

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора,
Главный конструктор ФГУП "ОКБМ"



И.В. Серов

ИНСТРУКЦИЯ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ТИПОВ УРАН-1, МАРС-1, РД-2

Методика бездемонтажной поверки

ИЗ2/011-06

СОГЛАСОВАНО

Начальник 1744 ВП МО



Н.М. Онищук

г. Нижний Новгород

2006 г.

к.б. 0056

Содержание

1 Область применения.	3
2 Нормативные ссылки	5
3 Термины и сокращения	6
4 Операции поверки	7
5 Средства поверки	8
6 Требования безопасности и требования к квалификации исполнителей	9
7 Условия поверки.	10
8 Подготовка к поверке.	11
9 Проведение поверки.	13
9.1 Внешний осмотр	13
9.2 Опробование.	13
9.3 Определение метрологических характеристик	15
10 Обработка результатов измерений	17
11 Оформление результатов поверки	19
Приложение А Форма протокола поверки ПИП расхода питательной воды . . .	21
Приложение Б Пример расчета по обработке результатов измерений	26
Приложение В Форма свидетельства о поверке.	29
Приложение Г Расчет погрешности поверки	30

1 Область применения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи измерительные первичные расхода (далее по тексту – расходомеры), установленные в системе напорно-питательного трубопровода на участке подачи питательной воды к парогенераторам, после дросселирующего устройства (дроссельного клапана), дозирующего устройства (питательного клапана), перед механическим фильтром (ППУ 650М.41; ППУ 650М.49; ППУ 650М.02.49) или после (ППУ 650М.71; ППУ 650М.02-171) и устанавливает методику их бездемонтажной периодической поверки. Межповерочный интервал – 2 года.

1.2 Бездемонтажная поверка средств измерения расхода должна производиться в базовых условиях согласно настоящей методике. Настоящая методика разработана в соответствии с РМГ 51-2002 и ГОСТ 28723-90.

1.3 Проведение поверки осуществляется при обязательном участии специалистов ФГУП "ОКБМ".

1.4 Расход питательной воды измеряется с целью определения количества питательной воды подаваемой на ПГ ППУ. Из-за особенностей установок мы не можем проверить расходомеры во всем рабочем диапазоне. Для расходомеров "Марс-1" и "Уран-1" на расход от 4,8 до 160 м³/ч максимально возможный расход при поверке 75 м³/ч. Для расходомеров "РД-2" и "Уран-1" на расход от 7,5 до 250 м³/ч максимально возможный расход при поверке 150 м³/ч.

Поверяемые расходомеры предназначены для пропорционального преобразования измеренного объемного расхода дистиллированной воды в унифицированный электрический сигнал (напряжение постоянного тока). Принцип работы датчика основан на явлении изменения скорости распространения ультразвуковых колебаний в жидкой среде в зависимости от ее скорости движения. Расходомеры состоят из первичного и вторичного преобразователей.

1.5 Технические характеристики средств измерений расхода питательной воды

1.5.1 Диапазон измерения расхода датчиком "Уран-1" от 4,8 до 160 м³/ч или от 7,5 до 250 м³/ч. Выходной сигнал – напряжение постоянного тока от 0 до 5 В, пропорциональное измеряемому расходу. Срок службы 15 лет без ограничения ресурса. Вероятность безотказной работы по ТУ 25(02-25-78-1.0.00.00)-85 за время 5000 ч. составляет 0,95.

1.5.2 Диапазон измерения расхода датчиком "Марс-1" от 4,8 до 160 м³/ч. Выходной сигнал – напряжение постоянного тока от 0 до 5 В, пропорциональное измеряемому расходу. Средний срок службы 15 лет, при этом в течение указанного срока производится за-

мена электронных блоков по мере их отказа. Вероятность безотказной работы по ТУ 25-02.82.0323-78 за время 5000 ч. составляет 0,93.

1.5.3 Диапазон измерения расхода датчиком "РД-2" от 0 до 250 м³/ч. . Выходной сигнал – напряжение постоянного тока от 0 до 10 В, пропорциональное измеряемому расходу. Срок службы 25 лет. Ресурс 25000 ч. Вероятность безотказной работы по ТУ 25.02.82.0066-77 за время 3000 ч. составляет 0,92, соответствующее значение за время 5000 ч. – 0,87.

1.5.4 Основная допускаемая погрешность, приведенная к верхнему пределу измерения, не должна превышать:

- $\pm 2\%$ для расходомеров "Уран-1" в диапазоне от 3 до 10 % верхнего предела измерения расхода;

- $\pm 1\%$ для расходомеров "Уран-1" в диапазоне от 10 до 100 % верхнего предела измерения расхода;

- $\pm 1,5\%$ для расходомеров "Марс-1" в диапазоне от 3 до 10 % верхнего предела измерения расхода;

- $\pm 1\%$ для расходомеров "Марс-1" в диапазоне от 10 до 100 % верхнего предела измерения расхода;

- $\pm 3\%$ для расходомеров "РД-2" в диапазоне от 0 до 4 % верхнего предела измерения расхода;

- $\pm 1\%$ для расходомеров "РД-2" в диапазоне от 4 до 100 % верхнего предела измерения расхода.

1.5.5 Отказом средства измерения расхода является превышение предела допускаемой основной приведенной погрешности.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 28723-90 Расходомеры скоростные, электромагнитные и вихревые. Общие технические требования и методы испытаний;

РМГ 51-2002 ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.

3 Термины и сокращения

3.1 В настоящей методике применены следующие термины и сокращения:

ВМФ РФ	– Военно-Морской флот Российской Федерации;
ДСХ	– действительная статическая характеристика;
Зав.	– заводской;
ЛИТ	– лаборатория измерительной техники;
НСХ	– номинальная статическая характеристика;
ПИП	– преобразователь измерительный первичный;
ППУ	– паропроизводящая установка;
СИ	– средства измерений;
ТТИ	– теплотехнические испытания;
ФГУП "ОКБМ"	– Федеральное государственное унитарное предприятие "Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова";
ФИО	– фильтр ионообменный;
ФТО	– фирменное техническое обслуживание;
ЭМЧ	– электромеханическая часть.

4 Операции поверки

4.1 При проведении поверки расходомеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики
1 Внешний осмотр	9.1
2 Опробование (проверка функционирования, проверка электрического сопротивления изоляции, проверка исправности электрической схемы расходомера)	9.2
3 Определение ДСХ	9.3
4 Определение отклонения ДСХ от НСХ	10

5 Средства поверки

5.1 При проведении поверки должны быть использованы СИ и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Требуемые параметры для контроля	Рекомендуемые СИ и вспомогательное оборудование		
		Обозначение прибора, стандарта или ТУ	Класс, погрешность	Основные технические характеристики
1 Мегаомметр	20 МОм	ЭС0202/1, ТУ25-7534.014-90	15	100 В; 250 В; 500 В; от 0 до 10 ³ МОм
2 Калибратор-измеритель стандартных сигналов	0-10 В	КИСС-03	$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{np}}{U_{изм}} - 1)) \%$	0-12,5 В
3 Мультиметр цифровой	220 ± 11 В	АРРА-103	$\pm (0,013 \cdot U_{изм} + 0,5) В$	0-1000 В
	400 ± 12 Гц		$\pm (0,001 \cdot f_{изм} + 0,4) Гц$	0-1000000 Гц
4 Источник питания В5-71/2М	27 В	ТУ РБ 100694318.001-2001	± 1,0 %	0-50 В
5 Барометр СР-Б	84-107 кПа	ТУ 25-11.1220-76	± 0,01 кПа	68-107 кПа
6 Психрометр ПБ-1А	30-80 %	ТУ 25-06.1101-78	± 0,5 %	30-100 %
7 Термометр ТТ	0-50 °С	ГОСТ 28498-90	± 1 °С	0-100 °С
8 Ультразвуковой расходомер-счетчик	5-150 м ³ /ч	EESIFLO "6000 Series"	± 0,5 % от показания	0,003-11320 м ³ /ч

Примечание – Возможна замена СИ приведенных в таблице 2 на другие СИ утвержденного типа с характеристиками не хуже указанных.

6 Требования безопасности и требования к квалификации исполнителей

6.1 При проведении работ в соответствии с настоящей методикой необходимо строго соблюдать требования ядерной безопасности, радиационной безопасности, техники безопасности, руководящих документов ВМФ РФ, инструкций по эксплуатации ПИП, оборудования и систем, задействованных в проведении работ, а также настоящей методики.

6.2 При выполнении работ должна быть установлена четкая двухсторонняя связь пульта управления с отсеком, в котором монтируется портативный ультразвуковой расходомер-счетчик с накладными датчиками.

6.3 При снятии теплоизоляции с трубопровода питательной воды использовать респиратор для защиты органов дыхания.

6.4 При проведении измерений избегать касания незащищенными частями тела неизолированного участка трубопровода.

6.5 Работы должны выполняться под контролем службы радиационной безопасности.

6.6 Поверку проводят специалисты ЛИТ флота, имеющие право на поверку, с участием обслуживающего персонала, изучившего технические описания и инструкции по эксплуатации на поверяемые расходомеры "Уран-1", "Марс-1", "РД-2" и системы, задействованные при проведении поверки, под руководством представителей ФГУП "ОКБМ", имеющих удостоверение на право проведения технического (гарантийного) надзора и ФТО ППУ на объектах ВМФ и имеющих квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3 при работе с установками напряжением до 1000 В. Исполнители должны быть проинструктированы по объему, условиям проведения работ и мерам безопасности.

7 Условия поверки

7.1 Поверка расходомеров по настоящей методике может производиться во время проведения ФГО или ГТИ на объекте. Проведение других работ, мешающих проведению поверки расходомеров по настоящей методике, на ППУ не допускается.

7.2 В соответствии с инструкциями по эксплуатации оборудования и систем, задействованных в проведении работ, должна быть обеспечена полная готовность ППУ к проведению поверки.

7.3 Электропитание расходомеров должно осуществляться от сети переменного тока напряжением 220 ± 11 В, частотой 400 ± 8 Гц для расходомера "Уран-1", напряжением 220 ± 5 В, частотой 400_{-12}^{+8} Гц для расходомера "Марс-1", напряжением $220 \pm 4,4$ В, частотой 400 ± 12 Гц для расходомера "РД-2".

7.4 Температура измеряемой среды 70 ± 5 °С для расходомера "Уран-1", 20 ± 5 °С для расходомера "Марс-1", 30 ± 5 °С для расходомера "РД-2". Температура измеряемой среды определяется по показаниям штатного термопреобразователя сопротивления ТСП-8040, установленного перед ФИО.

7.5 Должны отсутствовать внешние вибрационные и ударные нагрузки, влияющие на работоспособность расходомеров.

7.6 Климатические условия в отсеке, где находятся расходомер и вторичный электронный преобразователь, должны быть следующие: температура 20 ± 5 °С, относительная влажность воздуха от 30 до 80 %, барометрическое давление воздуха от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм ртутного столба).

7.7 Электроизмерительные приборы при проведении работ должны быть удалены не менее чем на 1 м от устройств, выделяющих тепло.

7.8 Ультразвуковой расходомер-счетчик при проведении работ должен быть заземлен.

7.9 Условия применения калибратора-измерителя стандартных сигналов КИСС-03 и ультразвукового расходомера-счетчика EESIFLO "6000 Series" должны соответствовать указанным в документации на них.

7.10 Работы по поверке расходомеров "Уран-1", "Марс-1", "РД-2" производятся с соблюдением требований технических описаний и инструкций по эксплуатации на данные расходомеры, оборудование и системы, задействованные при проведении поверки расходомера по настоящей методике.

8 Подготовка к поверке

8.1 Перед началом работы должна быть в наличии следующая документация:

- настоящая методика;
- технические описания и инструкции по эксплуатации на расходомеры "Уран-1", "Марс-1", "РД-2", конденсатно-питательную систему, систему главного пара;
- паспорта на расходомеры "Уран-1", "Марс-1", "РД-2";
- вахтенные журналы (по необходимости).

8.2 Проверить наличие всех СИ и вспомогательного оборудования, необходимых для поверки, согласно разделу 5.

8.3 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 7. Условия поверки отразить в таблице А.2 (приложение А).

8.4 Подготовить к работе СИ и вспомогательное оборудование согласно требованиям эксплуатационных документов на них.

8.5 Перед началом измерений выбрать участок трубопровода питательной воды до или после штатного расходомера, удобный для монтажа накладных датчиков и отвечающий требованиям технического описания и инструкции по эксплуатации или руководства по эксплуатации (соблюдение прямых участков "до" накладных датчиков и "после") рабочего эталона – портативного ультразвукового расходомера-счетчика. Снять с выбранного для измерений участка теплоизоляцию. Установить накладные датчики в соответствии с инструкцией по их монтажу.

8.6 Подключить накладные датчики к электронному блоку рабочего эталона.

8.7 Подключить калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03 к выходной цепи вторичного преобразователя штатного расходомера. Разъемы для подключения КИСС-03 к выходной цепи вторичных измерительных преобразователей расходомеров "Уран-1", "Марс-1", "РД-2" приведены на рисунке 1.

Расходомеры "Уран-1", "Марс-1"



Расходомер РД-2

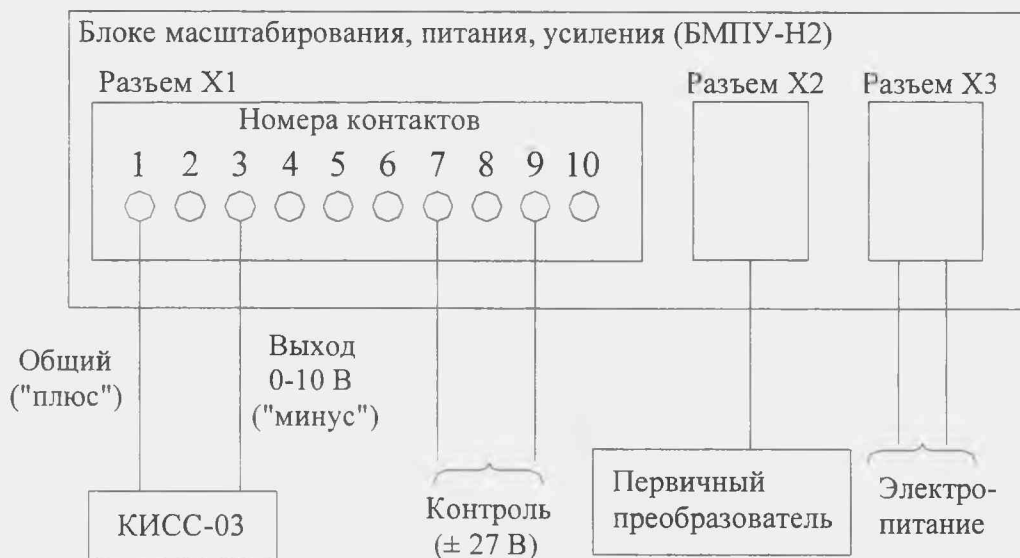


Рисунок 1

9 Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

9.1.1 Проверить наличие паспорта или документа его заменяющего.

9.1.2 Во время проведения внешнего осмотра проверить табличку с маркировкой первичного преобразователя расходомера на наличие следующих данных: наименование, шифр, верхний предел расхода измеряемой среды или диапазон расходов, диаметр условного прохода, наибольшее рабочее давление, масса, заводской номер. Данные на табличке должны соответствовать паспорту или документу его заменяющему.

9.1.3 Проверить внешний вид верхней наружной части первичного преобразователя на отсутствие явных механических повреждений, следов коррозии и грязи, ослаблений наружных элементов механических креплений; проверить состояние кабеля соединительного (трещины на изоляции не допускаются).

9.1.4 Проверить маркировку на корпусе вторичного электронного преобразователя (ИПВД1, ИПВ1, БМПУ-Н2) на наличие следующих данных: наименование, шифр, напряжение и частота тока питания, выходной сигнал, заводской номер. Данные должны соответствовать паспорту или документу его заменяющему.

9.1.5 Проверить внешний вид вторичных электронных преобразователей на отсутствие явных механических повреждений, следов коррозии, грязи, ослаблений механических креплений электронных преобразователей (кассет) в стойке. Резьбы на присоединительных винтах не должны иметь сорванных ниток.

9.2 Опробование

9.2.1 Проверка функционирования.

Проверить данные о работе расходомеров по журналу эксплуатации контрольно-измерительных приборов.

9.2.2 Проверка электрического сопротивления изоляции.

Перед проверкой электрические цепи расходомера, содержащие микросхемы и полупроводниковые приборы, отключить (кассета вторичного электронного преобразователя должна быть изъята из стойки). В расходомерах "Уран-1" и "Марс-1" снять перемычку с зажимов 3 и 4 (рисунок 1). В расходомере "РД-2" конденсаторы С1 и С2 в первичном преобразователе "Вихрь-250" и конденсаторы сетевого фильтра помехозащитности в электронном преобразователе должны быть отсоединены от корпусов.

Проверить электрическое сопротивление изоляции путем приложения испытательного напряжения 250 В ("Уран-1", "Марс-1") или 500 В ("РД-2") постоянного тока, развиваемого мегаомметром, между следующими цепями:

а) Для расходомеров "Уран-1" и "Марс-1":

- между корпусом и замкнутыми зажимами 1 и 2 "электропитание" (рисунок 1) электрических цепей вторичного электронного преобразователя;

- между корпусом и замкнутыми зажимами 5 и 6 "контроль" (рисунок 1) электрических цепей вторичного электронного преобразователя;

- между корпусом и замкнутыми зажимами 7 и 8 "выход" (рисунок 1) электрических цепей вторичного электронного преобразователя;

б) Для расходомера "РД-2":

- между корпусом и замкнутыми зажимами 1 и 3 "выход" (рисунок 1) разъема Х1 вторичного электронного преобразователя;

- между корпусом и замкнутыми зажимами 7 и 9 "контроль" (рисунок 1) разъема Х1 вторичного электронного преобразователя;

- между корпусом и замкнутыми зажимами 1 и 3 "электропитание" (рисунок 1) разъема Х3 вторичного электронного преобразователя.

Отсчет значения сопротивления изоляции производят по установившемуся показанию мегаомметра.

Расходомер считается исправным, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

9.2.3 Проверка исправности электрической схемы расходомера.

Контроль исправности электрической схемы электронного преобразователя произвести подачей выпрямленного двухполупериодного контрольного напряжения $27 \pm 2,7$ В от постороннего источника питания по 2-х проводной линии в цепь контроля. При подаче контрольного напряжения проверить значение выходного сигнала. Подключение приборов осуществлять согласно рисунку 1.

Расходомер считается исправным, если значение выходного сигнала при этом равно $(2,5 \pm 0,05)$ В для "Уран-1", "Марс-1" или (5 ± 1) В для "РД-2", а время установления выходного напряжения постоянного тока не более 1 с для "Уран-1", "Марс-1" или 4 с для "РД-2", с момента подачи напряжения контроля.

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 Показания поверяемого ПИП должны соответствовать нормированным показаниям ПИП в пределах допускаемых отклонений во всем диапазоне измерений. Для этого необходимо определить ДСХ и сравнить ее с НСХ, приведенной в технических условиях на конкретный расходомер. В нашем случае построение ДСХ осуществляется по пяти измеренным точкам. ДСХ необходимо определить при прямом и обратном ходе. Измерения необходимо производить при следующих расходах: 5; 16; 32; 62,5; 75 м³/ч – для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от 4,8 до 160 м³/ч; 7,5; 25; 50; 125; 150 м³/ч – для расходомеров "РД-2", "Уран-1" на диапазон расходов от 7,5 до 250 м³/ч. Допускаемое отклонение установки расхода + 1 м³/ч. По измеренному рабочим эталоном (портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком) расходу и соответствующему ему выходному напряжению поверяемого расходомера построить ДСХ поверяемого расходомера. Результаты сравнить со значениями НСХ ПИП соответствующего типа при тех же значениях расхода и определить основную приведенную погрешность и вариацию.

НСХ ПИП представлена в виде:

$$U = k \cdot Q,$$

где U – текущее значение (напряжение) выходного сигнала ПИП, В;

$$k = \frac{Q_{\max}}{U_{\text{вых. max}}} - \text{коэффициент преобразования, м}^3/\text{ч}\cdot\text{В};$$

Q_{\max} – максимально измеряемый расход, м³/ч;

$U_{\text{вых. max}}$ – максимальный выходной сигнал вторичного преобразователя, В;

Q – значение измеряемой величины, м³/ч.

Для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от 4,8 до 160 м³/ч НСХ ПИП представлена в виде: $U = 0,03125 \cdot Q$, В.

Для расходомера "Уран-1" на диапазон расходов от 7,5 до 250 м³/ч НСХ ПИП представлена в виде: $U = 0,02 \cdot Q$, В.

Для расходомера "РД-2" НСХ ПИП представлена в виде: $U = 0,04 \cdot Q$, В.

9.3.2 Измерения производить в указанной ниже последовательности:

а) Грубо установить расход на отметке 4 % (диапазон от 0 до 125 м³/ч) для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от 4,8 до 160 м³/ч (ППУ 650М.71, ППУ 650М.02-171) или 3 % для расходомеров "РД-2", "Уран-1" на диапазон расходов от 7,5 до 250 м³/ч (ППУ 650М.41, ППУ 650М.49, ППУ 650М.02.49) от максимального расхода, путем управления питательным клапаном (по показанию его открытия). Далее по показани-

ям портативного ультразвукового расходомера-счетчика, путем управления питательным клапаном, установить стабильное значение расхода $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от $4,8$ до $160 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $7,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ для расходомеров "РД-2", "Уран-1" на диапазон расходов от $7,5$ до $250 \text{ м}^3/\text{ч}$. Измерения производить при установленном расходе.

б) Произвести измерение расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком.

Произвести измерение напряжения на выходе вторичного электронного преобразователя расходомера прибором КИСС-03. За результат принять среднее значение напряжения, вычисленное как среднее арифметическое из не менее 10 показаний, равномерно распределенных в процессе измерения.

в) Грубо установить расход на отметке 12 % (24 ; 50 ; 60 %) для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от $4,8$ до $160 \text{ м}^3/\text{ч}$ или 10 % (20 ; 50 ; 60 %) для расходомеров "РД-2", "Уран-1" на диапазон расходов от $7,5$ до $250 \text{ м}^3/\text{ч}$ от максимального расхода, по показанию открытия питательного клапана. По показаниям портативного ультразвукового расходомера-счетчика, путем управления питательным клапаном, установить стабильное значение расхода $15 \text{ м}^3/\text{ч}$ (30 ; $62,5$; $75 \text{ м}^3/\text{ч}$) для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от $4,8$ до $160 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ (50 ; 125 ; $150 \text{ м}^3/\text{ч}$) для расходомеров "РД-2", "Уран-1" на диапазон расходов от $7,5$ до $250 \text{ м}^3/\text{ч}$. Измерения производить при установленном расходе.

г) Произвести измерения согласно п. 9.3.2.б).

д) Увеличить расход, не менее, чем на $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ от последнего измерения.

е) Повторить п. 9.3.2.в) и п. 9.3.2.г) при расходах на отметке 60 % (50 ; 24 ; 12 ; 4 %) для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от $4,8$ до $160 \text{ м}^3/\text{ч}$ или 60 % (50 ; 20 ; 10 ; 3 %) для расходомеров "РД-2", "Уран-1" на диапазон расходов от $7,5$ до $250 \text{ м}^3/\text{ч}$ от максимального расхода.

ж) Результаты измерений занести в протокол поверки согласно приложению А.

10 Обработка результатов измерений

10.1 С целью определения ДСХ, по полученным данным, постройте точечную диаграмму зависимости напряжения от расхода при прямом и обратном ходе при помощи программы "Microsoft® Excel". При построении применить линейную аппроксимацию функцией

$$U = a + k \cdot Q,$$

где a, k – коэффициенты аппроксимации, рассчитанные по измеренным значениям напряжения при помощи программы "Microsoft® Excel" (приложение Б);

Q – действительное значение расхода по показанию портативного ультразвукового расходомера-счетчика, м³/ч;

U – выходной сигнал поверяемого расходомера, В.

Полученные уравнения аппроксимируют ДСХ поверяемых расходомеров при прямом и обратном ходе.

10.2 По полученным уравнениям ДСХ прямого и обратного хода рассчитайте выходное напряжение при следующих расходах, соответствующих поверочным значениям расхода по техническим условиям: 4,8; 16; 32; 80; 160 м³/ч – для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от 4,8 до 160 м³/ч; 7,5; 25; 50; 125; 250 м³/ч – для расходомера "Уран-1" на диапазон расходов от 7,5 до 250 м³/ч; 15; 25; 75; 125; 185; 250 м³/ч – для расходомера "РД-2".

10.3 Вычислите отклонение ДСХ от НСХ в поверяемых точках по следующим формулам:

$$\Delta U_{\text{пр}} = U_{\text{ДСХпр}} - U_{\text{НСХ}},$$

где $\Delta U_{\text{пр}}$ – отклонение ДСХ от НСХ при прямом ходе, В;

$U_{\text{ДСХпр}}$ – рассчитанное по ДСХ значение напряжения в поверяемых точках при прямом ходе, В;

$U_{\text{НСХ}}$ – значение напряжения в поверяемых точках в соответствии с НСХ, В;

$$\Delta U_{\text{обр}} = U_{\text{ДСХобр}} - U_{\text{НСХ}},$$

где $\Delta U_{\text{обр}}$ – отклонение ДСХ от НСХ при обратном ходе, В;

$U_{\text{ДСХобр}}$ – рассчитанное по ДСХ значение напряжения в поверяемых точках при обратном ходе, В.

10.4 Рассчитайте приведенную погрешность измерения расхода по формулам:

$$\gamma Q_{\text{пр}} = \frac{\Delta U_{\text{пр}}}{Q_{\text{max}}} \cdot 100 \%,$$

где $\gamma Q_{\text{пр}}$ – погрешность измерения расхода поверяемым расходомером при прямом ходе, приведенная к верхнему пределу измерения %;

Q_{max} – максимальный расход измеряемый расходомером, м³/ч;

$$\gamma Q_{\text{обр}} = \frac{\Delta U_{\text{обр}}}{Q_{\text{max}}} \cdot 100 \%,$$

где $\gamma Q_{\text{обр}}$ – погрешность измерения расхода поверяемым расходомером при обратном ходе, приведенная к верхнему пределу измерения %.

Значения $\gamma Q_{\text{пр}}$ и $\gamma Q_{\text{обр}}$ не должны превышать допустимых отклонений, указанных в таблице 3, при всех исследуемых значениях расхода.

Таблица 3

Тип ПИП	Диапазон измерения, м ³ /ч	Допускаемое отклонение, %
Уран-1	от 4,8 до 16	± 2
	от 16 до 160	± 1
	от 7,5 до 25	± 2
	от 25 до 250	± 1
Марс-1	от 4,8 до 16	± 1,5
	от 16 до 160	± 1
РД-2	от 0 до 10	± 3
	от 10 до 250	± 1

10.5 Вычислите вариацию показаний поверяемых расходомеров, при всех исследуемых значениях расхода, в соответствии с техническими условиями на расходомеры по формуле:

$$V = |\gamma Q_{\text{пр}} - \gamma Q_{\text{обр}}|.$$

Вариация показаний поверяемых расходомеров при всех значениях поверочного расхода не должна превышать допускаемой основной приведенной погрешности.

10.6 Результаты расчетов занесите в протокол поверки согласно приложению А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 По результатам работ оформляется протокол поверки ПИП расхода питательной воды с приложением результатов поверки. Форма протокола поверки приведена в приложении А.

11.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке по форме приложения В. Свидетельство о поверке оформляется на каждый ПИП отдельно.

РАЗРАБОТАЛИ:

От 32 ГНИИИ МО РФ:

Начальник отдела

С.В. Маринко
"4" 07 2006 г.

Ведущий научный сотрудник

Ф.И. Храпов
"11" 07 2006 г.

От ФГУП "ОКБМ"

Заместитель начальника отдела 73

Н.С. Серов
"24" 06 2006 г.

Начальник бюро отдела 73

А.А. Исаев
"20" 06 2006 г.

Инженер-конструктор отдела 73

А.В. Соколов
"20" 06 2006 г.

СОГЛАСОВАНО:

От 1744 ВП МО:

Специалист

В.К. Рыбальченко
"11" 10 2006 г.

От ФГУП "ОКБМ"

Начальник отдела 80

Е.И. Аксенов
"20" 06 2006 г.

Начальник бюро отдела 80

Е.А. Копасов
"20" 06 2006 г.

Приложение А

(справочное)

Форма протокола поверки ПИП расхода питательной воды

УТВЕРЖДАЮ

Зам. командира соединения по ЭМЧ

_____ г.

**Протокол поверки № _____ от " ____ " _____ 20__ г.
расходомера "Уран-1" ("Марс-1", "РД-2") установленного
в трубопроводе питательной воды ПШУ
заказа зав.№ _____.**

Расходомер(ы) зав.№ _____, тип _____

Предприятие изготовитель _____

Дата поверки " ____ " _____ 20__ г.

Пределы измерения _____

Погрешность _____

А.1 Средства поверки.

Таблица А.1

Наименование СИ	Класс точности, погрешность	Диапазон измерения
1 Мегаомметр ЭС0202/1, зав.№ _____	15	0-10 ⁶ Ом
2 Калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03, зав.№ _____	$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{np}}{U_{изм}} - 1)) \%$	0-12,5 В
3 Мультиметр цифровой АРРА-103, зав.№ _____	$\pm (0,013 \cdot U_{изм} + 0,5) В$	0-1000 В
	$\pm (0,001 \cdot f_{изм} + 0,4) Гц$	0-1000000 Гц
4 Источник питания В5-71/2М, зав.№ _____	$\pm 1,0 \%$	0-50 В

Продолжение таблицы А.1

5 Барометр СР-Б, зав.№ _____.	$\pm 0,01$ кПа	68-107 кПа
6 Психрометр ПБ-1А, зав.№ _____.	$\pm 0,5$ %	30-100 %
7 Термометр ТТ, зав.№ _____.	± 1 °С	0-100 °С
8 Ультразвуковой расхо- домер-счетчик EESIFLO "6000 Series", зав.№ _____.	$\pm 0,5$ % от показания	0,003-11320 м ³ /ч

А.2 Условия поверки

Таблица А.2

Температура измеряемой среды, °С	Температура окру- жающего воздуха, °С	Относительная влаж- ность окружающего воздуха, %	Барометрическое давление, кПа (мм рт. ст.)

А.3 Внешний осмотр.

Таблица А.3

Расходомер зав. №	Замечания по внешнему осмотру

А.4 Проверка функционирования.

Таблица А.4

Расходомер зав. №	Замечания по журналу эксплуатации

А.5 Проверка электрического сопротивления изоляции.

Таблица А.5

Расходомер зав. №	Электрическое сопротивление изоляции, МОм	Допускаемое сопротивление изоляции не менее, МОм
		20
		20

А.6 Проверка исправности электрической схемы расходомера

Таблица А.6

Расходомер зав.№	Измеренное значение выходного сигнала, В	Значение выходного сигнала по ТУ, В
		$2,5 \pm 0,05 (5 \pm 1)$
		$2,5 \pm 0,05 (5 \pm 1)$

А.7 Результаты измерений

Таблица А.7

Расходомер зав.№	Показания рабочего эталона – портативного ультразвукового расходомера-счетчика $V_{эт}$, м ³		Напряжение на выходе вторичного электронного преобразователя поверяемого расходомера, В	
	Прямой ход	Обратный ход	Среднее арифметическое значение при прямом ходе	Среднее арифметическое значение при обратном ходе

А.8 Диаграммы ДСХ при прямом и обратном ходе.

А.9 Результаты расчетов напряжения по ДСХ и НСХ.

Таблица А.8 – Результаты расчетов напряжения по ДСХ и НСХ

Расходомер зав.№	Расход, м ³ /ч	Напряжение при прямом ходе по ДСХ, В	Напряжение при обратном ходе по ДСХ, В	Напряжение по НСХ, В

А.10 Результаты расчетов отклонения ДСХ от НСХ.

Таблица А.9 – Результаты расчетов отклонения ДСХ от НСХ

Расходомер зав.№	Расход, м ³ /ч	Отклонение ДСХ от НСХ при прямом ходе $\Delta U_{пр}$, В	Отклонение ДСХ от НСХ при обратном ходе $\Delta U_{обр}$, В

А.11 Результаты расчетов отклонения ДСХ и НСХ в эквиваленте расхода и вариация.

Таблица А.10 – Результаты расчетов отклонения ДСХ и НСХ в эквиваленте расхода

Расходомер зав.№	Расход, м ³ /ч	Отклонение ДСХ от НСХ при прямом ходе в эквиваленте расхода $\gamma Q_{пр}, \%$	Отклонение ДСХ от НСХ при обратном ходе в эквива- ленте расхода $\gamma Q_{обр}, \%$	Вариация показаний, %	Допускае- мое откло- нение, %

Заключение: _____

(наибольшая погрешность, годен, не годен, указать причины)

Поверитель _____

подпись

ФИО

Приложение Б

(справочное)

Пример расчета по обработке результатов измерений

Б.1 Пример расчета приведем для расходомера "Уран-1" на диапазон расходов от 4,8 до 160 м³/ч.

Б.2 Результаты измерений, выполненных в ходе поверки, приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Расходомер зав.№	Показания рабочего эталона – портативного ультразвукового расходомера-счетчика Q _{эт} , м ³ /ч		Напряжение на выходе вторичного электронного преобразователя поверяемого расходомера, В	
	Прямой ход	Обратный ход	Среднее арифметическое значение при прямом ходе	Среднее арифметическое значение при обратном ходе
1601	5,8	5,5	0,265	0,254
	16,2	16,5	0,549	0,559
	32,5	32,2	1,065	1,055
	63,5	63,4	2,025	2,019
	75,5	75,4	2,395	2,395

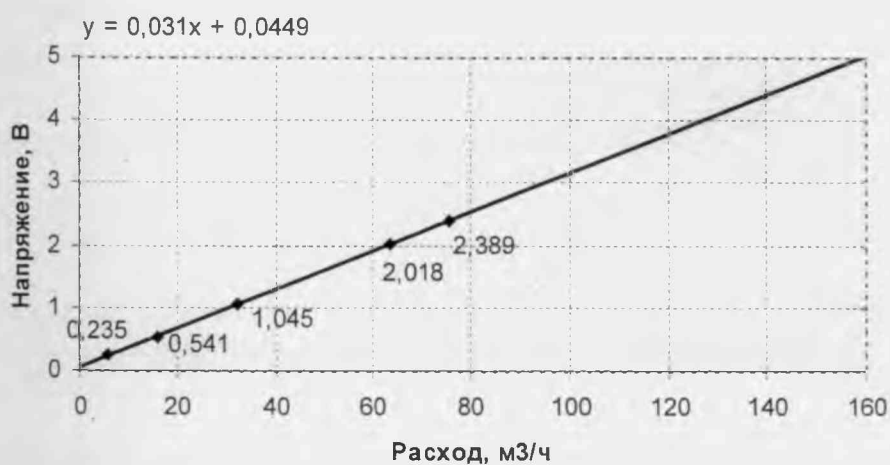
Б.3 К полученным табличным функциям зависимости напряжения от расхода при прямом и обратном ходе при помощи программы "Microsoft® Excel" применим линейную аппроксимацию функцией $U = a + k \cdot Q$ (рисунок Б.1):

- на лист программы "Microsoft® Excel" перенесем табличные данные (прямой и обратный ход);
- с помощью мастера диаграмм построим точечную диаграмму;
- построим линию тренда (линейную аппроксимирующую кривую) с выводом на диаграмму аппроксимирующего уравнения.

Уравнение $U = 0,0449 + 0,031 \cdot Q$ аппроксимирует ДСХ при прямом ходе.

Уравнение $U = 0,0475 + 0,031 \cdot Q$ аппроксимирует ДСХ при обратном ходе.

Прямой ход



Обратный ход

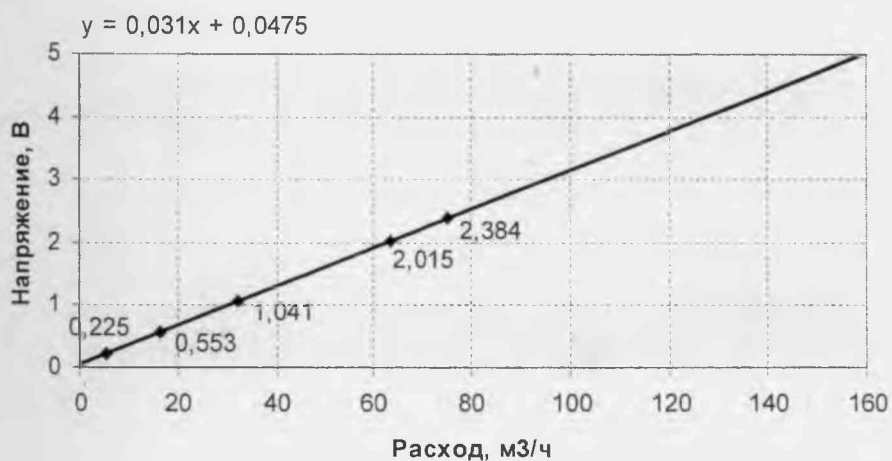


Рисунок Б.1

Б.4 По полученным уравнениям ДСХ и уравнению НСХ рассчитаем выходное напряжение при расходах 4,8; 16; 32; 80; 160 м³/ч. НСХ представлена в виде $U = 0,03125 \cdot Q$.

Таблица Б.2 - Результаты расчетов напряжения по ДСХ и НСХ

Расход, м³/ч	Напряжение при прямом ходе по ДСХ, В	Напряжение при обратном ходе по ДСХ, В	Напряжение по НСХ, В
4,8	0,1937	0,1963	0,15
16	0,5409	0,5435	0,5
32	1,0369	1,0395	1,0
80	2,5249	2,5275	2,5
160	5,0049	5,0075	5,0

Б.5 Вычислим отклонение ДСХ от НСХ при исследуемых расходах согласно п.10.3 и занесем данные в таблицу Б.3.

Таблица Б.3

Расход, м ³ /ч	Отклонение ДСХ от НСХ при прямом ходе $\Delta U_{пр}$, В	Отклонение ДСХ от НСХ при обратном ходе $\Delta U_{обр}$, В
4,8	+ 0,0437	+ 0,0463
16	+ 0,0409	+ 0,0435
32	+ 0,0369	+ 0,0395
80	+ 0,0249	+ 0,0275
160	+ 0,0049	+ 0,0075

Б.6 Определим погрешность, приведенную к верхнему пределу измерений согласно п.10.4 и вычислим вариацию согласно п.10.5. Результаты представим в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Расход, м ³ /ч	Приведенная погрешность при прямом ходе $\gamma Q_{пр}$, %	Приведенная погрешность при обратном ходе $\gamma Q_{обр}$, %	Вариация показаний, %	Допускаемое отклонение, %
4,8	+ 0,028	+ 0,029	0,001	± 2
16	+ 0,026	+ 0,028	0,002	± 1
32	+ 0,024	+ 0,025	0,001	± 1
80	+ 0,016	+ 0,018	0,002	± 1
160	+ 0,004	+ 0,005	0,001	± 1

Б.7 В результате полученные значения отклонений и вариации не превышают допускаемой основной приведенной погрешности.

Приложение В

(справочное)

Форма свидетельства о поверке

Свидетельство о поверке № _____
первичного измерительного преобразователя расхода
"Уран-1" ("Марс-1", "РД-2") зав.№ _____
установленного в трубопроводе питательной воды
ППУ заказа зав.№ _____.

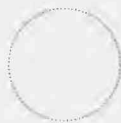
Действительно до " ____ " _____ 20__ г.

Первичный измерительный преобразователь расхода "Уран-1" ("Марс-1", "РД-2") зав.№ _____ установленный в трубопроводе питательной воды ППУ заказа зав.№ _____, поверен в соответствии с И32/011-06 "Преобразователи измерительные первичные расхода питательной воды типов "Уран-1", "Марс-1", "РД-2". Методика бездемонтажной поверки",

с применением средств измерений: _____

и на основании результатов периодической поверки признаны пригодными к применению.

Поверительное клеймо



Старший группы _____

(ФИО)

(подпись)

Поверитель _____

(ФИО)

(подпись)

" ____ " _____ 20__ г.

Приложение Г

(обязательное)

Расчет погрешности поверки

Г.1 Погрешность определения ДСХ ПИП расхода рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{ДСХ} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2},$$

где Δ_Q - погрешность измерения расхода рабочим эталоном – портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком, %;

Δ_U - погрешность измерения напряжения на выходе ПИП, %.

Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком согласно паспорту на него равна $\pm 0,5$ % от показания.

Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП рассчитывается по формуле:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{пр}}{U_{изм}} - 1)) \%,$$

где $U_{пр}$ – максимально измеряемое значение напряжения, В;

$U_{изм}$ – измеренное значение напряжения, В.

Г.2 Рассчитаем максимальную погрешность при проведении измерений для расходомеров "Марс-1", "Уран-1" на диапазон расходов от 4,8 до 160 м³/ч.

Г.2.1 В диапазоне расходов от 4,8 до 16 м³/ч.

а) Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком при максимальном расходе равна: $\pm 0,08$ м³/ч;

б) Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП калибратором-измерителем стандартных сигналов КИСС-03 при максимальном расходе равна:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{пр}}{U_{изм}} - 1)) = \pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{12,5}{0,5} - 1)) = \pm 0,11 \%,$$

В эквиваленте расхода: $\pm 0,0176$ м³/ч.

в) Погрешность определения ДСХ ПИП в эквиваленте расхода равна:

$$\Delta_{ДСХ} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2} = \pm 1,1 \times \sqrt{0,08^2 + 0,0176^2} = \pm 0,0902 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Г.2.2 В диапазоне расходов от 16 до 75 м³/ч (75 м³/ч – максимально возможный расход при поверке).

а) Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком при максимальном расходе равна: $\pm 0,375$ м³/ч;

б) Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП калибратором-измерителем стандартных сигналов КИСС-03 при максимальном расходе равна:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{изм}}} - 1)) = \pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{12,5}{2,3438} - 1)) = \pm 0,0609 \%$$

В эквиваленте расхода: $\pm 0,0457 \text{ м}^3/\text{ч}$.

в) Погрешность определения ДСХ ПИП в эквиваленте расхода равна:

$$\Delta_{\text{ДСХ}} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2} = \pm 1,1 \times \sqrt{0,375^2 + 0,0457^2} = \pm 0,4156 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Г.3 Рассчитаем максимальную погрешность при проведении измерений для расходомера "Уран-1" на диапазон расходов от 7,5 до 250 $\text{м}^3/\text{ч}$.

Г.3.1 В диапазоне расходов от 7,5 до 25 $\text{м}^3/\text{ч}$.

а) Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком при максимальном расходе равна: $\pm 0,125 \text{ м}^3/\text{ч}$;

б) Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП калибратором-измерителем стандартных сигналов КИСС-03 при максимальном расходе равна:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{изм}}} - 1)) = \pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{12,5}{0,5} - 1)) = \pm 0,11 \%$$

В эквиваленте расхода: $\pm 0,0275 \text{ м}^3/\text{ч}$.

в) Погрешность определения ДСХ ПИП в эквиваленте расхода равна:

$$\Delta_{\text{ДСХ}} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2} = \pm 1,1 \times \sqrt{0,125^2 + 0,0275^2} = \pm 0,1408 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Г.3.2 В диапазоне расходов от 25 до 150 $\text{м}^3/\text{ч}$ (150 $\text{м}^3/\text{ч}$ – максимально возможный расход при поверке).

а) Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком при максимальном расходе равна: $\pm 0,75 \text{ м}^3/\text{ч}$;

б) Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП калибратором-измерителем стандартных сигналов КИСС-03 при максимальном расходе равна:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{изм}}} - 1)) = \pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{12,5}{3} - 1)) = \pm 0,058 \%$$

В эквиваленте расхода: $\pm 0,087 \text{ м}^3/\text{ч}$.

в) Погрешность определения ДСХ ПИП в эквиваленте расхода равна:

$$\Delta_{\text{ДСХ}} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2} = \pm 1,1 \times \sqrt{0,75^2 + 0,087^2} = \pm 0,8306 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Г.4 Рассчитаем максимальную погрешность при проведении измерений для расходомера "РД-2".

Г.4.1 В диапазоне расходов от 0 до 10 м³/ч.

а) Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком при максимальном расходе равна: ± 0,05 м³/ч;

б) Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП калибратором-измерителем стандартных сигналов КИСС-03 при максимальном расходе равна:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{изм}}} - 1)) = \pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{12,5}{0,4} - 1)) = \pm 0,1257 \%$$

В эквиваленте расхода: ± 0,0126 м³/ч.

в) Погрешность определения ДСХ ПИП в эквиваленте расхода равна:

$$\Delta_{\text{ДСХ}} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2} = \pm 1,1 \times \sqrt{0,05^2 + 0,0126^2} = \pm 0,0568 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Г.4.2 В диапазоне расходов от 10 до 150 м³/ч (150 м³/ч – максимально возможный расход при поверке).

а) Погрешность измерения расхода портативным ультразвуковым расходомером-счетчиком при максимальном расходе равна: ± 0,75 м³/ч;

б) Погрешность измерения напряжения на выходе ПИП калибратором-измерителем стандартных сигналов КИСС-03 при максимальном расходе равна:

$$\pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{изм}}} - 1)) = \pm (0,05 + 0,0025 \cdot (\frac{12,5}{6} - 1)) = \pm 0,0528 \%$$

В эквиваленте расхода: ± 0,0792 м³/ч.

в) Погрешность определения ДСХ ПИП в эквиваленте расхода равна:

$$\Delta_{\text{ДСХ}} = \pm 1,1 \times \sqrt{\Delta_Q^2 + \Delta_U^2} = \pm 1,1 \times \sqrt{0,75^2 + 0,0792^2} = \pm 0,8296 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Г.5 Результаты расчета погрешности поверки представим в таблице Г.1.

Таблица Г.1

Тип ПИП	Диапазон измерения, м ³ /ч	Погрешность ПИП, м ³ /ч	Погрешность поверки, м ³ /ч	Отношение погрешностей
Уран-1	от 4,8 до 16	± 3,2	± 0,0902	35,5
	от 16 до 160	± 1,6	± 0,4156	3,9
	от 7,5 до 25	± 5,0	± 0,1408	35,5
	от 25 до 250	± 2,5	± 0,8306	3,0

Продолжение таблицы Г.1

Тип ПИП	Диапазон измерения, м ³ /ч	Погрешность ПИП, м ³ /ч	Погрешность поверки, м ³ /ч	Отношение погрешностей
Марс-1	от 4,8 до 16	± 2,4	± 0,0902	26,6
	от 16 до 160	± 1,6	± 0,4156	3,9
РД-2	от 0 до 10	± 7,5	± 0,0568	132,0
	от 10 до 250	± 2,5	± 0,8296	3,0