

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

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»



А.Н. Пронин

М.п.

«26» декабря 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Датчики давления и температуры пластового флюида
для систем подводной добычи**

ДТ

МП 231-0115-2022

Руководитель НИО
государственных эталонов
в области измерений давления

 Р.А. Тетерук

Руководитель сектора
перспективных разработок и
испытаний в области давления

 А.А. Пименова

г. Санкт-Петербург
2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на датчики давления и температуры пластового флюида для систем подводной добычи ДДТ (далее — датчики) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Методикой поверки (далее по тексту – МП) не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов.

1.3 Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость датчика к Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ 23-2010), в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653, и Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020), в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- при проверке давления – непосредственное сличение;
- при проверке температуры – прямые измерения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операций	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта методики
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	р. 7
Контроль условий проведения поверки	Да	Да	п. 8.1
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	пп. 8.2-8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	р. 9
Определение погрешности измерений температуры	Да	Да	п. 10.1
Определение погрешности измерений абсолютного давления	Да	Да	п. 10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	р. 11

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательного результата по разделам 7, 8 и 9 настоящей методики.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +18 °С до +22 °С
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

3.2 Перед проведением поверки преобразователь следует выдержать при температуре окружающего воздуха в помещении для поверки не менее:

4 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится поверяемое СИ, более 10 °С;

1 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится поверяемое СИ, от 1 до 10 °С;

При разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталонные и поверяемые средства измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуются к применению средства поверки (эталонные единицы величин, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1, 10.1	Диапазон измерений температуры от 18 °С до 22 °С, абсолютная погрешность не более $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 40 % до 80 %, абсолютная погрешность не более ± 3 %. Диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность не более $\pm 0,25$ кПа.	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11).
10.1	Диапазон измерений температуры от 0 °С до плюс 105 °С, абсолютная погрешность не более $\pm 0,04$ °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2, ПТСВ-10-2, ПТСВ-11-2, ПТСВ-12-3 (рег. № 65421-16) Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 (рег. № 19736-11)

10.2	Диапазон измерений избыточного давления от 0,1 до 40 МПа, класс точности 0,02	Манометр грузопоршневой МП, модификация МП-400, класс точности 0,02 (рег. № 52189-16)
------	---	---

Примечания:

Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

При выборе эталона должны быть выполнены условия: соотношение пределов допускаемых основных погрешностей, в поверяемых точках, эталона и датчика должно удовлетворять требованиям действующих государственных (или локальных) поверочных схем.

Таблица 3 – Вспомогательные технические средства

Номер раздела МП	Вспомогательные средства и основные технические характеристики
п. 8.2	Источник питания с напряжением питания постоянного тока от 20 до 36 В.
п. 10.1	Термостат с диапазоном воспроизведения и поддержания температуры от 0 °С до 105 °С, нестабильность поддержания температуры не более ±0,01 °С
р.9, р. 10	Компьютер с операционной системой Microsoft Windows, с USB интерфейсом ИСАТ.01094-01. Технологическое программное обеспечение iCan
Примечание: испытательное оборудование должно быть аттестовано в установленном порядке.	

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды, изложенные в эксплуатационных документах средств поверки и поверяемого средства измерений.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие датчика следующим требованиям:

- маркировка, обозначения датчика должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- внешний вид должен соответствовать указанному в описании типа и эксплуатационной документации;
- механические повреждения, следы коррозии, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, должны отсутствовать;
- комплектность должна соответствовать указанной в описании типа и эксплуатационной документации.

7.2 Датчик, не удовлетворяющий требованиям п. 7.1 настоящей методики, не подлежит дальнейшей поверке.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть проверены условия проведения поверки с использованием средств измерений приведенных в таблице 2.

8.1.2 Параметры окружающей среды должны соответствовать указанным в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.2 Подготовить к работе датчик и вспомогательное оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией на датчик.

8.3 При опробовании следует проверить работоспособность и герметичность системы.

8.3.1 Работоспособность датчика проверяют, создавая измеряемое давление от нижнего до верхнего предела измерений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала датчика.

8.3.2 Герметичность измерительной системы проверяют при давлении, равном верхнему пределу измерений датчика.

8.3.2 В систему подают давление, равное верхнему пределу измерений, и выдерживают под этим давлением в течение двух минут. Затем систему отключают от устройства, создающего давление.

8.3.3 Измерительную систему считают герметичной, если в течение двух минут под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений датчика, не наблюдается падения давления.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения проводится путем сличения идентификационных данных (наименования и номера версии программного обеспечения). Идентификация номера версии и идентификационного наименования ПО датчика производится при помощи Технологического программного обеспечения iCan (далее – ПО «iCan»). Идентификационное наименование программного обеспечения должно совпадать с указанным значением в таблице 4, а номер версии программного обеспечения должна быть не ниже, указанной в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки) программного обеспечения	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	DDT
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения, не ниже	1.00

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение погрешности измерений температуры.

10.1.1 Погрешность измерений определяют в контрольных точках температуры, равномерно распределенных в диапазоне измерений. Датчик помещают в термостат и последовательно устанавливают значения температуры от меньшего к большему. Измерения проводят в контрольных точках: $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$; $(75 \pm 1)^\circ\text{C}$; $(104 \pm 1)^\circ\text{C}$. Показания датчика снимают при помощи ПО «iCan».

10.1.2 Проверку при каждом значении температуры проводят в следующей последовательности:

- помещают датчик в термостат, погружают щуп эталонного термометра в теплоноситель на полную глубину погружения в непосредственной близости от чувствительного элемента датчика;

- включают термостат и устанавливают температуру в соответствии с п. 10.1.1, контролируя ее с помощью эталонного термометра;

- после стабилизации показаний эталонного термометра в пределах значения нестабильности термостата одновременно снимают показания эталонного термометра и поверяемого датчика во всех контрольных точках температуры, переключением термостата в соответствующий режим.

Результаты измерений заносят в протокол поверки.

10.2 Определение погрешности измерений абсолютного давления.

10.2.1 Погрешность измерений определяют в контрольных точках, равномерно распределенных в диапазоне измерений. Зонд датчика подключают к эталону избыточного давления. Измерения проводят в контрольных точках избыточного давления: $(0,1 \pm 0,1)$; $(7 \pm 1,0)$; $(14 \pm 1,0)$; $(21 \pm 1,0)$; $(28 \pm 1,0)$; $(34 \pm 0,5)$ МПа. Показания датчика снимают при помощи ПО «iCan».

Проверку давления проводят следующим образом. Начинают с нижнего предела измерений в сторону увеличения давления до верхнего предела (прямой ход). При достижении верхнего предела измерений датчик выдерживают в течение 1 мин при этом давлении. После этого давление плавно понижают (обратный ход) и проводят отсчетывание показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления. Снимать показания следует не ранее, чем через 15 секунд после стабилизации показаний давления.

Значения давления задают при помощи эталона избыточного давления, на каждом значении давления контролируется атмосферное давление. Тогда величина абсолютного давления рассчитывается по формуле:

$$P_{эти} = P_{атм} + P_{избi}, \quad (1)$$

где $P_{эти}$ – действительное значение давления;

$P_{избi}$ – значение давления, измеренное эталоном избыточного давления;

$P_{атм}$ – значение атмосферного давления на момент проведения поверки.

$P_{атм}$ и $P_{избi}$ должны быть выражены в одних и тех же единицах давления, допущенных к применению в Российской Федерации.

Результаты измерений заносят в протокол поверки.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Вычисляют абсолютную погрешность измерений температуры по формуле:

$$\Delta T = T_{п.ср} - T_{э.ср} \quad (2)$$

где ΔT – абсолютная погрешность поверяемого датчика, °С;

$T_{п.ср}$ – значение показаний поверяемого датчика температуры, °С;

$T_{э.ср}$ – значение показаний эталонного термометра, °С.

11.2 Вычисляют абсолютную погрешность измерений абсолютного давления по формуле:

$$\Delta p_i = P_{изм_i} - P_{эти} \quad (3)$$

где $P_{изм_i}$ – показания датчика;

$P_{эти}$ – действительное значение давления, определенное по эталонному СИ;

$P_{изм_i}$, $P_{эти}$ должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

11.3 Результаты поверки считают положительными, если полученные значения погрешности в соответствии с пп. 11.1-11.2 не превышают пределов, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений абсолютного давления, МПа ⁽¹⁾	от 0,2 до 34,5
Диапазон измерений температуры, °С	от 0 до +105
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления, МПа	$\pm(0,069+0,014 \cdot t)$ ⁽²⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm(1,0+0,08 \cdot t)$ ⁽²⁾
Примечания: (1) Допускается выбор других единиц измерения давления, допущенных к применению в Российской Федерации. (2) t выбирается из ряда: 0; 1...n, где n – количество полных лет с момента выпуска датчика с производства	

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя с расшифровкой подписи (фамилия, инициалы), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

12.3 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.4 Протокол поверки оформляется в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений.