

СОГЛАСОВАНО
Зам. руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«30» сентября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики уровня емкостного типа NivoCара

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-277/04-2021

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Перечень операций поверки средства измерений	3
3. Требования к условиям проведения поверки	3
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7. Внешний осмотр средства измерений	5
8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
9. Проверка программного обеспечения средства измерений	7
10. Определение метрологических характеристик средства измерений	8
11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
12. Оформление результатов поверки	10
Приложение А.....	12

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики уровня емкостного типа NivoCapa (далее по тексту – датчики), изготовленные «UWT GmbH», Германия и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Датчики обеспечивают прослеживаемость к:

- ГЭТ2-2021 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» методом непосредственного сличения;

- ГЭТ199-2018 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» методом непосредственного.

1.4 Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и(или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измерительных величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7	да	да
2. Подготовка и опробование	8	да	да
3. Проверка программного обеспечения	9	да	да
4. Определение метрологических характеристик	10	да	да
5. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11	да	да
6. Оформление результатов поверки	12	да	да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а датчик бракуют.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 5 до 35
- относительная влажность воздуха, % не более 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

3.2 В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

3.3 Должно отсутствовать провисание зонда.

3.4 При проведении поверки в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

Примечание - допускают проводить поверку при помощи рулетки измерительной по

месту эксплуатации при выполнении следующих условий:

- среда, где установлены датчики, соответствует требованиям эксплуатационной документации на датчики, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости;
- измеряемый продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление;
- поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной;
- наличие подтоварной воды в мере вместимости отсутствует;
- граница раздела сред продукт/вода имеет переходную толщину не более 1мм (т.е. полностью высаженная вода без наличия эмульсий).

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый датчик и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
Основные средства поверки		
8.4, 10.1, 10.4	Средство воспроизведений единицы длины (уровня) в диапазоне от 0 до 25 м, пределы допускаемой приведенной к диапазону длины погрешности $\pm 0,15\%$	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 56506-14)*
8.4, 10.2	Средство измерений силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 7,5$ мкА	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 25900-03)
8.4, 10.3, 10.4	Средство измерений расстояний в диапазоне от 0 до 25 м, 2 класс точности по ГОСТ 7502-98	Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности Р100У2Г (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 55464-13)**

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Вспомогательное оборудование		
8-10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +5 до +35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (регистрационный номер № 71394-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
8-10	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
8-10	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
8, 10	Персональный компьютер	-
<i>Примечание:</i> 1) Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью. 2) Все средства измерений, используемые при поверке, должны быть: зарегистрированы в Федеральном информационном фонде средств измерений, утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или быть аттестованы в установленном порядке, в соответствии с действующим законодательством. *При проведении поверки датчиков в лабораторных условиях. **При проведении поверки в условиях эксплуатации.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого датчика, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84.

6.4 К электрическому монтажу допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие датчика следующим требованиям:

- комплектность соответствует требованиям эксплуатационной документации на датчик;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;

- информация на табличке датчика соответствует требованиям эксплуатационной документации;
- исполнение датчика соответствует его маркировке.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При поверке датчика в лабораторных условиях на поверочной установке выполняют следующие подготовительные работы:

- устанавливают датчик согласно рисунку 1 и в соответствии с руководством по эксплуатации датчика и эталонной поверочной установки;
- выдерживают датчик в течении 30 минут во включенном состоянии;
- проверяют установленные параметры согласно эксплуатационной документации.



Рисунок 1 - Поверка датчика на поверочной установке с имитацией изменения уровня¹⁾

¹⁾ *П р и м е ч а н и е - при проведении поверки датчиков с жестким зондом. При поверке уровнемеров с тросовым зондом используется лебедка для создания необходимого натяжения троса для исключения провисания.*

8.3 При периодической поверке без демонтажа при помощи рулетки измерительной по месту эксплуатации (периодическая поверка) выполняют следующие подготовительные работы:

- останавливают технологический процесс в резервуарном парке и обеспечивают перекачку контролируемой среды из одной емкости в другую;
- производят отстой контролируемой среды в емкости не менее 2 ч;

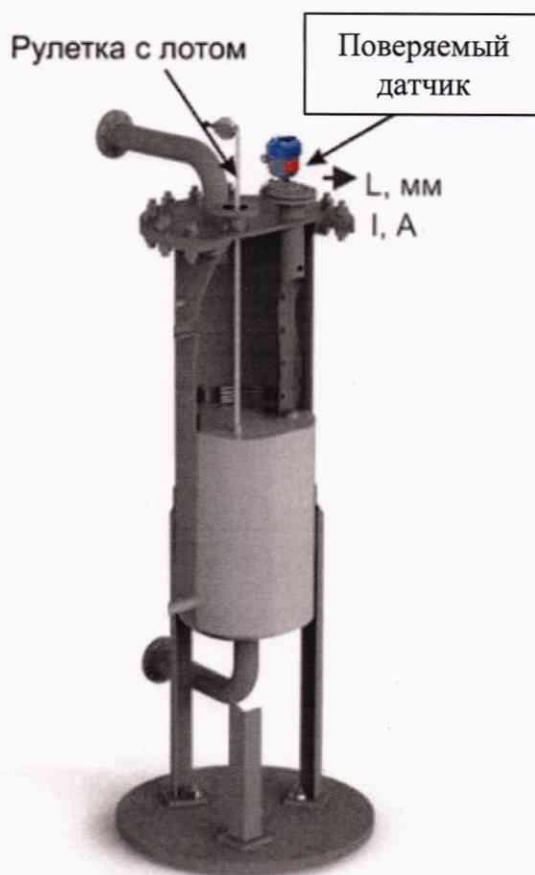


Рисунок 2 - Поверка датчика без демонтажа по месту эксплуатации

8.4 Опробование

8.4.1 При опробовании проверяют функционирование датчика. Для этого перемещая отражающую часть (далее по тексту - имитатор уровня), увеличивают и уменьшают уровень контролируемой среды (при опробовании без демонтажа увеличивают и уменьшают уровень контролируемой среды).

8.4.2 Результат считают положительным, если значения уровня, передаваемые по цифровому протоколу на экран монитора подключенного компьютера (значения отображаемые на дисплее) и значения токового выходного сигнала силы постоянного тока 4-20 мА равномерно увеличиваются и уменьшаются в зависимости от направления перемещения имитатора уровня (контролируемой среды).

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация программного обеспечения (далее по тексту - ПО).

9.1.1 В качестве идентификатора ПО принимают номер версии ПО отображаемого на дисплее датчика.

9.1.2 Для вывода информации о версии ПО включают питание датчика, в течении первых 30 секунд автоматически выполняется самопроверка, информация о версии ПО будет отображаться на дисплее.

9.1.3 Результат считают положительным, если номер версии ПО датчика соответствует указанным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	mcp300D_3300
Номер версии (идентификационный номер) ПО:	не ниже A0-5.S19

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 При первичной поверке и при периодической поверке в лаборатории.

10.1.1 Определение приведенной к полному диапазону измерений погрешности измерений (преобразований) уровня (далее – погрешность) проводят на пяти проверяемых точках (i), равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня: $H_{\min}$; $0,25 \cdot H_{\max}$; $0,5 \cdot H_{\max}$; $0,75 \cdot H_{\max}$; $H_{\max}$.

где $H_{\min}$ - значение нижнего диапазона измерений уровня поверяемого датчика;

$H_{\max}$ - значение верхнего диапазона измерений уровня поверяемого датчика.

П р и м е ч а н и е - Допускается отклонение выбранных точек относительно рассчитанного значения на $(H_{\min}+100)$; $(0,25H_{\max}\pm 100)$; $(0,5H_{\max}\pm 100)$; $(0,75H_{\max}\pm 100)$; $(H_{\max}-100)$, мм.

10.1.2 Погрешность определяют при прямом и обратном ходе, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости (перемещении имитатора уровня).

10.1.3 В процессе поверки подвижную часть стенда (имитатор уровня) устанавливают на требуемое значение уровня. После этого одновременно регистрируют показания поверяемого датчика и используемого средства поверки.

10.1.4 Число измерений на каждой поверяемой отметке должно быть не менее трех.

10.1.5 За результат измерений в каждой поверяемой точке принимают среднее арифметическое значение результатов измерений, определяемое по формуле (1):

$$\overline{H_j} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (1)$$

где H_i – значение уровня(тока), измеренное поверяемым датчиком (эталонным мультиметром, мА), мм;

n – число измерений.

10.1.6 Погрешность измерений уровня, в каждой поверяемой точке определяют по пункту 11.1 формула (2).

10.1.7 Результат поверки по данному пункту считают положительным, если погрешность измерений уровня в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки МП-277/04-2021.

10.2 При периодической поверке на месте эксплуатации.

10.2.1 Определение погрешности измерений уровня проводят на пяти проверяемых точках (i), равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня: $H_{\min}$; $0,25 \cdot H_{\max}$; $0,5 \cdot H_{\max}$; $0,75 \cdot H_{\max}$; $H_{\max}$.

П р и м е ч а н и е - Допускается отклонение выбранных точек относительно рассчитанного значения на $(H_{\min}+100)$; $(0,25H_{\max}\pm 100)$; $(0,5H_{\max}\pm 100)$; $(0,75H_{\max}\pm 100)$; $(H_{\max}-100)$, мм.

10.2.2 Включают поверяемый датчик и фиксируют на нем нулевую контрольную отметку, опускают эталонную измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости и по ее шкале фиксируют высоту поверхности раздела «жидкость - газовое пространство» (далее - высота газового пространства).

10.2.3 Определяют поправку ΔH_0 , мм, по пункту 11.3 формула (5).

10.2.4 Повышают уровень жидкости до контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной рулетке, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средства измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной рулетки.

10.2.5 Уровень жидкости H_j , мм, измеренный датчиком в j-той контрольной отметке, с учетом поправки, определяют по пункту 11.4 формула (7).

10.2.6 Высоту газового пространства в каждой контрольной точке при каждом измерении, определяют в следующей последовательности:

- эталонную измерительную рулетку, опускают через измерительный люк меры вместимости ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;
- первый отсчет (верхний) берут по шкале измерительной рулетки. При этом, для облегчения измерений и расчетов рекомендуется совмещать отметку целых значений метра на шкале рулетки с верхним краем измерительного люка;
- измерительную рулетку поднимают (строго вверх без смещения в стороны) до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части ленты и берут отсчет по шкале ленты (нижний отсчет) с точностью до 1 мм.

10.2.7 Для более точного измерения уровня поверхность рулетки рекомендуется натереть пастой.

10.2.8 Измеряют высоту газового пространства в каждой контрольной отметке не менее пяти раз.

10.2.9 Уровень жидкости в каждой контрольной отметке $H_{jз}$, мм, определяют по пункту 11.3 формула (6):

10.2.10 Разброс значений $H_{jз}$, определенных по формуле (8), не должен превышать 3 мм.

10.2.11 Определение погрешности измерений уровня проводят по формуле (2).

10.2.12 Результат поверки по данному пункту считают положительным, если приведенная к полному диапазону измерений погрешность измерений (преобразований) уровня в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки МП-277/04-2021.

Примечание – допускается совмещать поверку по пунктам 10.2.1-10.2.7 с этапами проведения поверки по п. 10.2.1-10.2.12

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Приведенную к полному диапазону измерений погрешность измерений (преобразований) уровня определяют по формуле (2):

$$\delta H_i = \frac{H_{ji} - H_{эi}}{H_{эi}} \cdot 100, \quad (2)$$

где H_{ji} – значение уровня, измеренное поверяемым датчиком в i -той точке, мм;

$H_{эi}$ – номинальное рассчитанное значение уровня, мм, соответствующее, измеренному значению силы постоянного тока, рассчитанное по формуле (3):

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{min}} + \frac{(I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) \times (H_j - H_{\text{min}})}{(H_{\text{max}} - H_{\text{min}})} \quad (3)$$

где I_{min} – минимальное значение токового выходного сигнала, мА;

I_{max} – максимальное значение токового выходного сигнала, мА;

H_j – измеренное значение уровня, мм.

11.2 Измеренное значение силы постоянного тока пересчитывают в значение уровня по формуле (3):

$$H_{\text{изм}i} = \frac{(I_{\text{изм}i} - 4) \cdot M}{16} + H_0, \quad (4)$$

где $I_{\text{изм}i}$ – показания поверяемого датчика по токовому сигналу в i -той точке, мА;

H_0 – начальное значение уровня, значение уровня в первой опорной точке датчика, мм (рекомендуется принять равным нулю);

M – диапазон измерений уровня поверяемого уровнемера, мм.

11.3 Поправку определяют по формуле (5):

$$\Delta H_0 = H_0^П - H_0^3, \quad (5)$$

где $H_0^П$ - показания поверяемого датчика, мм;

H_0^3 - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание - при применении эталонной измерительной рулетки за значение H_0^3 , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^Г)_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)] \quad (6)$$

где H_6 - базовая высота резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{ст}$ - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара;

α_s - температурный коэффициент линейного расширения материала эталонной измерительной ленты;

$T_B^П$ - температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, °С;

$T_B^Г$ - температура воздуха при измерении высоты газового пространства, °С;

$(H_0^Г)_i$ - высота газового пространства при i -том измерении, мм;

m - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти.

11.4 Уровень жидкости с учетом поправки определяют по формуле (7):

$$H_j = H_{ПУj} - \Delta H_0 \quad (7)$$

где $H_{ПУj}$ - показание поверяемого датчика, мм

ΔH_0 - поправка на несоответствие показаний поверяемого датчика и эталонного средства измерений уровня, определенная по формуле (5).

11.4 Уровень жидкости в каждой контрольной точки определяют по формуле (8):

$$H_{jэ} = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^Г}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)] \quad (8)$$

11.5 Результат поверки считают положительным, если измеренные значения погрешностей в каждой поверяемой точке не превышают значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки МП-277/04-2021

12. Оформление результатов поверки

12.1 При положительных результатах поверки датчик признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на датчик выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.

12.2 При отрицательных результатах поверки датчик признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на датчик выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



И.В. Мартынов

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (преобразований) уровня и уровня границы раздела сред, м	от 0 до 25
Пределы допускаемой приведенной к полному диапазону измерений (преобразований) уровня и уровня границы раздела сред погрешности, %	$\pm 0,5$