



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко

« 12 » 03 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДНЕПР-7

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
РТ-МП-116-208-2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые ДНЕПР-7 (далее расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Поверка расходомеров по данной методике обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расхода жидкости ГЭТ 63-2019, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерений, массового и объемного расходов жидкости для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде, согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 №2356.

Реализован метод непосредственного сличения с рабочими эталонами, а также метод косвенных измерений.

1.3 Настоящая методика поверки применяется для поверки расходомеров, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости и массового расходов.

1.4 В результате поверки расходомеров должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемного расхода жидкости в напорных трубопроводах, м ³ /ч	от 0,05 до 43400
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости, %	±2
Частотный выходной сигнал по объемному расходу, Гц	от 1 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования объемного расхода жидкости в частотный сигнал, %	±2

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8		
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.3.1	Да	Да
Опробование	8.3.2	Да	Да

Наименование операции поверки	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка программного обеспечения	0	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10		
Проливной метод	10.1	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода	10.1.1	Да	Да
Определение относительной погрешности преобразования расхода в частотный выходной сигнал	10.1.2	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений объема	10.1.3	Да	Да
Имитационный метод*	10.2		
Определение относительной погрешности измерения расхода	10.2.1	Да	Да
Определение относительной погрешности преобразования расхода в частотный выходной сигнал	10.2.2	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений объема	10.2.3	Да	Да
Определение геометрических размеров трубопровода	10.3	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да
*Допускается поверять расходомеры имитационным методом только от DN300.			

2.2 Допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин (объем, объемный расход) по заявлению владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и/или паспорте информации об объеме проведенной поверки.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха плюс $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха не более 90 %;
- напряжение питания от 187 до 242 В;
- частота питающей сети (50 ± 1) Гц;
- влияющие на работу расходомера внешние электрические и магнитные поля, вибрации и тряска должны отсутствовать.

3.2 Перед проведением поверки расходомер должен выдерживаться при условиях, приведенных в 4.1 в течение 1 ч.

Перед проведением поверки необходимо выдержать расходомер во включенном состоянии в течение 30 мин.

3.3 Расходомер и применяемые средства поверки подготовить к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучившие руководство по эксплуатации и настоящий документ.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Разделы 8, 10	Рабочий эталон единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке 1, 2 или 3-го разряда в соответствии с частью 1 государственной поверочной схемы, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356	Установка поверочная Эрмитаж, диапазон расходов от 0,01 до 1300 м³/ч, относительная погрешность $\pm 0,3\%$ (регистрационный № 71416-18)
Разделы 8, 10	Рабочий эталон единиц частоты 5 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 (регистрационный № 52489-13)
Разделы 8, 10	Рабочий эталон единиц времени 5 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360	Секундомер электронный СТЦ-2М (регистрационный № 65349-16)
Раздел 10	Средства измерений толщины от 0,6 до 500 мм, погрешность от $\pm 0,05$ до $\pm (0,1 + 0,01 \cdot X)$, где X - значение толщины	Толщиномер ультразвуковой УТ-111 (регистрационный № 66712-17)
Раздел 8, 10	Рабочий эталон единиц частоты 5 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3409 (регистрационный № 75788-19)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8	Средства измерений электрического сопротивления изоляции, испытательное напряжение 500 В, диапазон измерений от 0 до 999 МОм, погрешность $\pm(0,05 \cdot R + 5 \text{ е.м.р.})$ – в диапазоне измерений до 100 ГОм	Мегомметр цифровой ПрофКиП Е6-34 (регистрационный № 52913-13)
Раздел 10	Средства измерений длины по ГОСТ 7502 класс точности 2 до 100 м $\Delta=(0,30+0,15 \cdot (L-1)) \text{ мм}$	Рулетки измерительные ПК (регистрационный № 87228-22)
Раздел 10	Средства измерений длины, диапазон измерений от 0 до 400 мм, погрешность $\pm 0,05 \text{ мм}$	Штангенциркуль двусторонний Micron (регистрационный № 43759-10)
Разделы 8, 10	Средства измерений напряжения переменного тока, диапазон измерений от 600 мВ до 600 В, погрешность - $\pm(1 \cdot 10^{-2} U_{\text{изм}} + 3 \text{ епр})$, Средства измерений частоты напряжения переменного тока, диапазон измерений от 100 Гц до 100 кГц, погрешность - $\pm(0,1 \cdot 10^{-2} f_{\text{изм}} + 1 \text{ епр})$	Мультиметр цифровой Fluke (регистрационный № 27489-11)
Разделы 8, 10	Средства измерений относительной влажности воздуха, диапазон измерений от 10 до 95 %, погрешность измерений влажности $\pm 3 \%$. Средства измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений от -10 до +60 °С, погрешность $\pm 0,4 \text{ °С}$. Средства измерений атмосферного давления, диапазон измерений давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2 \text{ кПа}$, пределы допускаемой дополнительной погрешности $\pm 5 \text{ гПа}$.	Прибор комбинированный Testo 622 (регистрационный № 53505-13)
Раздел 8	-	программа «Доплеровский расходомер» «doppler.exe»

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены. Средства поверки, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены или аттестованы в качестве эталонов единиц величин и удовлетворять требованиям по точности, согласно поверочных схем.

5.3. Допускается использовать другие эталоны и средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающих измерение параметров с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на расходомер и средства поверки.

6.2 При проведении поверки соблюдают требования безопасности в соответствии со следующими документами:

- правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- правилами технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ);
- правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

6.3 Надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения безопасной эксплуатации средств поверки должны быть четкими.

6.4 Доступ к средствам измерений и обслуживаемым при поверке элементам оборудования должен быть свободным. При необходимости должны быть предусмотрены лестницы и площадки или переходы с ограничениями, соответствующие требованиям безопасности.

6.6 К выполнению экспериментальных работ при проведении поверки допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучившие руководство по эксплуатации и настоящий документ.

6.7 При появлении течи рабочей среды и в других ситуациях, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают. В дальнейшем обслуживающий персонал руководствуется эксплуатационными документами на средства поверки.

6.8 Управление поверочной установкой и другими средствами поверки проводят лица, прошедшие обучение, проверку знаний и допущенные к их обслуживанию.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомера следующим требованиям:

- внешний вид средства измерений согласно описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировку согласно требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствию механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2 Результаты проверки считают удовлетворительными, если внешний вид и маркировка соответствуют сведениям, приведенным в описании типа СИ и эксплуатационной документации.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Проливной метод.

При проведении поверки проливным методом следует соблюдать требования разделов 9, 10, 11 руководства по эксплуатации к месту установки, монтажу первичных преобразователей и контролируемой среде.

При подготовке к поверке расходомера выполняют следующие операции.

8.1.1 Подготавливают к работе поверочную установку и средства измерений согласно их эксплуатационной документации.

8.1.2 Подготавливают расходомер к работе согласно его руководству по эксплуатации (далее – РЭ).

8.1.3 Собирают схему поверки расходомера в соответствии с эксплуатационной документацией на поверочную установку и расходомер.

8.1.4 Заполняют систему поверочной установки водой, удаляют воздух и проверяют герметичность системы.

8.2 Опробование проводят в следующей последовательности:

- включают расходомер;
- проверяют установку показаний расходомера на нуль при отсутствии потока измеряемой среды через расходомер;
- устанавливают расход измеряемой среды в пределах диапазона измерений расходомера и проверяют наличие показаний на индикаторе и сигналов на частотном выходе.

8.2.1 Расходомер считается проверенным по данному пункту, если выполняются условия:

- в рабочем режиме расходомер регистрирует измеряемый расход (объем);
- в рабочем режиме расходомер должен генерировать выходной частотный, пропорциональный текущему расходу.

8.3 Имитационный метод

8.3.1 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверка электрического сопротивления изоляции силовых цепей проводится с применением мегомметра номинальным напряжением 500 В.

Мегомметр подключают между соединенным вместе сетевым контактам и заземляющим контактом сетевой вилки блока питания (далее – БП) расходомера, а его показания фиксируют через 1 мин после приложения напряжения.

Результат проверки считается положительным, если электрическое сопротивление изоляции цепей сетевого питания относительно заземляющего контакта не менее 20 МОм.

8.3.2 Проверка функционирования

Подключают первый накладной ультразвуковой первичный преобразователь (далее ПП-1) к разъему «Датчик 1» на процессорном блоке (далее ПБ).

Подключают разъем «Датчик 2 выход» «Имитационного штекера» – к разъему «Датчик 2» на ПБ.

Подключают второй накладной ультразвуковой первичный преобразователь (далее ПП-2) к разъему «Датчик 2 вход».

Для стационарного исполнения: подключают разъем «Тест» «Имитационного штекера» к разъему «Тест» ПБ.

Смазывают рабочие поверхности ПП-1 и ПП-2 тонким слоем смазки типа Литол-24 или аналогичной и соединяют их вместе.

Для стационарного исполнения: соединяют разъемы «Сигнал» ПБ и БП межблочным кабелем и подключают сетевой кабель к разъему «Сеть» на БП.

Схема соединений показана на рисунке Г.1 приложения Г.

На генераторе устанавливают частоту 500 Гц, амплитуду $(0,5 \pm 0,1)$ В, тип сигнала – синусоидальный. Подключают выход генератора к входу «Генератор» имитационного штекера.

Частоту внешнего генератора контролируют с помощью частотомера, подключенного параллельно выходу генератора.

Устанавливают переключатели имитационного штекера в режим поверки по скорости.

Измеряют напряжение питания в сети переменного тока 220 В мультиметром.

Включают расходомер в сеть.

Для портативного варианта с ноутбуком включают ноутбук и загружают программу «Доплеровский расходомер» «doppler.exe», в окне программы выбирают конфигурацию измерений «Поверка».

Результат операции проверки функционирования считают положительным, если на показывающем устройстве расходомера высвечиваются показания расхода жидкости.

9 ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Расходомеры имеют встроенное программное обеспечение (далее – ПО), устанавливаемое при выпуске из производства. В таблицах 4 и 5 указаны идентификационные данные ПО расходомеров, а также ПО установленное на ПК.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
БП расходомеров модификаций 01.011.1	
Идентификационное наименование ПО	arc_s4_fw_1h
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.1h
Цифровой идентификатор ПО	02754DAE
ПБ расходомеров модификаций 01.011.1	
Идентификационное наименование ПО	newdop_fw_3_1n
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.1n
Цифровой идентификатор ПО	01530EA6
БЭ расходомера модификации 01.012.2	
Идентификационное наименование ПО	plcdop_fw_v2_0d
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0d
Цифровой идентификатор ПО	0138A701

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
ДНПР.00.000.9-4 (ПО встроенного ПК расходомера модификации 01.012.2)	
Идентификационное наименование ПО	dopler.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.9x*
Цифровой идентификатор ПО	858A404E
ДНПР.00.000.9-4-1 (ПО - библиотека для связи ПК с БЭ по USB)	
Идентификационное наименование ПО	d7usbblink.dll
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.10x*
Цифровой идентификатор ПО	49E15710

ДНПР.00.000.9-4-2 (Конфигурационная запись в реестре ПК расходомера модификации 01.012.2)	
Идентификационное наименование ПО	Конфигурационная запись в реестре
Номер версии (идентификационный номер) ПО	-
Цифровой идентификатор ПО	0FFF9

Результаты проверки по контролю идентификационных данных ПО считаются положительными, если номер версии (идентификационный номер) встроенного ПО, указанный в паспорте поверяемого расходомера, соответствуют данным в таблицах 4 и 5.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Пролитной метод

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода проводят путем сравнения результатов измерений расходомера с объемом эталонной расходомерной установки. Результаты измерений расходомеров стационарного исполнения отображаются на дисплее блока питания (БП). Результаты измерений расходомера портативного исполнения отображаются на дисплее встроенного компьютера (ноутбука) в окне программы расходомера. Поверку проводят при значениях объемного расхода Q_i равных 3; 10; 15; 30; 60; 90 % от максимального расхода $Q_{\max}$ для данного диаметра трубопровода.

Значения объемного расхода Q_i вычисляется по формуле

$$Q_i = \frac{Q_i \cdot Q_{\max}}{100} \quad (1)$$

Максимальный объемный расход ($Q_{\max}$) для различных номинальных диаметров трубопроводов в зависимости от вида среды и номера диапазона измерений приведен в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

Если реальный диаметр трубопровода не совпадает со значениями, приведенными в таблицах А.1 и А.2 приложения А, то $Q_{\max}$ рассчитывается по формуле для трубопровода круглого сечения

$$Q_{\max} = \begin{cases} 4,2415 \cdot 10^{-3} \cdot D_{\text{в}}^2 & \text{для диапазона измерений 1} \\ 8,2196 \cdot 10^{-3} \cdot D_{\text{в}}^2 & \text{для диапазона измерений 2} \\ 15,9105 \cdot 10^{-3} \cdot D_{\text{в}}^2 & \text{для диапазона измерений 3} \end{cases} \quad (2)$$

где $D_{\text{в}}$ – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Объемный расход Q_i вычисляют по формуле (1) и записывают в соответствующую графу протокола поверки, приведенного в таблице Б.2 приложения Б.

Основную относительную погрешность измерений объемного расхода рассчитывают по формуле

$$\delta_q = \frac{Q_{\text{ui}} - Q_i}{Q_i} \cdot 100 \quad (3)$$

где Q_{ui} – значение расхода, измеренного расходомером, м³/ч;
 Q_i – заданный объемный расход, м³/ч.

Результат поверки считают положительным, если значения основной относительной погрешности измерений объемного расхода при всех заданных значениях объемного расхода не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.1.2 Для расходомеров стационарного исполнения определение относительной погрешности преобразования объемного расхода в частотный выходной сигнал проводят при значениях расхода приведенных в пункте 10.1.1.

Частоту выходного сигнала измеряют с помощью частотомера, который подключается к разъему «Выход» на БП (контакты 3 «+» и 4 «-»).

Расчетное значение частоты выходного сигнала F_{oi} , (Гц), определяют по формуле

$$F_{oi} = Q_i / K, \quad (4)$$

где K - коэффициент преобразования, $\frac{(\text{м}^3/\text{ч})}{\text{Гц}}$ (паспортное значение).

Например, при $K=0.25$ расходу $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ соответствует частота выходного сигнала $100/0.25 = 400 \text{ Гц}$.

Соответствующие значениям $Q_i\%$, расчетные частоты выходного сигнала ($F_{i\text{вых}}$) расходомера записываются в соответствующую графу протокола поверки, приведенного в таблице Б.2 приложения Б.

Относительную погрешность при преобразовании объемного расхода в частотный выходной сигнал δ_F , в процентах, вычисляют по формуле

$$\delta_F = \frac{F_{\text{вых}i} - F_{oi}}{F_{oi}} \cdot 100, \quad (5)$$

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности преобразования объемного расхода в частотный выходной сигнал при всех заданных значениях объемного расхода не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.1.3 Определение относительной погрешности измерений объема

Относительную погрешность измерений объема определяют при значениях объемного расхода по п. 10.1.1

Продолжительность измерений количества жидкости должна выбираться таким образом, чтобы за время измерений счетчик набрал не менее 500 единиц наименьшего разряда, но не меньше 3 минут.

В начале измерений следует записать начальное показание счетчика количества $N1$, в кубических метрах, и соответствующее время начала измерений T_1 (по индикатору БП).

Затем, после увеличения показаний счетчика не менее, чем на 500 единиц младшего разряда, необходимо записать конечные показания счетчика $N2$, в кубических метрах, и соответствующее время T_2 окончания цикла измерений (по индикатору БП).

Объем, измеренный расходомером, V_{ui} , в метрах кубических, определяют по формуле

$$V_{ui} = N2 - N1, \quad (6)$$

Заданное значение объема, измеренное расходомерной установкой, V_{gi} , в метрах кубических, определяют по формуле:

$$V_{gi} = Q_i \cdot (T_1 - T_2), \quad (7)$$

где T_1 - время начала измерений, ч;

T_2 - время окончания измерений, ч;

Q_i - заданный объемный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Относительную погрешность при измерении объема δ_v , в процентах, определяют по формуле

$$\delta_V = \frac{V_{ul} - V_{qi}}{V_{qi}} \cdot 100, \quad (8)$$

Полученные значения записывают в соответствующую графу таблицы Б.2 протокола поверки, приведенного в приложении Б.

Результат поверки считают положительным, если значения основной относительной погрешности при измерении объема при всех заданных значениях объемного расхода не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.2 Имитационный метод

10.2.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода

Требуемое значение объемного расхода задают имитационным методом.

Переключатели имитационного штекера устанавливают в режим поверки по скорости. Для портативного исполнения на ноутбуке в окне программы расходомера выбирают конфигурацию измерений «Поверка».

На рабочие поверхности первичных преобразователей необходимо нанести смазку «Литол-24» или аналогичную, прижать друг к другу рабочие поверхности и зафиксировать пластиковым или металлическим хомутом или другими способами.

Схема соединений показана на рисунке Г.1 приложения Г.

Относительную погрешность расходомера определяют при следующих относительных значениях Q_i объемного расхода ($3 \pm 0,3$), (10 ± 1), (15 ± 3), (30 ± 3), (60 ± 5) и (90 ± 5) % от максимального значения для поверяемого расходомера.

Относительный расход Q_i в процентах от максимального значения объемного расхода ($Q_{\max}$) определяют по формуле

$$Q_i \% = \frac{Q_i \cdot 100}{Q_{\max}}, \quad (9)$$

где $Q_{\max}$ – максимальный объемный расход, м³/ч;

Q_i – текущее значение объемного расхода, м³/ч.

Задаваемые имитационным методом значения объемного расхода Q_i вычисляют по формуле (1).

Максимальный объемный расход ($Q_{\max}$) для различных номинальных диаметров трубопроводов в зависимости от вида среды и номера диапазона измерений приведен в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

Если действительный диаметр трубопровода не совпадает со значениями, приведенными в таблицах А.1 и А.2 приложения А, то $Q_{\max}$ рассчитывается по формуле (2).

Значение объемного расхода имитируют соответствующими значениями частоты внешнего низкочастотного генератора синусоидальных сигналов. Задаваемое значение частоты внешнего генератора F_i (Гц), при значениях относительных расходов равных $Q_i \% = 3; 10; 15; 30; 60; 90\%$ определяют по формуле

$$F_i = \frac{F_{\max} \cdot Q_i}{100}, \quad (10)$$

где $F_{\max}$ – максимальная частота, соответствующая максимальному расходу, Гц.

Полученные значения частоты F_i устанавливают на выходе внешнего генератора и контролируют частотомером с дискретностью до 0,01 Гц.

Максимальную частоту $F_{\max}$, в герцах, вычисляют по формуле

$$F_{\max} = \frac{2 \cdot m[N]}{\frac{c}{\sin(a)} - m[N]} \cdot f_0, \quad (11)$$

где $m[N]$ - масштабный коэффициент для диапазона измерений:

$m[1] = 1.5$ м/с – для диапазона измерений 1;

$m[2] = 2.907101$ м/с – для диапазона измерений 2;

$m[3] = 5.62719$ м/с – для диапазона измерений 3;

f_0 – частота излучаемого сигнала, Гц – (паспортное значение);

a – значение угла призмы датчика, ° – (паспортное значение);

C – скорость звука в датчике, м/с – (паспортное значение);

N – номер диапазона измерений, 1; 2; 3 (паспортное значение).

Для типовых значений:

$a = 60^\circ$;

$C = 2500$ м/с;

$f_0 = 500000$ Гц;

$N = 2$.

Типовое значение $F_{\max} = 1008,06$ Гц.

Типовая градуировочная таблица представлена в приложении В.

Показания частотомера записывают в графу F_i таблицы Б.1 протокола поверки, приведенного в приложении Б.

Объемный расход Q_i вычисляют по формуле (1) и записывают в соответствующую графу протокола поверки.

Относительную погрешность измерений объемного расхода рассчитывают по формуле (3).

Результат поверки считают положительным, если значения основной относительной погрешности измерений объемного расхода при всех заданных значениях объемного расхода не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.2.2 Определение относительной погрешности преобразования объемного расхода в частотный выходной сигнал проводят при значениях расхода, приведенных в пункте 10.2.1.

Для расходомеров стационарного исполнения частоту выходного сигнала измеряют с помощью частотомера, который подключают к разъему «Выход» на БП (контакты 3 «+» и 4 «-»).

Для расходомеров портативного исполнения частоту выходного сигнала измеряют с помощью частотомера, который подключают к разъему «Тест» на БЭ (контакты 3 «+» и 4 «-»).

Расчетное значение частоты выходного сигнала F_{oi} , (Гц), определяют по формуле (4).

Соответствующие значениям Q_i , расчетные частоты выходного сигнала ($F_{i\text{вых}}$) расходомера записывают в соответствующую графу протокола поверки, приведенного в таблице Б.1 приложения Б.

Относительную погрешность при преобразовании объемного расхода в частотный выходной сигнал δ_f , в процентах, вычисляют по формуле (5).

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности преобразования объемного расхода в частотный выходной сигнал при всех заданных значениях объемного расхода не превышают значений, указанных в таблице 1.

10.2.3 Определение относительной погрешности измерений объема

Относительную погрешность измерений объема определяют при значениях объемного расхода по п. 10.2.1.

При периодической поверке поверка при 3 % объемного расхода не проводится.

Продолжительность измерений количества жидкости должна выбираться таким образом, чтобы за время измерений счетчик набрал не менее 500 единиц наименьшего разряда, но не меньше 3 минут.

В начале измерений следует записать начальное показание счетчика количества N_1 , в м^3 , и соответствующее время начала измерений T_1 (по индикатору БП).

Затем, после увеличения показаний счетчика не менее, чем на 500 единиц младшего разряда, необходимо записать конечные показания счетчика N_2 , в м^3 , и соответствующее время T_2 окончания цикла измерений (по индикатору БП).

Объем, измеренный расходомером, $V_{\text{из}}$, в м^3 , определяют по формуле (6).

Заданное значение объема определяют по формуле (7).

Относительную погрешность расходомера при измерении объема δ_v , в процентах, определяют по формуле (8).

Полученные значения записывают в соответствующую графу таблицы Б.1 протокола поверки, приведенного в приложении Б.

Результат поверки считают положительным, если значения относительной погрешности при измерении объема при всех заданных значениях объемного расхода не превышают $\pm 2\%$.

10.3 Определение геометрических размеров трубопровода

Перед измерением внешнего диаметра трубопровода необходимо убедиться, что в местах возможного прилегания ленты рулетки на трубопроводе отсутствуют выступы, наросты ржавчины, швы электросварки, остатки теплоизоляции и т.п. В противном случае они должны быть зачищены заподлицо с поверхностью трубопровода.

Для трубопроводов с наружным диаметром до $D_n=120$ наружный диаметр измеряют с помощью штангенциркуля с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ мм.

Для трубопроводов с наружным диаметром более $D_n=120$ наружный диаметр измеряют с помощью рулетки 2-го класса по ГОСТ 7502-89 длиной до 10 м с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,30+0,15 \cdot (L-1))$ мм.

Наружный диаметр D_n , в миллиметрах определяется по формуле

$$D_n = dL / 3,1415926, \quad (12)$$

где dL - разность отсчетов по двум значениям рулетки в любом месте их совпадения, мм.

С помощью ультразвукового толщиномера измеряют толщину стенки трубопровода в восьми точках, равномерно расположенных по окружности трубопровода в месте установки ПП.

Внутренний диаметр трубопровода D_u , в миллиметрах, определяется по формуле

$$D_u = D_n - 2H_c, \quad (13)$$

где H_c - среднее значение толщины стенки, мм, определяемое по формуле

$$H_c = (H_{CT1} + H_{CT2} + \dots + H_{CT8}) / 8, \quad (14)$$

где $H_{ст1} \dots H_{ст8}$ - толщина стенки трубопровода, измеренная с помощью ультразвукового толщиномера, мм.

Результаты измерений геометрических размеров трубопровода фиксируют в протоколе, представленном в приложении Д.

Внутренний диаметр трубопровода фиксируют в паспорте на расходомер с разрядностью до 0,01 мм.

Определение геометрических размеров трубопровода заключается в определении отклонения измеренного номинального значения внутреннего диаметра трубопровода от значения, указанного в паспорте.

Отклонение фактического значения внутреннего диаметра трубопровода от его паспортного значения не должно превышать 0,5 мм для трубопроводов с наружным диаметром более 120 мм и не более 0,1 мм для трубопроводов с наружным диаметром 120 мм и менее.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510, и (или) в паспорт средств измерений вносит запись о проведенной поверке, или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Ведущий инженер отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

Б.А. Иполитов

В.И. Никитин

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ЖИДКОСТИ ДЛЯ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Диапазоны измерения объемного расхода жидкости в напорных трубопроводах для расходомеров-счетчиков модели 01.011.1 при ведены в таблице А.1

Таблица А.1

Номинальный диаметр, мм.	Расход, м ³ /ч					
	Диапазон					
	1		2 (основной)		3	
	Qmin	Qmax	Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
DN20	0,0509	1,696	0,0986	3,288	0,1909	6,364
DN32	0,1303	4,343	0,2525	8,417	0,4888	16,29
DN40	0,2036	6,789	0,3945	13,15	0,7637	25,46
DN50	0,3181	10,60	0,6165	20,55	1,193	39,78
DN65	0,5376	17,92	1,042	34,73	2,017	67,22
DN80	0,8143	27,14	1,578	52,61	3,055	101,8
DN100	1,272	42,41	2,466	82,20	4,773	159,1
DN125	1,988	66,27	3,853	128,4	7,458	248,6
DN150	2,863	95,43	5,548	184,9	10,74	358,0
DN200	5,089	169,6	9,864	328,8	19,09	636,4
DN250	7,952	265,1	15,41	513,7	29,83	994,4
DN300	11,45	381,7	22,19	739,8	42,96	1431,9
DN350	15,59	519,5	30,21	1006,9	58,47	1949,0
DN400	20,36	678,6	39,45	1315,1	76,37	2545,7
DN500	31,81	1060,3	61,65	2054,9	119,3	3977,6
DN600	45,80	1526,8	88,77	2959,1	171,8	5727,8
DN700	62,34	2078,2	120,8	4027,6	233,9	7796,2
DN800	81,41	2714,3	157,8	5260,6	305,5	10182,7
DN1000	127,2	4241,1	246,6	8219,6	477,3	15910,5
DN1200	183,2	6107,3	355,1	11836,3	687,3	22911,2
DN1400	249,4	8312,7	483,3	16110,5	935,5	31184,6
DN1600	325,7	10857,3	631,3	21042,3	1221,9	40730,9

Диапазоны измерения объемного расхода жидкости в напорных трубопроводах для расходомеров-счетчиков модели 01.012.2 приведены в таблице А.2.

Таблица А.2

Номиналь- ный диаметр, мм.	Расход, м³/ч					
	Диапазон					
	1		2 (основной)		3	
	Qmin	Qmax	Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
DN20	0,1018	1,696	0,0986	3,288	0,1909	6,364
DN32	0,2606	4,343	0,2525	8,417	0,4888	16,29
DN40	0,4071	6,789	0,3945	13,15	0,7637	25,46
DN50	0,6362	10,60	0,6165	20,55	1,193	39,78
DN65	1,075	17,92	1,042	34,73	2,017	67,22
DN80	1,629	27,14	1,578	52,61	3,055	101,8
DN100	2,545	42,41	2,466	82,20	4,773	159,1
DN125	3,976	66,27	3,853	128,4	7,458	248,6
DN150	5,726	95,43	5,548	184,9	10,74	358,0
DN200	10,18	169,6	9,864	328,8	19,09	636,4
DN250	15,90	265,1	15,41	513,7	29,83	994,4
DN300	22,90	381,7	22,19	739,8	42,96	1431,9
DN350	31,17	519,5	30,21	1006,9	58,47	1949,0
DN400	40,72	678,6	39,45	1315,1	76,37	2545,7
DN500	63,62	1060,3	61,65	2054,9	119,3	3977,6
DN600	91,61	1526,8	88,77	2959,1	171,8	5727,8
DN700	124,7	2078,2	120,8	4027,6	233,9	7796,2
DN800	162,9	2714,3	157,8	5260,6	305,5	10182,7
DN1000	254,5	4241,1	246,6	8219,6	477,3	15910,5
DN1200	366,4	6107,3	355,1	11836,3	687,3	22911,2
DN1400	498,8	8312,7	483,3	16110,5	935,5	31184,6
DN1600	651,4	10857,3	631,3	21042,3	1221,9	40730,9

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Форма Протокола
поверки расходомера-счетчика ультразвукового ДНЕПР-7

Тип _____ заводской № _____
Дата выпуска _____ 20 ____ г.
Предприятие-изготовитель _____
Место проведения поверки _____
Начало поверки _____
Окончание поверки _____
Температура окружающего воздуха _____
Относительная влажность воздуха _____
Внешний осмотр _____
Сопротивление изоляции _____
Опробование _____
Средства поверки (тип, зав. №, дата поверки):
Мегомметр _____
Генератор _____
Частотомер _____
Вольтметр _____
Толщиномер _____
Секундомер _____
Другие _____

Таблица Б.1
 Протокол поверки имитационным методом

Расчетные значения					Показания приборов						Относительная погрешность, %			
Частота генер. F_i , Гц	Отн. расх. $Q_i\%$	Объемн. расход Q_i , $\text{м}^3/\text{ч}$	Вых. частота, F_{oi} , Гц	Объем V_{gi} , м^3	Объемн. расход Q_{ii} , $\text{м}^3/\text{ч}$	Время измерения, час		Показания по объему, м^3		Объем V_{ui} , м^3	Вых. частота, F_i , Гц	Расхода, δ_{Qi}	Частотного выхода, δ_{Fi}	Объема, δ_{vi}
						T_1	T_2	$N1$	$N2$					

Максимальное значение
 погрешности расходомера-счетчика _____ %.
 Выводы о результатах поверки

Подпись лица, проводившего поверку

Дата «__» _____ 20__ г.

Таблица Б.2
 Протокол поверки проливным методом

Расчетные значения				Показания приборов						Относительная погрешность, %			
Отн. расх. $Q_i\%$	Объемн. расход Q_i , $\text{м}^3/\text{ч}$	Вых. ча- стота, F_{oi} , Гц	Объем V_{gi} , м^3	Объ- емн. рас-ход Q_{ii} , $\text{м}^3/\text{ч}$	Время измере- ния, час		Показания по объему, м^3		Объем V_{ui} , м^3	Вых. ча- стота, F_i , Гц	Расхода, δ_{Qi}	Частотного выхода, δ_{Fi}	Объ- ема, δ_{vi}
					T_1	T_2	$N1$	$N2$					

Максимальное значение
 погрешности расходомера-счетчика _____%.

Выводы о результатах поверки

Подпись лица, проводившего поверку

Дата «__» _____ 20__ г.

ОБРАЗЕЦ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ

РАСХОДОМЕР-СЧЕТЧИК ДНЕПР-7 N _____
 КОНТРОЛИРУЕМАЯ СРЕДА - ВОДА
 ВНУТРЕННИЙ ДИАМЕТР ТРУБОПРОВОДА [мм] = 100.00
 НОМЕР ДИАПАЗОНА ИЗМЕРЕНИЯ = 2
 МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД [куб.М/ч] = 2.4659
 МАКСИМАЛЬНЫЙ РАСХОД [куб.М/ч] = 82.1963
 ВЫХОДНОЙ УНИФИЦИРОВАННЫЙ СИГНАЛ - ЧАСТОТНЫЙ
 ПАРАМЕТРЫ ЧАСТОТНОГО ВЫХОДА:
 МИНИМАЛЬНАЯ ЧАСТОТА [Гц] = 8.22
 МАКСИМАЛЬНАЯ ЧАСТОТА [Гц] = 821.96
 КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСТОТЫ [(куб.М/ч)/Гц] = 0.1
 ВЕС ИМПУЛЬСА [литров/имп] = 0.02777778
 ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКОВ:
 СКОРОСТЬ ЗВУКА [м/с] = 2500.0
 УГОЛ ПРИЗМЫ [град] = 60.00
 ЧАСТОТА ГЕНЕРАТОРА [КГц] = 500.0

Частота генератора [Гц]	Q% [%]	Объемный расход установки [м3/ч]	Выход. частота [Гц]	Выход. частота прибора [Гц]	Относительная погрешность [%]
30.21	3.0	2.47	24.66		
100.72	10.0	8.22	82.20		
151.08	15.0	12.33	123.29		
302.21	30.0	24.66	246.59		
604.59	60.0	49.32	493.18		
907.17	90.0	73.98	739.77		

Подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Схема соединений

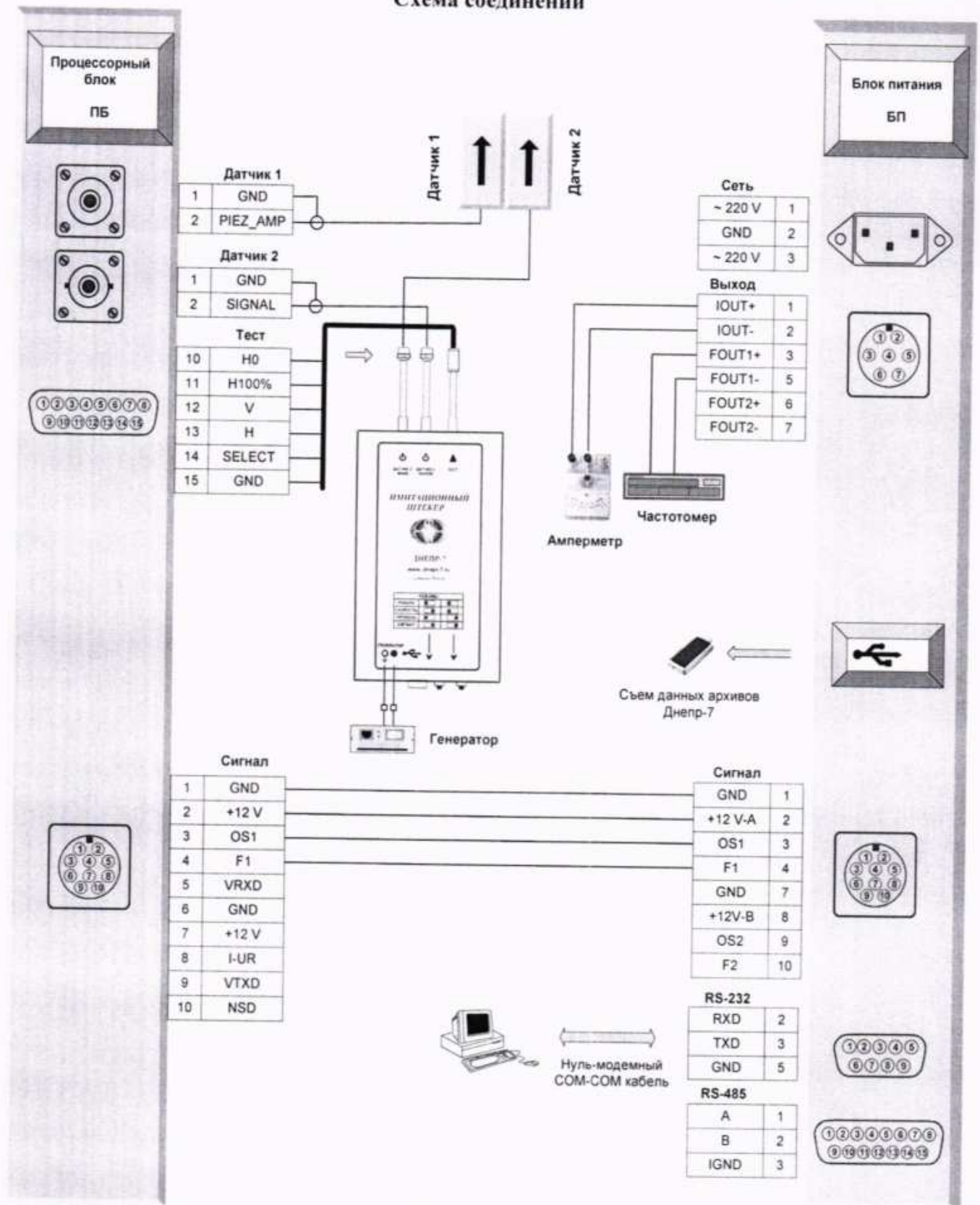


Рисунок Г.1

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ПРОТОКОЛ ОБМЕРА ТРУБОПРОВОДА

ПРОТОКОЛ №

трубопровод, принадлежащий _____

При измерениях использовались следующие приборы:

Толщиномер _____,

Рулетка _____,

Штангенциркуль _____.

Результаты измерений приведены в таблице.

Номер точки измерения	Наружный диаметр трубопровода (мм)	Толщина 1 стенки (мм)	Толщина 2 стенки (мм)
1			
2			
3			
4			

Измеренная длина окружности опоясывания трубопровода

 $L =$ _____ мм.Рассчитанный наружный диаметр трубопровода $D_n =$ _____ мм.Среднее значение толщины стенки трубопровода $H_{ст} =$ _____ мм.Рассчитанный внутренний диаметр трубопровода $D_v =$ _____ мм.

М.П.

Дата _____ г.