1».

$(1/K_{La}) = 1,1547$ .

5.1.6 При вводе нового значения коэффициента коррекции  $K$  должен быть приглашен поверитель. Под контролем поверителя рассчитывается и вводится новое значение коэффициента коррекции для реальных условий и US800 пломбируется без полной поверки.

#### 5.2 Периодическая поверка

Периодическая поверка выполняется в объеме и последовательности в соответствии с пунктом 1 настоящей части руководства по эксплуатации.

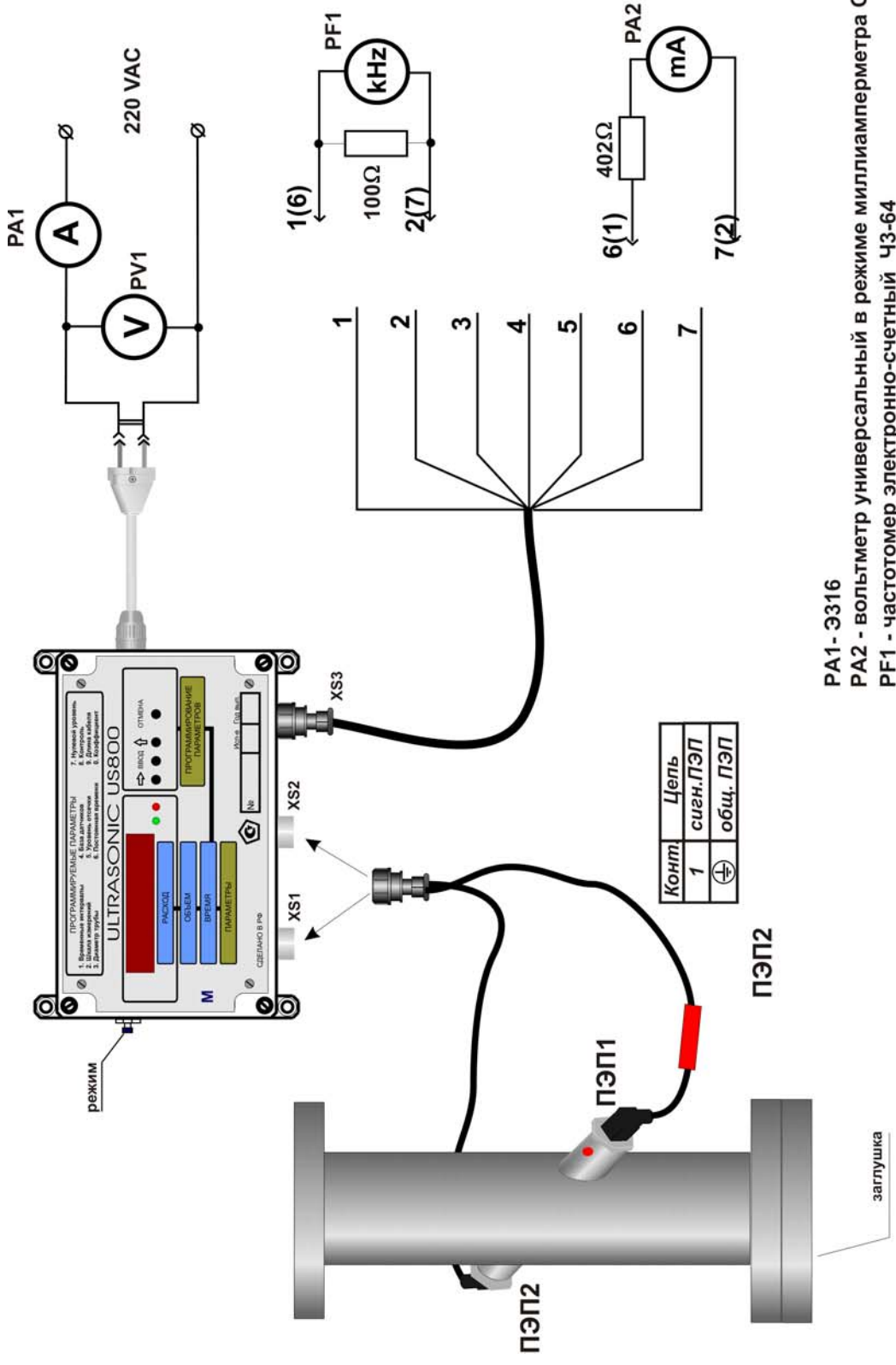
### 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки оформляются записью в паспорте US 800, заверенной подписью поверителя с нанесением поверительного клейма, и US800 допускается к эксплуатации с нормированной погрешностью.

6.2 При отрицательных результатах периодической поверки US800 не допускается к эксплуатации. Выдается извещение о непригодности к эксплуатации и изъятии из обращения US800. Поверительные клейма гасятся.

6.3 При отрицательных результатах первичной поверки при выпуске из производства US800 возвращается изготовителю для устранения дефектов с последующим предъявлением на повторную поверку.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А



PA1-Э316  
 PA2 - вольтметр универсальный в режиме миллиамперметра GDM 8245  
 PF1 - частотомер электронно-счетный ЧЗ-64  
 PV1-Э545

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

t, °C	При t, °C									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	1402,4	1402,9	1403,4	1403,9	1404,4	1404,9	1405,4	1405,9	1406,4	1406,9
2	1412,3	1412,7	1413,2	1413	1414,2	1414,6	1415,1	1415,6	1415,1	1415,5
4	1421,6	1422,1	1422,5	1423,0	1423,5	1423,9	1424,4	1424,8	1425,3	1425,7
6	1430,6	1431,0	1431,5	1431,9	1432,3	1432,8	1433,2	1433,6	1434,1	1434,5
8	1439,1	1439,5	1439,9	1440,4	1440,8	1441,2	1441,6	1442,0	1442,4	1442,8
10	1447,3	1447,7	1448,1	1448,5	1448,8	1449,2	1449,6	1450,0	1450,4	1450,8
12	1455,0	1455,4	1455,8	1456,1	1456,5	1456,9	1457,3	1457,6	1458,0	1458,4
14	1462,4	1462,7	1463,1	1463,4	1463,8	1464,2	1464,5	1464,9	1465,2	1465,6
16	1469,4	1469,7	1470,0	1470,4	1470,0	1471,1	1471,4	1471,7	1472,1	1472,4
18	1476,0	1476,3	1476,7	1477,0	1477,3	1477,6	1477,9	1478,3	1478,6	1478,9
20	1482,3	1482,6	1482,9	1483,2	1483,5	1483,8	1484,1	1484,4	1484,7	1485,0
22	1488,3	1488,6	1488,9	1489,2	1489,5	1489,7	1490,0	1490,3	1490,6	1490,9
24	1493,9	1494,2	1494,5	1494,8	1495,0	1495,3	1495,6	1495,9	1496,1	1496,4
26	1499,3	1499,6	1499,8	1500,1	1500,4	1500,6	1500,8	1501,1	1501,4	1501,6
28	1504,3	1504,6	1504,8	1505,1	1505,3	1505,6	1505,8	1506,0	1506,2	1506,5
30	1509,1	1509,3	1509,6	1509,8	1510,0	1510,3	1510,5	1510,7	1510,9	1511,2
32	1513,6	1513,8	1514,0	1514,2	1514,4	1514,7	1514,9	1515,1	1515,3	1515,5
34	1517,8	1518,0	1518,2	1518,4	1518,6	1518,8	1519,0	1519,2	1519,4	1519,6
36	1521,7	1521,9	1522,1	1522,3	1522,5	1522,7	1522,9	1523,1	1523,2	1523,4
38	1525,4	1525,6	1525,8	1525,9	1526,1	1526,3	1526,5	1526,7	1526,8	1527,0
40	1528,9	1529,0	1529,2	1529,4	1529,5	1529,7	1529,8	1530,0	1530,2	1530,3
42	1532,1	1532,2	1532,4	1532,5	1532,7	1532,8	1533,0	1533,1	1533,3	1533,4
44	1535,0	1535,2	1535,3	1535,4	1535,6	1535,7	1535,9	1536,0	1536,1	1536,3
46	1537,8	1537,9	1538,0	1538,1	1538,3	1538,4	1538,5	1538,7	1538,8	1538,9
48	1540,3	1540,4	1540,5	1540,6	1540,7	1540,9	1541,0	1541,1	1541,2	1541,3
50	1542,6	1542,7	1542,8	1542,9	1543,0	1543,1	1543,2	1543,3	1543,4	1543,5
52	1544,6	1544,7	1544,8	1544,9	1545,0	1545,1	1545,2	1545,3	1545,4	1545,5
54	1546,5	1546,6	1546,7	1546,8	1546,9	1547,0	1547,0	1547,1	1547,2	1547,3
56	1548,2	1548,3	1548,4	1548,4	1548,5	1548,6	1548,7	1548,7	1548,8	1548,9
58	1549,4	1549,8	1549,8	1549,9	1550,0	1550,0	1550,1	1550,2	1550,2	1550,3
60	1551,0	1551,0	1551,1	1551,2	1551,2	1551,3	1551,3	1551,4	1551,4	1551,5
62	1552,1	1552,1	1552,2	1552,2	1552,3	1552,3	1552,4	1552,4	1552,5	1552,5
64	1553,0	1553,1	1553,1	1553,1	1553,2	1553,2	1553,3	1553,3	1553,3	1553,4
66	1553,8	1553,8	1553,8	1553,9	1553,9	1553,9	1554,0	1554,0	1554,0	1554,1
68	1554,4	1554,4	1554,4	1554,4	1554,5	1554,5	1554,5	1554,5	1554,5	1554,6
70	1554,8	1554,8	1554,8	1554,8	1554,9	1554,9	1554,9	1554,9	1554,9	1554,9
72	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1
74	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1	1555,1
76	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0
78	1554,8	1554,8	1554,8	1554,8	1554,8	1554,7	1554,7	1554,7	1554,7	1554,7
80	1554,5	1554,4	1554,4	1554,4	1554,4	1554,3	1554,3	1554,3	1554,3	1554,3
82	1553,9	1553,9	1553,9	1553,8	1553,8	1553,8	1553,8	1553,7	1553,7	1553,7
84	1553,3	1553,2	1553,2	1553,2	1553,1	1553,1	1553,0	1553,0	1553,0	1552,9
86	1552,5	1552,4	1552,4	1552,3	1552,3	1552,3	1552,2	1552,2	1552,1	1552,1
88	1551,5	1551,5	1551,4	1551,4	1551,3	1551,3	1551,2	1551,2	1551,1	1551,1
90	1550,5	1550,4	1550,3	1550,3	1550,2	1550,2	1550,1	1550,1	1550,0	1549,9
92	1549,3	1549,2	1549,1	1549,1	1549,0	1548,9	1548,9	1548,8	1548,7	1548,7
94	1547,9	1547,8	1547,8	1547,7	1547,6	1547,6	1547,5	1547,4	1547,3	1547,3
96	1546,5	1546,4	1546,3	1546,2	1546,1	1546,1	1546,0	1545,9	1545,8	1545,7
98	1544,9	1544,8	1544,7	1544,6	1544,5	1544,4	1544,4	1544,3	1544,2	1544,1
100	1543,1	1543,1	1543,0	1542,9	1542,8	1542,7	1542,6	1542,5	1542,4	1542,3



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Эквивалентная шероховатость трубопровода

Вид трубопровода, материал	Состояние, условия эксплуатации	$K_{\Sigma}$
Цельнотянутые стальные	Новые	0,02- 0,1
Теплофикационные перегретого пара и водяные при наличии деаэрации и химочистки		0,12
Пароводяные, насыщенного пара и водяных теплопроводов при незначительных утечках и деаэрации подпитки		0,20
Водяные системы отопления		0,20
Водопроводные в эксплуатации		1,2-1,5
Умеренно коррозированные		0,4
После нескольких лет эксплуатации в различных условиях		0,15 – 1,0
Водяные теплопроводы без деаэрации и химочистки подпитки		1,0
Цельносварные стальные	Новые и старые в хорошем состоянии	0,04- 0,1
	Бывшие в эксплуатации с равномерной коррозией	0,15
Стальные оцинкованные	Новые с чистой оцинковкой	0,07 – 0,1
	Обычная оцинковка	0,1 – 0,15

#### Примечания:

1. Данные заимствованы из справочника «Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям .-М. : Машиностроение, 1992.
2. Точные данные эквивалентной шероховатости трубопровода определять в соответствии с данными из ГОСТ 8.563.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**График к определению гидродинамического коэффициента  $K_{\Gamma\min}$**

