

СОГЛАСОВАНО
Зам. руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«25» марта 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики уровня радарные SICK

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-257/02-2021

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
2. Операции поверки.....	3
3. Условия поверки.....	3
4. Требования к поверителю	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования безопасности.....	5
7. Внешний осмотр	6
8. Подготовка к поверке и опробование.....	6
9. Проверка программного обеспечения.....	8
10. Определение метрологических характеристик.....	8
11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10
12. Оформление результатов поверки.....	12
Приложение А	13

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики уровня радарные SICK (далее по тексту – датчики), изготовленные SICK AG, 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:

- ГЭТ2-2010 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов»;

- 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».

1.4 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и/или диапазонов измерений.

2. Операции поверки

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.

2.4 За результаты измерений значений уровня поверяемого датчика допускается принимать значения считанные по дисплею или отображаемые на персональном компьютере.

3. Условия поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

-температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
-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 Должны отсутствовать источники вибрации, влияющие на работу датчиков.

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

Температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С	от 5 до 35
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

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 высажженная вода без наличия эмульсий).

4. Требования к поверителю

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
Основные средства поверки		
8.4, 10.1, 10.4	Средство воспроизведений единицы длины(уровня) в диапазоне от 0 до 30 м, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,3$ мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛИМЕТРО СПУ-А-30 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 56506-14)*
8.4, 10.1, 10.4	Средство измерений расстояний в диапазоне от 0,05 до 100 м, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2 \cdot (1,50 + 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ где D – измеренное расстояние, мм	Дальномер лазерный GLM 120 С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 71254-18)**

продолжение таблицы 2

8.4, 10.3, 10.4	Средство измерений расстояний в диапазоне от 0 до 100 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)***
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)
Вспомогательное оборудование		
8-10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °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	-
<p>Примечание:</p> <p>1) Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.</p> <p>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.</p> <p>*При поверке датчиков LFR в лабораторных условиях.</p> <p>**При поверке датчиков LBR в лабораторных условиях.</p> <p>***При поверке в условиях эксплуатации.</p>		

6. Требования безопасности

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

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

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.

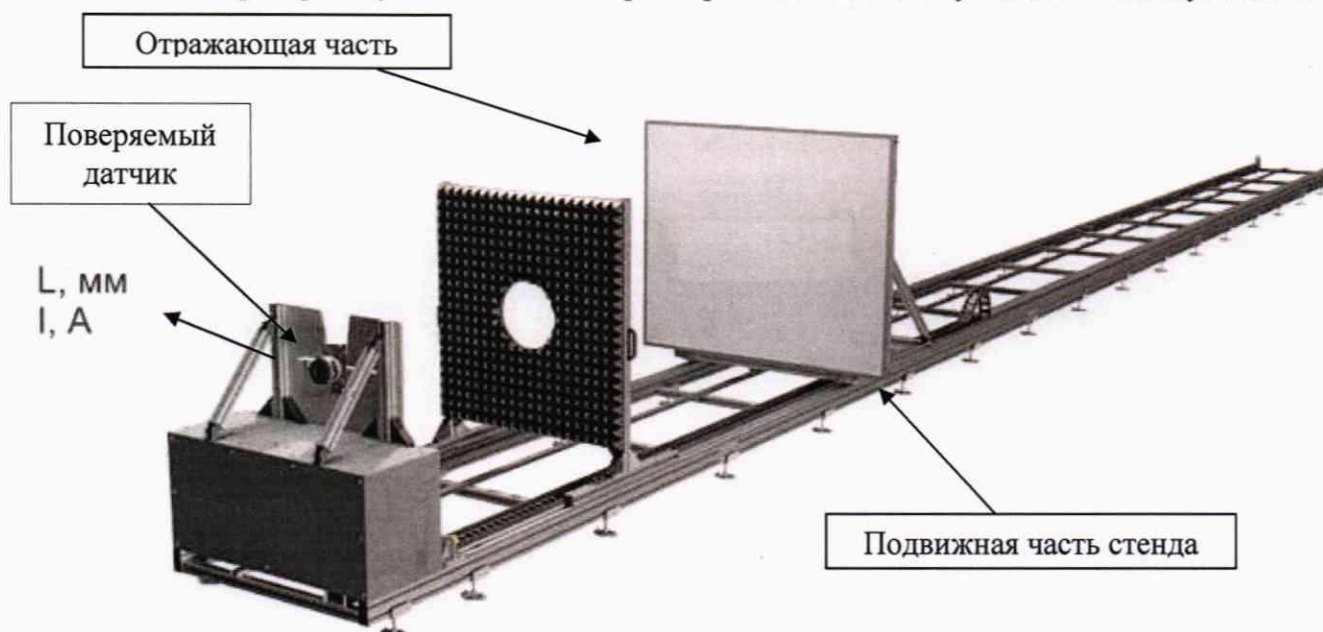


Рисунок 1 - Поверка датчика на поверочной установке с имитацией изменения уровня

8.2 При поверке в лабораторных условиях при помощи дальномера лазерного выполняют следующие подготовительные работы:

- устанавливают датчик согласно рисунку 2 и в соответствии с руководством по эксплуатации;
- выдерживают датчик в течении 30 минут во включенном состоянии;
- проверяют установленные параметры согласно эксплуатационной документации.

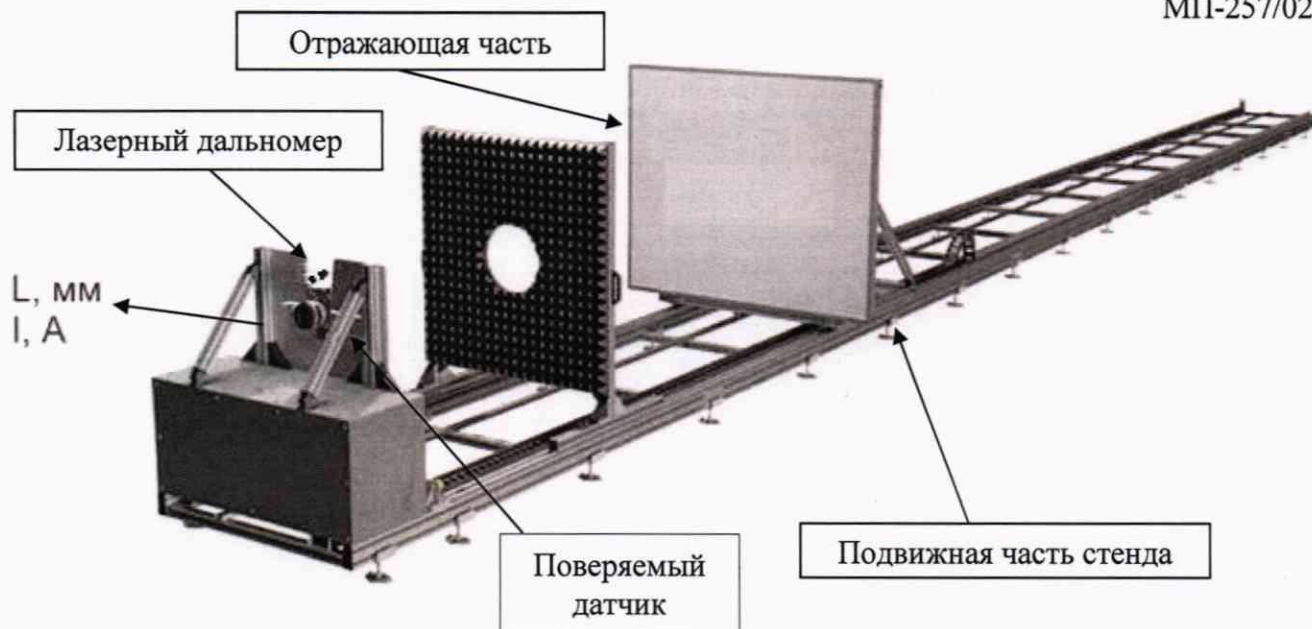


Рисунок 2 - Поверка датчика при помощи дальномера лазерного с имитацией изменения уровня

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;

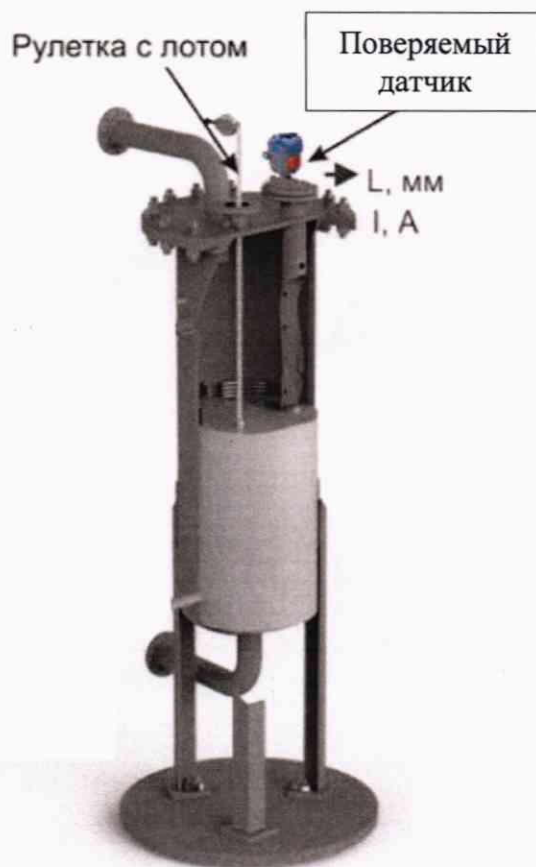


Рисунок 3 - Поверка датчика без демонтажа по месту эксплуатации

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

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 выполняют следующие действия:

- входят в меню датчика;
- кнопкой \triangleright выбирают раздел «Расширенные настройки» нажимают «ОК»;
- в открывшемся разделе кнопкой \triangleright выбирают раздел «Инфо» нажимают «ОК»;
- в разделе «Инфо» кнопкой \triangleright выбирают раздел «Версия устройства» нажимают «ОК»;
- за номер версии принимают значение приведенное на рисунке 4.

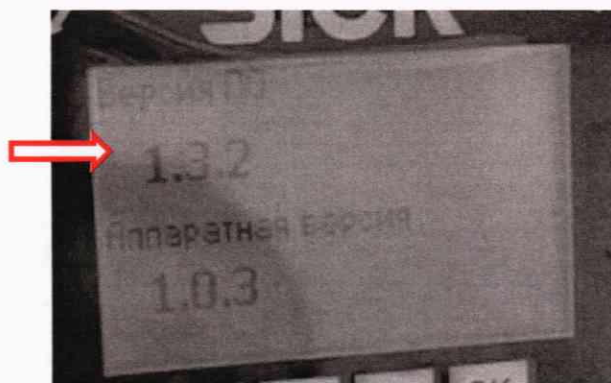


Рисунок 4 – Номер версии ПО

6.3.2 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	1.03.01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.03.01-00

10. Определение метрологических характеристик

10.1. При первичной поверке и при периодической поверке в лаборатории.

10.1.1 Определение абсолютной 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} .

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 Абсолютную погрешность измерений уровня 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 снимают 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, измеренное поверяемым датчиком, мм;
 n – число измерений.

10.1.6 Абсолютную 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 абсолютная погрешность измерений уровня в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки МП-257/02-2021.

10.2 Определение абсолютной погрешности преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока.

10.2.1 Определение абсолютной погрешности преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока проводят на пяти поверяемых 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} .

Примечание - 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 Абсолютную погрешность преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока определяют при прямом и обратном ходе, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости (перемещении имитатора уровня).

10.2.3 В процессе поверки подвижную часть стенда устанавливают на требуемое значение уровня. После этого снимают показания поверяемого датчика, мм и значения силы постоянного тока измеренное мультиметром в мА.

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

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

10.2.6 Проводят пересчет значения измеренного уровня, мм, в значения выходного токового сигнала силы постоянного тока, по пункту 11.2 формула (3).

10.2.7 Абсолютную погрешность преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока, в каждой поверяемой точке определяют по пункту 11.3 формула (4).

10.2.8 Результат поверки по данному пункту считают положительным, если абсолютная погрешность преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки МП-257/02-2021.

Примечание – допускается совмещать поверку по пунктам 10.2.1-10.2.7 с этапами проведения поверки по п. 10.1.1-10.1.6

10.3. При периодической поверке на месте эксплуатации.

10.3.1 Определение абсолютной 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} .

Примечание - 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.

10.3.2 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).

10.3.3 Определяют поправку ΔH_0 , мм, по пункту 11.4 формула (5).

10.3.4 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.

10.3.5 Уровень жидкости H_j , мм, измеренный датчиком в j-той контрольной отметке, с учетом поправки, определяют по пункту 11.5 формула (7).

10.3.6 Высоту газового пространства в каждой контрольной точке при каждом измерении, определить в следующей последовательности:

- эталонную измерительную рулетку, опустить через измерительный люк меры вместимости ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;

- первый отсчет (верхний) взять 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 поднять (строго вверх без смещения в стороны) до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части ленты и взять отсчет по шкале ленты (нижний отсчет) с точностью до 1 мм.

10.3.7 Для более точного измерения уровня поверхность рулетки необходимо натереть пастой.

10.3.8 Измерить высоту газового пространства в каждой контрольной отметке не менее пяти раз.

10.3.9 Уровень жидкости в каждой контрольной отметке $H_{jз}$, мм, вычислить по определяют по пункту 11.5 формула (8):

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

10.3.11 Определение абсолютной погрешности измерений уровня производится по формуле (2).

10.3.12 Определение абсолютной преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока проводят по пункту 11.2 формула (3) 11.3 формула (4).

10.3.13 Результат поверки по данному пункту считают положительным, если абсолютная погрешность преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки МП-257/02-2021.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

11.1 Абсолютную погрешность измерений уровня определяют по формуле (2):

$$\Delta H_i = H_{yi} - H_{zi}, \quad (2)$$

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

H_{zi} – значение уровня, измеренное уровнемерной установкой (рулеткой) в i-той точке, мм.

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

$$I_P = I_H + \frac{(I_B - I_H) \cdot P}{P_{ВПИ}}, \quad (3)$$

где I_P – расчетное значение выходного сигнала силы постоянного тока, мА, соответствующее значению уровня, мм;

I_B, I_H – верхнее и нижнее значения диапазона выходного сигнала силы постоянного тока, мА;

P – действительное значение измеренного уровня, мм;

$P_{ВПИ}$ – верхний предел диапазона измерений уровня, мм.

11.3 Абсолютную погрешность преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока определяют по формуле (4):

$$\Delta_I = I_{изм} - I_{рас} \quad (4)$$

где $I_{изм}$ – измеренное значение силы постоянного тока, мА;

$I_{рас}$ – рассчитанное значение силы постоянного тока, мА

11.4 Поправку определяют по формуле (5):

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

где H_0^n – показания поверяемого датчика, мм;

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

П р и м е ч а н и е - при применении эталонной измерительной рулетки за значение H_0^3 , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

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

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^Γ – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, °С;

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

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

11.5 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).

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

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

12. Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7-12 настоящей методики поверки МП-257/02-2021.

12.2 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 счетчик выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством. Знак поверки наносится в паспорт и/или на свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством, а также в виде оттиска клейма поверителя в соответствии с описанием типа.

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

Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



А.С. Машков

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	LFR	LBR
Диапазон измерений уровня, м	от 0,05 до 30,0	от 0,05 до 100
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерений уровня по цифровому каналу, мм	±1	±5
Пределы допустимой абсолютной погрешности преобразований в аналоговый сигнал силы постоянного тока 4-20 мА, мкА	±15	±15