

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

«18» сентября 2017 г.

Измерители температуры многозонные Prothermo

Методика поверки

МП 207.1-088-2017

г. Москва

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на Измерители температуры многозонные Prothermo (далее по тексту - Prothermo) производства фирмы «Endress+Hauser Yamanashi Co., Ltd.», Япония, предназначенные для измерения точечной температуры на разных уровнях и расчета средней температуры химически неагрессивных к материалу защитной арматуры погружаемого зонда жидких и газообразных сред в резервуарах. Исполнение NMT539 также предназначено и для измерения уровня подтоварной воды - границы раздела жидких сред типа вода/нефтепродукт и других двухслойных жидкостей.

Интервал между поверками - 5 лет.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки систем должны быть выполнены операции в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики
Внешний осмотр	7.1
Опробование	7.2
Проверка идентификационных данных ПО	7.3
Проверка допускаемой абсолютной погрешности канала измерений температуры	7.4
Проверка допускаемой абсолютной погрешности канала измерений уровня границы раздела жидких сред (только для NMT539)	7.5

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений (эталон) и испытательное (вспомогательное) оборудование:

- рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10);
- термометр электронный ExT-01 (Регистрационный № 44307-10);
- измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10/8.15(М) (Регистрационный № 19736-11);
- термометр (термопреобразователь) сопротивления повышенной точностью (с индивидуальной градуировкой) с диапазоном измерений от -20 до +100 °С и допускаемым отклонением от ИСХ преобразования – не более $\pm 0,06$ °С;
- плотномеры портативные DM-230.1A и DM-230.2A (Регистрационный № 51123-12);
- термостаты переливные прецизионные ТПП-1 мод. ТПП-1.0, ТПП-1.1, ТПП-1.3, общий диапазон воспроизводимых температур от минус 75 до плюс 300 °С, нестабильность $\pm (0,004...0,02)$ °С (Регистрационный № 33744-07);
- термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ» (Регистрационный № 39300-08);
- термостаты жидкостные (криостаты) с диапазоном воспроизводимых температур от минус 60 до плюс 300 °С, нестабильностью поддержания заданной температуры $\pm (0,01...0,1)$ °С и внешним входным отверстием с соотв. объемом рабочей камеры термостата, позволяющим осуществить погружение бухты с ЧЭ измерителя температуры;
- камера тепла-холода с диапазоном воспроизводимых температур от -55 до +180 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры $\pm (0,05...0,15)$ °С;

- сосуд Дьюара с азотом;
- емкость для термостатирования (пассивный термостат);
- рулетка измерительная металлическая 2-го класса по ГОСТ 7502-98;
- средства отображения информации (полевой преобразователь NRF590 / NRF81, уровнемерс Micropilot NMR8x и Proservo NMS5/7/8x, далее преобразователь, или компьютер с ПО DeviceCare / FieldCare, подключенное к Prothermo через модем, далее компьютер).

3.2 Допускается применение аналогичных указанным в п.3.1 средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3.3 Все средства измерений и эталоны должны быть поверены аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки.

4.2 К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и изучившие эксплуатационную документацию и настоящий документ.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ЕЕ ПРОВЕДЕНИЮ

5.1 При проведении первичной поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 30 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 107 кПа;
- отсутствие электрических и магнитных полей, влияющих на работу приборов;
- отсутствие вибрации и тряски, влияющих на работу приборов.

5.2 Первичная и периодическая поверка могут проводиться в условиях эксплуатации при положительной температуре рабочей среды в резервуаре, в отсутствие осадков и сильного ветра, не позволяющего выполнять поверку. При этом условия для окружающего воздуха соблюдают, как указано в п.5.1.

5.3 Избегайте проведения поверки при сильном ветре или сильном шторме. Движения стенок резервуара могут оказывать влияние не только на безопасность, но и на точность измерений.

5.4 При определении метрологических характеристик для п.7.4.1 используются две несмешивающиеся жидкости с разностью в плотности не менее 100 кг/м³ и отсутствием переходного слоя. В качестве нижнего слоя рекомендуется использовать воду или аналогичную по физико-химическим свойствам жидкость.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

6.1 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке и знаков поверки на средства поверки.

6.2 Проверяют наличие паспорта и руководства по эксплуатации. В случае их отсутствия, документы запрашиваются у производителя.

6.3 Проверяют правильность монтажа Prothermo в соответствии с требованиями технической документации.

В случае если отклонение от требований технической документации могут оказать влияние на точность измерений, то поверка не может быть продолжена до их устранения.

6.4 Если при погружении эталонных средств измерений в продукт обнаруживается, что уровень загрязнений (осадка) достигает рабочей зоны датчика уровня подтоварной воды, то поверка не может быть продолжена до момента устранения загрязнений.

6.5 Перед определением метрологических характеристик Prothermo без демонтажа отстаивают продукт в резервуаре не менее 2 ч. Наполнение/опорожнение резервуара в процессе определения метрологических характеристик не допускают. Перемешивающее устройство, при его наличии в резервуаре, должно быть выключено.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие дефектов и повреждений на составных частях Prothermo, влияющих на его работоспособность.

7.2 Опробование

При опробовании Prothermo проводится проверка его работоспособности в соответствии с эксплуатационной документацией.

Для этого проверяется наличие индикации на дисплее преобразователя или экрана компьютера данных от устройства.

Результат опробования считают положительным и заносят в протокол, если на дисплее / экране отсутствуют диагностические сообщения об ошибках.

7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО).

Номер версий ПО Prothermo должны отображаться на дисплее преобразователя или компьютера при вызове соответствующего пункта меню.

Результаты проверки считаются положительными, если номер версии программного обеспечения, отображенный на дисплее преобразователя/ экране компьютера, совпадает с номером версии, заявленным как идентификационные данные программного обеспечения Prothermo, представленным в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	NMT53x
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.YY.ZZ

7.4 Проверка допускаемой абсолютной погрешности канала измерений температуры

7.4.1 Поверка с демонтажем

7.4.1.1 При первичной и периодической поверке погрешность определяют методом сравнения с эталонным термометром в термостате или в камере тепла-холода.

7.4.1.1.1 В качестве термостата может быть использовано: помещение или емкость с закрывающейся крышкой, обеспечивающие нестабильность поддержания и неоднородность окружающей температуры, не превышающие 1/3 от предельно допустимой погрешности поверяемого измерителя, в т.ч. и в «пассивном» режиме, в течение времени, необходимого для проведения измерений («пассивный» термостат); или жидкостной термостат, с рабочим объемом, позволяющим поместить кабель измерителя, свернутый в бухту.

Также допускается т.н. «поэлементное» погружение кабеля в жидкостной термостат, т.е. последовательно погружают части кабеля (например, в виде петли), в месте нахождения чувствительных элементов. Перед проведением поверки отмечают местонахождения ЧЭ в кабеле согласно заказного кода и ТД.

В случае проведения первичной поверки только в «пассивном» режиме, т.е. только при температуре окружающей среды, необходимо нижний датчик кабеля в обязательном порядке проверить также и в жидкостном термостате, но не менее, чем в 4-х - 5-ти контрольных точках, лежащих внутри диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы (за исключением исполнения с диапазоном измерений от минус 170).

При проведении измерений в жидкостных термостатах или в камере тепла-холода погрешность определяют не менее, чем в 4-х - 5-ти контрольных точках, лежащих внутри диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы.

7.4.1.1.2 Кабель Prothermo и зонд эталонного термометра помещают в термостат или в камеру, выдерживают в рабочем объеме после установления (заданной) температуры не менее 2-х ч, и далее проводят замеры температуры среды термостата (воздуха или жидкости) по эталонному термометру в отдалении от кабеля с термоэлементами, не превышающим 5-10 см. Параллельно снимают показания со всех ЧЭ кабеля Prothermo. Проводят не менее 5-ти измерений для каждого ЧЭ в течение 10-ти мин.

За время проведения измерений значение средней температуры внутри термостатируемого объема термостата или камеры, не должно измениться более, чем на 0,1 °С.

Заносят в протокол результаты измерений температуры, измеренные с помощью эталонного термометра и Prothermo - с дисплея преобразователя / экрана компьютера.

Значение абсолютной погрешности измерений температуры ΔT определяется по формуле

$$\Delta T = T_{pt} - T_{ручн}, \quad (1)$$

где:

$T_{ручн}$ - значение температуры продукта, измеренное термометром, в °С;

T_{pt} - значение температуры продукта, измеренное устройством, в °С.

Измерения повторяют для каждого термоэлемента, входящего в состав Prothermo.

7.4.1.1.3 Результаты поверки канала измерений температуры считают положительными, если полученная погрешность каждого чувствительного элемента датчика не превышает предельно допустимого нормированного значения абсолютной погрешности.

7.4.2 Поверка без демонтажа

7.4.2.1 При помощи термометра (например, в составе электронной рулетки (переносного плотномера) или погружного (в т.ч. и с ИСХ (при необходимости))) измеряют температуру продукта в резервуаре рядом с каждым чувствительным элементом Prothermo, погруженных в продукт.

7.4.2.2 При погружении термометра в продукт измерения проводят без изменения его уровня положения и без извлечения из продукта. При этом разность между результатами измерений термометра не должна превышать 0,1 °С. При несоблюдении данного условия процедуру измерений повторяют. За время проведения измерений значение средней температуры продукта в резервуаре, полученное от Prothermo, не должно измениться более чем на 0,1 °С. При несоблюдении данного условия процедуру измерений температуры продукта в резервуаре повторяют.

Для резервуаров под давлением или резервуарами, вскрытие которых происходит только при остановке технологического процесса, допускается проводить измерения в термогильзе, заполненной термопроводящей жидкостью (тосолом) и расположенной в непосредственной близости от Prothermo.

7.4.2.3 Проводят не менее 5-ти измерений для каждого ЧЭ в течение 10-ти минут и вычисляют среднее арифметическое значение.

7.4.2.4 Заносят в протокол результаты измерений температуры, измеренные с помощью термометра (или измерителя типа МИТ), и Prothermo с дисплея преобразователя / экрана компьютера.

7.4.2.5 Значение абсолютной погрешности измерений температуры ΔT определяется по формуле

$$\Delta T = T_{pt} - T_{ручн}, \quad (2)$$

где:

$T_{ручн}$ - значение температуры продукта, измеренное термометром, в °С;

T_{pt} - значение температуры продукта, измеренное поверяемым измерителем, в °С.

7.4.2.6 Результаты поверки канала измерений температуры считают положительными, если полученная погрешность каждого чувствительного элемента датчика не превышает предельно допустимого нормированного значения абсолютной погрешности.

7.4.3 По требованию пользователя допускается проводить поверку не во всем диапазоне измерений, а в сокращенном, оговоренном с пользователем перед началом проведения работ. При этом, в паспорте или в свидетельстве о поверке, в обязательном порядке прописывают диапазон, в котором была проведена поверка.

7.5 Проверка допускаемой абсолютной погрешности канала измерений уровня границы раздела жидких сред

Поверка проводится только в случае версии Prothermo с датчиком измерения уровня границы раздела жидких сред.

7.5.1 Проверка с демонтажем

7.5.1.1 Для поверки канала измерений уровня границы раздела жидких сред используют сосуд с двумя несмешивающимися средами (в том числе газ/жидкость, например, воздух/вода). Следует дать средам отстояться в течение не менее 2 ч.

7.5.1.2 Зонд с датчиком уровня погружают в сосуд на глубину не менее половины датчика. Уровень границы раздела жидкостей в сосуде может задаваться и измеряться с помощью рулетки с нанесенной водочувствительной пастой или альтернативным способом, дающим достоверно информацию об уровне границы раздела фаз (например, конструктивные особенности сосуда или при использовании рулетки в случае прозрачной жидкости). Заполнение/опорожнение сосуда в процессе измерений не допускается.

Закрепленный вертикально зонд устанавливают таким образом, чтобы глубина погружения зонда в жидкость нижнего слоя соответствовала нулевому уровню продукта/минимальному уровню границы раздела сред.

7.5.1.3 Измерения проводят два раза в двух точках, которые находятся в рабочем диапазоне датчика и не превышают уровня заполнения сосуда. При этом разность между результатами измерений не должна превышать 1 мм. При несоблюдении данного условия

проводят дополнительно два измерения уровня раздела фаз, а за значение уровня раздела фаз в сосуде L_n принимают среднее арифметическое значение:

- трех наиболее близких измерений;
- четырех измерений (в случае их симметричного расположения относительно их среднего арифметического значения).

7.5.1.4 Заносят в протокол результаты измерений уровня границы раздела фаз, измеренные с помощью рулетки, и Prothermo с дисплея преобразователя / экрана компьютера.

7.5.1.5 Значение абсолютной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред ΔL определяют по формуле

$$\Delta L = L_n - L_y, \quad (3)$$

где

L_n - значения уровня раздела сред, измеренные рулеткой, в мм;

L_y - значения уровня раздела сред, измеренные Prothermo, в мм.

7.5.1.6 Результаты поверки измерений уровня границы раздела сред считают положительными, если абсолютная погрешность не превышает значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред в диапазоне измерений не более, мм:	
- от 0 до 1 м	± 2 ;
- от 0 до 2 м	± 4 ;
- от 0 до 3 м	± 6

7.5.2 Проверка без демонтажа

При отсутствии раздела сред в резервуаре, данный канал измерения не поверяется.

7.5.2.1 Измеряют уровень границы раздела жидких сред в резервуаре при помощи электронной рулетки или рулетки с использованием водочувствительной пасты.

За время проведения измерений уровень границы раздела жидких сред в резервуаре по результатам, отображаемым на экране рабочей станции оператора, не должен измениться более чем на 2 мм. При несоблюдении данного условия процедуру измерений уровня границы раздела жидких сред продукта в резервуаре повторяют.

Измерения проводят два раза, при этом разность между результатами измерений не должна превышать 1 мм. При несоблюдении данного условия проводят дополнительно два измерения уровня жидкости, а за значение уровня границы раздела жидких сред в резервуаре L_n принимают среднее арифметическое значение:

- трех наиболее близких измерений;
- четырех измерений (в случае их симметричного расположения относительно их среднего арифметического значения).

7.5.2.2 Заносят в протокол результаты измерений уровня границы раздела фаз, измеренные с помощью рулетки, и Prothermo с дисплея преобразователя / экрана компьютера.

7.5.2.3 Значение абсолютной погрешности измерений уровня границы раздела жидких сред ΔL определяют по формуле

$$\Delta L = L_y - L_n, \quad (4)$$

где

L_n - значения уровня границы раздела границы жидких сред, измеренные рулеткой, в мм;

L_y - значения уровня границы раздела границы жидких сред, измеренное Prothermo, в мм.

7.5.2.4 Заносят в протокол данные о величине допускаемой погрешности задания базовой высоты уровнемера. При отсутствии данных о ее величине, проводят измерение базовой высоты, а погрешность задания базовой высоты приравнивают к погрешности её средства измерений.

Заносят в протокол результаты измерений уровня границы раздела фаз, измеренные с помощью рулетки, и Prothermo с дисплея преобразователя / экрана компьютера.

7.5.2.5 Результаты поверки измерений уровня границы раздела жидких сред считают положительными, если наибольшее расхождение значений между рулеткой и Prothermo не превышает суммы допустимых погрешностей измерений уровня рулеткой, Prothermo и погрешности задания базовой высоты резервуара.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты периодической поверки рекомендуется оформлять протоколом по форме, приведенной в Приложении А.

8.2 Положительные результаты поверки оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.3 При отрицательных результатах поверки Prothermo к применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

Зам. начальника отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»

Е.В. Родионова

Зам. начальника отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

А.М. Шаронов

ПРОТОКОЛ

поверки измерителя многозонного Prothermo NMT53_

1. Код заказа _____
2. Серийный номер _____
3. Средства поверки: _____
 Погрешность средства поверки: _____
 Условия поверки _____
4. Результаты поверки: _____
5. Поверка осуществлялась согласно пункту методики: _____
6. Заключение по подготовке к поверке _____
- 7.1 Заключение по внешнему осмотру _____
- 7.2 Результаты опробования _____
- 7.3 Заключение по проверке идентификационных данных
 (ПО) уровнера _____
- 7.4 Определение метрологических характеристик _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

7.4.1 Температура

№ изм.	Измеренное значение с помощью средства поверки $T_{ручн}, ^\circ C$	Измеренное значение Prothermo $T_{pt}, ^\circ C$	Абсолютная погрешность температуры, $^\circ C$ $\Delta T = T_{ручн} - T_{pt}$	Допуск, $^\circ C$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

7.4.2 Уровень раздела фаз

№ изм.	Измеренное значение с помощью средства поверки L_n , мм	Измеренное значение уровнем L_y , мм	Абсолютная погрешность Prothermo, мм $\Delta L = L_n - L_y$	Допуск, мм
1				
2				
3				

Заключение о пригодности уровня: _____

Поверитель: _____ (_____)

" ____ " _____ 20__ г.