

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин
28 декабря 2018 г.



ГСИ. Расходомеры Nivus

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2550-0333-2018

Руководитель отдела
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


К.В. Попов

Санкт-Петербург
2018

Настоящая методика поверки распространяется на Расходомеры Nivus моделей NivuFlow 600, NivuFlow 650, NivuFlow 700, NivuFlow 750, NivuFlow 7550, NivuFlow Mobile 600, NivuFlow Mobile 750, NivuChannel, NivuSonic, далее - расходомеры, выпускаемые фирмой «NIVUS GmbH», Германия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 5 лет.

1. Операции поверки

Поверка расходомеров проводится по каждому каналу измерений (уровня и скорости) в лабораторных условиях (всех моделей расходомеров).

Поверка Расходомеров Nivus моделей NivuFlow 600, NivuFlow 650, NivuFlow 700, NivuFlow 750, NivuFlow 7550, NivuFlow Mobile 600, NivuFlow Mobile 750, NivuChannel, NivuSonic в комплектации с адаптерными коробками, модулями расширения или мультиплексерами проводится в комплекте с ними.

При комплектации расходомеров NivuFlow 600, NivuFlow 650, NivuSonic, NivuChannel канальными датчиками скорости для открытых каналов или канальными датчиками скорости для полностью заполненных труб и каналов демонтаж датчиков с измерительного участка при условии их работоспособности не производится. Поверка проводится совместно с трубными ультразвуковыми датчиками.

1.1. При проведении поверки выполняются операции в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	5.1	+	+
Опробование	5.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.3	+	+
Определение погрешности в режиме измерений уровня потока жидкости (при наличии соответствующего канала вверяемом расходомере).	5.4	+	+
Определение погрешности в режиме измерений скорости потока жидкости*	5.5	+	+

1.2. При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

2 Средства поверки

При проведении поверки применяются нижеперечисленные средства измерений:

- установка уровнемерная УРГ-6000, рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 29565-05;

- установка для поверки измерителей скорости потока жидкости УДИС-6, рег. номер в Федеральном информационном фонде 44510-10;

- установка гидродинамическая ГДУ-400/0,5 рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 31502-06;

- рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности по ГОСТ 7502-98;
- барометр цифровой БАММ-1, диапазон измерений от 800 до 1060 гПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,20$ кПа (рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 5738-76);
- гигрометр психрометрический ВИТ-2, диапазоны измерений: температуры от плюс 16 до плюс 40 °С, цена деления 0,2 °С; относительной влажности от 20 до 90 % (рег. номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 42453-09).

Примечание:

- При поверке расходомеров допускается применять аналогичные средства измерений, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

При невозможности проведения поверки при скорости V_{\max} допускается проведение поверки при скорости потока не менее $0,3 V_{\max}$.

- Если датчики уровня расходомера имеют верхний предел измерений меньше 20 м (1, 2, 3, 4, 6 или 10 м), то диапазон измерений уровня поверочной установки может быть соответственно уменьшен.

3 Требования безопасности

3.1 При поверке необходимо соблюдать требования:

- правил пожарной безопасности;
- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (утверждены приказом № 6 Минэнерго России от 13.01.03 г.);
- ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 (с изм. 2003) «Межотраслевые правила по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок»;
- «Правил устройства электроустановок (ПУЭ) потребителей» (6-е изд., 7-е изд.);
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в эксплуатационной документации;

3.2 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

3.3 Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического оборудования и средств поверки.

3.4 При появлении течи рабочей жидкости и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, %	от 30 до 90;
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7.

5. Проведение поверки

Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов (ИК) в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомеров следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на данную модель расходомеров;
- изделия, входящие в состав расходомера, не должны иметь механических повреждений;
- органы управления (переключатели, кнопки, тумблеры) должны перемещаться без заеданий.

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании расходомеров устанавливается их работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

5.2.2 Произведение подготовки расходомера к работе в соответствии с эксплуатационной документацией расходомерной установки. Устанавливаются в меню расходомера параметры измерительного участка и датчиков, единицы измерений.

Устанавливается преобразователь/преобразователи скорости (1) на измерительный участок расходомерной установки в соответствии с технической документацией производителя расходомера (см. рисунки 1-4).

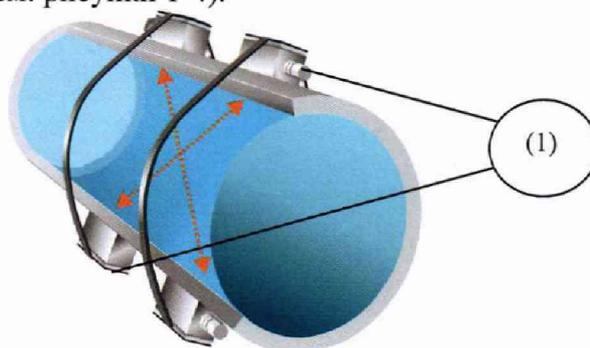


Рисунок 1. Схема варианта установки накладных датчиков.

Трубные датчики устанавливаются на специальную вставку полностью заполненного трубопровода с внутренним диаметром не менее 100мм.

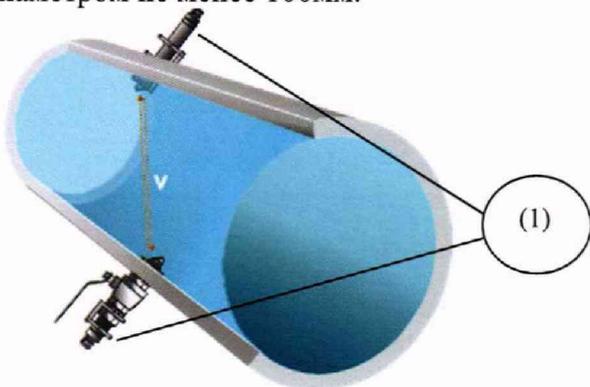


Рисунок 2. Схема варианта установки парных трубных датчиков.

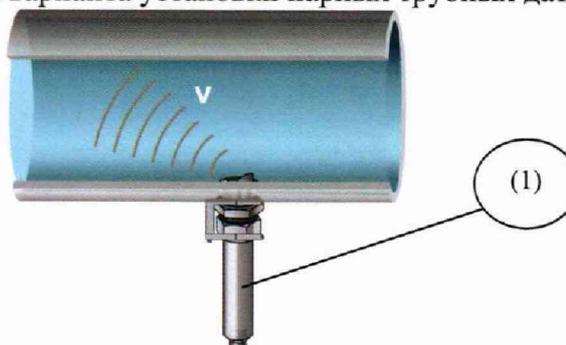


Рисунок 3. Схема установки трубного датчика.

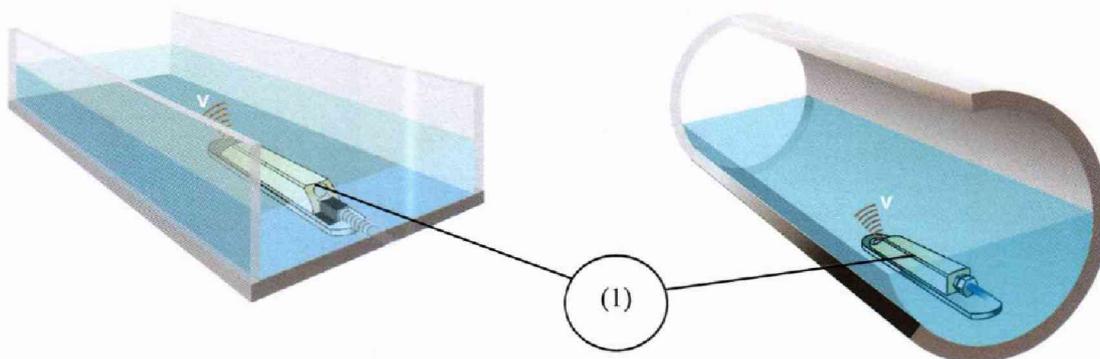
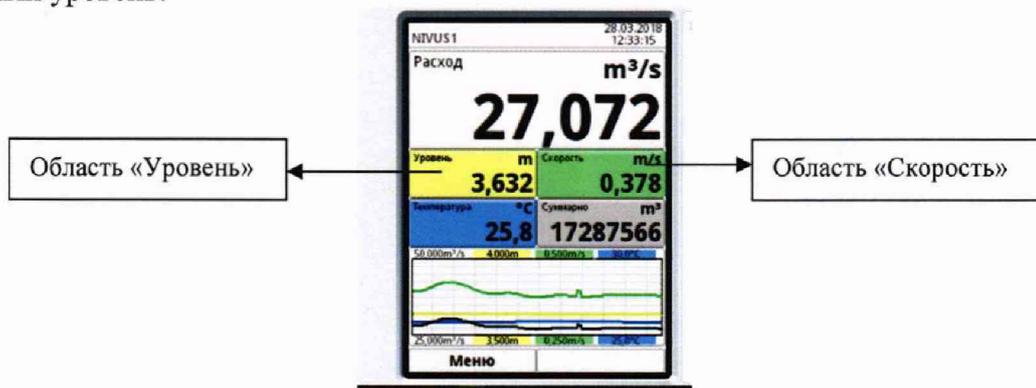
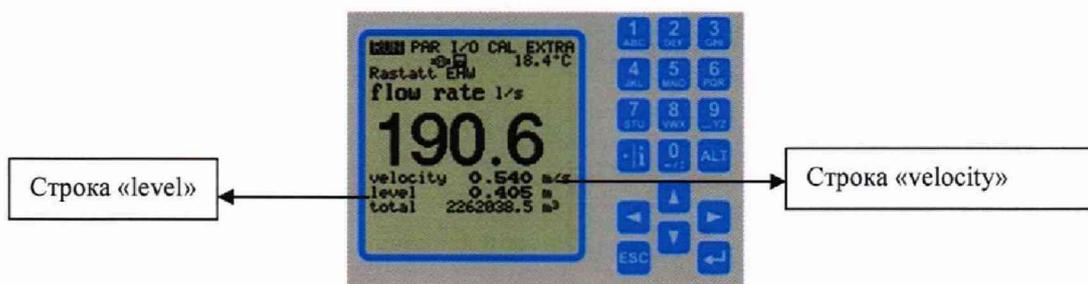


Рисунок 4. Схема установки клиновидных датчиков

После включения расходомер работает в режиме измерения скорости и уровня. На главном экране расходомера модели NivuFlow, NivuFlow Mobile в области «Скорость» отображается текущая мгновенная измеренная скорость, в области «Уровень» – текущий измеренный уровень.



На главном экране расходомера моделей NivuChannel, NivuSonic текущая мгновенная измеренная скорость отображается в нижней части экрана в строке «velocity», текущий измеренный уровень потока – в строке «level».



5.2.3 Задается с помощью поверочной установки поочередно несколько значений скоростей из диапазона расходомерной установки. Следует убедиться, что значения скорости потока жидкости на дисплее расходомера изменяется вместе с изменением скорости поверочной установки.

5.2.4 В меню расходомера устанавливаются параметры датчика уровня.

5.2.5 При опробовании расходомеров с радарными и ультразвуковыми внешними датчиками уровня необходимо увеличивать и уменьшать расстояние между датчиком уровня и отражающей поверхностью, имитирующей уровень потока жидкости. Расстояние до экрана должно быть не меньше слепой зоны датчика в соответствии с технической документацией производителя.

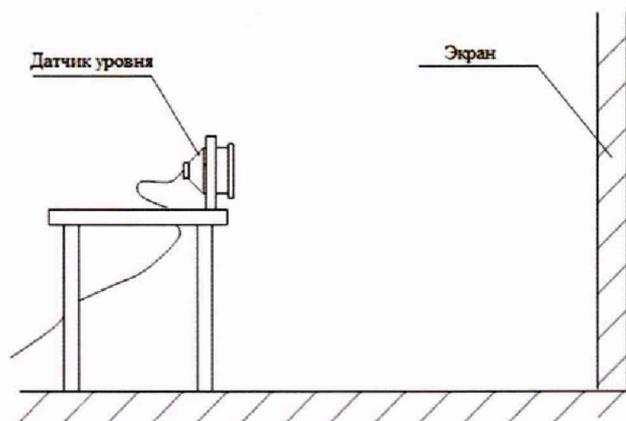
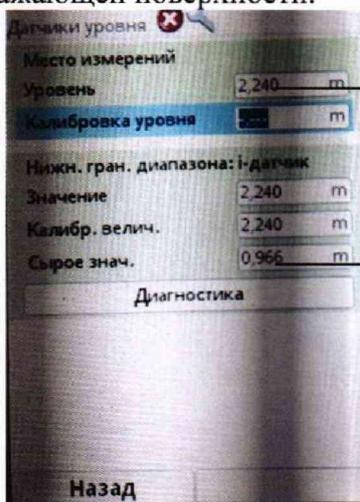


Рисунок 5. Схема установки внешнего датчика уровня

Расходомер моделей NivuFlow, NivuFlow Mobile переводится в режим отображения расстояния до границы изменения сред в меню диагностики датчиков уровня: Датчики уровня – Диагностика.

В строке «Сырое значение» отображается значение расстояния от датчика до отражающей поверхности.

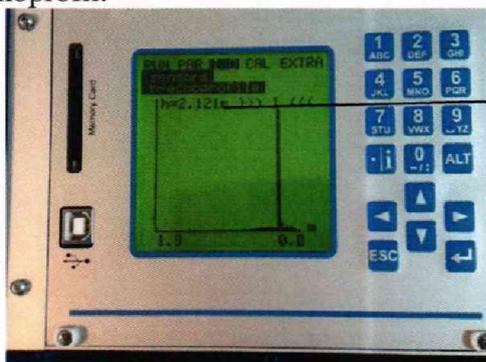


Строка «Уровень» отображает уровень потока жидкости, рассчитываемый вычислительным блоком путем вычитания расстояния до границы разделения сред («сырого значения») из высоты установки датчика.

Строка «Сырое значение». Значение соответствует расстоянию между датчиком уровня и экраном.

Следует убедиться, что при этом соответствующим образом меняются показания расходомера.

Расходомер модели NivuChannel переводится в режим отображения расстояния до отражающей поверхности в меню диагностики датчиков уровня в меню I/O-sensors-h-echoprofil.



строка «h=... m» отображает измеренное расстояние до экрана.

5.2.6 При опробовании расходомеров с гидростатическими датчиками уровня (внешним или встроенным) и со встроенным подводным ультразвуковым датчиком уровня, увеличивают и уменьшают уровень контролируемой среды в уровнемерной установке, или закрепляют датчик на подвижную часть уровнемерной установки, увеличивают и уменьшают глубину погружения датчика. Необходимо убедиться, что при этом соответствующим образом меняются показания расходомера.

5.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)

Идентификация осуществляется по номеру версии ПО.

Для визуализации идентификационных данных необходимо зайти в меню «Система» (System) / «Информация» (Information), где версия ПО вычислительного блока указана в строке «Версия» (Version); версия ПО платы вычислительного блока для обработки сигнала от датчиков указана в строке «Версия SKG» (Version SKG); версия ПО платы DSP указана в разделе «Плата DSP»; версии датчиков скорости, датчиков уровня OCL и датчиков уровня i-серии указаны в разделах «v-датчик» (v-Sensor), «h-датчик» (h-Sensor) и «i-датчик» (i-Sensor) соответственно. Так же просмотр версии ПО датчиков возможен в разделе меню «Диагностика» (Diagnostic).

Для визуализации идентификационных данных ПО моделей NivuChannel, NivuSonic необходимо нажать клавишу «i» (Information).

Для визуализации идентификационных данных датчиков уровня NivuCompact используется клавиша «влево», на экране один за другим в течение 2-3 секунд появляются: серийный номер прибора, версия ПО и тип прибора.

Расходомер считается прошедшим проверку по данному пункту с положительными результатами, если проверяемые параметры ПО соответствует указанным в технической документации на СИ (таблицы 2-5).

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО вычислительного блока моделей NivuFlow 600, NivuFlow 650, NivuFlow Mobile 600

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
	Вычислительный блок	Плата DSP1
Идентификационное наименование ПО	-	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V2.20	не ниже V2.14
Цифровой идентификатор ПО	338360D9	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32	-

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО вычислительного блока моделей NivuFlow 700, NivuFlow 750, NivuFlow 7550, NivuFlow Mobile 750

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
	Вычислительный блок	Плата вычислительного блока для обработки сигнала от датчиков
Идентификационное наименование ПО	-	SKG
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V2.20	не ниже SKG V1.02
Цифровой идентификатор ПО	338360D9	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32	-

Таблица 4 –Идентификационные данные ПО подключаемых датчиков

Идентификационные данные (признаки)	Значения			
	Датчик скорости/ электронный блок ЕВМ	Датчик уровня OCL	Датчик уровня i-серии	Датчик уровня NivuCompact
Идентификационное наименование ПО	-	-	-	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V2.20	не ниже V1.59	не ниже V13.00	не ниже V1.55
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-

Таблица 5 –Идентификационные данные ПО моделей NivuChannel, NivuSonic

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	CPU32: не ниже V2.18 DSP1: не ниже V5.16
Цифровой идентификатор ПО	-

5.4 Определение погрешности в режиме измерений уровня жидкости

5.4.1 Определение погрешности измерений уровня потока жидкости встроенными в комбинированный датчик скорости или внешними гидростатическими и встроенными ультразвуковыми датчиками уровня.

Устанавливают датчики расходомера в эталонную установку. Задают в эталонной установке несколько значений уровня, равномерно распределенных в диапазоне измерений датчика поверяемого расходомера.

Вычисляют приведенную погрешность измерений уровня потока жидкости (γ_H , %) в каждой поверяемой точке диапазона измерений по формуле (1):

$$\gamma_H = \frac{H_{п.р.} - H_{с.п.}}{H_{\max}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где: $H_{п.р.}$ – показания поверяемого расходомера, мм;

$H_{с.п.}$ – показания установки уровнемерной, мм;

H_{\max} – верхний предел диапазона измерений уровня гидростатического датчика, мм.

Приведенная погрешность измерений уровня потока жидкости гидростатическими датчиками уровня не должна превышать нижеуказанных значений:

Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня погрешности при измерении уровня потока жидкости H , γ_H , %:	
- гидростатическим датчиком уровня, встроенным в комбинированный датчик скорости	$\pm 0,5$
- гидростатическим датчиком уровня (NivuBar, AquaBar, UniBar, HydroBar)	$\pm 0,25$
Диапазон измерений уровня потока жидкости гидростатическим датчиком, встроенным в комбинированный датчик скорости, м	от 0,005 до 5,0

Абсолютную погрешность измерений уровня потока жидкости (ΔH , мм) вычисляют в каждой поверяемой точке диапазона измерений по формуле (2)

$$\Delta H = H_{п.р.} - H_{э.у.}, \quad (2)$$

где:

$H_{п.р.}$ – показания уровня поверяемого расходомера, мм;

$H_{э.у.}$ – показания эталонной установки уровнемерной, мм;

Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении уровня потока жидкости гидростатическим датчиком уровня, встроенным в комбинированный датчик скорости, и встроенным в комбинированный датчик скорости ультразвуковым датчиком уровня ΔH , не должна превышать нижеуказанных значений, мм:

Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении уровня потока жидкости H , ΔH , мм	
- встроенным гидростатическим датчиком уровня	± 3
- встроенным ультразвуковым датчиком уровня	± 5

5.4.2 Определение приведенной и абсолютной погрешности измерений расстояния до потока жидкости внешними ультразвуковыми и радарными датчиками уровня.

Проверка диапазона измерений и определение приведенной погрешности измерений расстояния до потока жидкости ультразвуковыми датчиками уровня (далее – датчиками) проводят с помощью рулетки измерительной металлической 2-го класса точности по ГОСТ 7502-98 (далее – рулетки) следующим образом.

Датчик устанавливают на горизонтальную поверхность, как показано на рисунке 5, в качестве имитатора контролируемой среды используют поверхность передвижного экрана.

Расстояние до экрана должно быть не меньше слепой зоны датчика в соответствии с технической документацией производителя.

Определение приведенной погрешности измерений расстояния до экрана проводят в пяти равномерно расположенных точках диапазона измерений при прямом и обратном перемещении экрана. При этом первая точка соответствует нижнему пределу диапазона измерений, а последняя – верхнему пределу диапазона измерений.

В каждой проверяемой точке определяют расстояние от датчика до экрана с помощью рулетки и снимают показания расходомера.

Вычисляют приведенную погрешность измерений уровня (γH , %) в каждой поверяемой точке диапазона измерений по формуле 3

$$\gamma H = \frac{H_{п.р.} - H_{с.п.}}{H_{\max}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где:

$H_{п.р.}$ – показания уровня расходомером, мм,

H_{\max} – верхний предел диапазона измерений уровня, мм,

$H_{с.п.}$ – показания рулетки, мм.

За приведенную погрешность измерений уровня принять наибольшее по модулю значение, вычисленное по формуле (3).

Приведенная погрешность измерений расстояния до потока жидкости ультразвуковыми датчиками уровня не должна превышать нижеуказанных значений.

Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня погрешности измерений расстояния до потока жидкости H надводным ультразвуковыми датчиками уровня OCL, DSM, %	$\pm 0,5$
--	-----------

Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня погрешности измерений расстояния до потока жидкости Н надводными ультразвуковыми датчиками уровня i-серии, NivuCompact, NivuMaster, %	±0,25
---	-------

Абсолютную погрешность измерений уровня потока жидкости (ΔH , %) вычисляют в каждой поверяемой точке диапазона измерений по формуле (5)

$$\Delta H = H_{п.р.} - H_{с.п.}, \quad (5)$$

где:

$H_{п.р.}$ – показания уровня поверяемого расходомера, мм;

$H_{с.п.}$ – показания рулетки, мм.

Абсолютная погрешность измерений расстояния до потока жидкости внешними ультразвуковыми и радарными датчиками уровня (основная абсолютная погрешность) не должна превышать нижеуказанных значений:

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до потока жидкости надводным ультразвуковым датчиком уровня OCL, DSM, мм	±5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до потока жидкости Н надводным ультразвуковым датчиком уровня i-серии, NivuCompact, NivuMaster, мм	±6
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до потока жидкости радарными датчиками уровня R-серии NivuMaster, VEGAPULSWL61, VEGAPULS 61, мм:	±2

5.5. Определение погрешности по каналу измерений скорости потока жидкости.

Определение погрешности по каналу измерений скорости потока жидкости проводится на эталонной расходомерной установке с внутренним диаметром/шириной измерительного участка, согласно инструкции по эксплуатации датчиков расходомера.

При проверке датчиков скорости расходомера Nivus модели NivuFlow 700, NivuFlow 750, NivuFlow 7550, NivuFlow Mobile 750 поток жидкости должен содержать количество взвешенных частиц или пузырьков воздуха, достаточное для работы расходомера.

В измерительном участке расходомерной установки задаются несколько расходов из диапазона расходомерной установки, соответствующих значениям скорости из диапазона поверочной установки.

Следует убедиться, что значения скорости потока жидкости на экране вычислительного блока расходомера изменяется вслед за изменением расхода.

В измерительном участке расходомерной установки задаются три расхода, соответствующих значениям скорости из диапазонов измерений расходомера. Для каждого расхода записывается время начала проверки и суммарный объем на экране расходомера.

Скорость $v_{ср}$ потока жидкости в измерительном участке расходомерной установки определяется из накопленного объема V (суммарно/total) за время измерений t на расходомерной установке по формуле:

$$v_{ср} = \frac{V}{t \cdot S_{изм}}, \quad (6)$$

где:

V – накопленный объем, м³;

t – время измерения, с;

$S_{изм}$ – площадь внутреннего сечения измерительного участка расходомерной установки, м².

Время измерений на расходомерной установке t устанавливается не менее 5 минут. Определяют погрешность измерений скорости в каждой точке по формуле (7):

$$\delta_v = \frac{v - v_{\text{Э}}}{v_{\text{Э}}} 100, \quad (7)$$

где v и $v_{\text{Э}}$ - значения скорости жидкости по показаниям расходомера и эталона, соответственно.

При значениях скорости от минус 0,5 м/с до плюс 0,5 м/с определяют абсолютную погрешность измерений скорости по формуле (8):

$$\Delta_v = v - v_{\text{Э}}, \quad (8)$$

где v и $v_{\text{Э}}$ - значения скорости жидкости по показаниям расходомера и эталона, соответственно.

При измерении скорости потока жидкости V погрешность не должна превышать нижеуказанных пределов:

Модель	NivuFlow 750, NivuFlow 7550, NivuFlow Mobile 750	NivuFlow 700	NivuChannel, NivuFlow 650	NivuSonic, NivuFlow 600, NivuFlow Mobile 600
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении скорости жидкости V в диапазоне от V_{min} до -0,5 и свыше 0,5 до V_{max} %	$\pm 1 (\pm 0,5)$			
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении скорости жидкости V в диапазоне от -0,5 до -0,05 и от 0,05 до 0,5 м/с включ, %	$\pm 0,5/V$			

Значения скорости на эталоне задают с погрешностью установки ± 5 %.

При отрицательных результатах любой операции поверки – поверка прекращается, а на расходомер выписывается извещение о непригодности.

Все результаты поверочных операций заносятся в протокол, оформленном в форме, приведенной в приложении А (рекомендуемое).

6 Оформление результатов поверки

6.1. Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте (раздел «Свидетельство о поверке»), заверенной поверителем и удостоверенной оттиском клейма.

6.2. Положительные результаты периодической поверки расходомера оформляют выдачей свидетельства о поверке установленного образца или записью в паспорте (раздел «Свидетельство о поверке»), заверенной поверителем и удостоверенной оттиском клейма.

6.3. При отрицательных результатах поверки расходомер бракуют с выдачей извещения о непригодности с указанием причин непригодности.

ПРОТОКОЛ поверки расходомеров Nivus

Модель _____

Зав. номер _____

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °С _____
- относительная влажность, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки: _____

Результаты идентификации программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значения			
	1	2	3	4
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер) ПО				

Определение приведенной (относительной) погрешности измерений уровня потока жидкости

№№	Н _{п.р.} , м		Н _{с.п.} , м		Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений уровня (относительная) погрешность измерений уровня потока жидкости, %
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	

Определение абсолютной погрешности измерений уровня потока жидкости

№№	Н _{п.р.} , м		Н _{с.п.} , м		Абсолютная погрешность измерений уровня потока жидкости, мм
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	

Определение относительной погрешности измерений скорости жидкости

№№	V _з	V	δ _v
	м/с	м/с	%

Расходомер зав. номер _____

годен (негоден)

Поверитель _____ / _____ /

Дата _____