

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
(ФГУП «УНИИМ»)**

Утверждаю
Директор ФГУП «УНИИМ»



С.В. Медведевских

" 15 " 04 2016 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ**

Плотномеры радиоизотопные серии LB4

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 13-241-2016

и.р. 64510-16

Екатеринбург

2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНА** ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)
- 2 ИСПОЛНИТЕЛЬ** Зеньков Е.О.
- 3 УТВЕРЖДЕНА** директором ФГУП «УНИИМ» в апреле 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ..... | 4 |
| 2 | НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ | 4 |
| 3 | ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 | СРЕДСТВА ПОВЕРКИ..... | 5 |
| 5 | ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ | 5 |
| 6 | УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ..... | 6 |
| 7 | ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ | 6 |
| 8 | ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ | 6 |
| | 8.1 Внешний осмотр | 6 |
| | 8.2 Опробование | 6 |
| | 8.3 Проверка метрологических характеристик | 7 |
| 9 | ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 10 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ А | 11 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 12 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Государственная система обеспечения единства измерений. Плотномеры радиоизотопные серии LB4. Методика поверки | МП 13-241-2016 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|

Дата введения в действие: апрель 2016 г

1 Область применения

Настоящая методика поверки распространяется на плотномеры радиоизотопные серии LB4 (далее - плотномеры) производства «Berthold Technologies GmbH&CO.KG», Германия и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Поверка плотномеров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики. Интервал между поверками – один год.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Приказ Минпромторга России N 1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 8.368-79 ГСИ. Плотномеры радиоизотопные жидких сред и пульп. Методы и средства поверки

ОСПОРБ-99/2010 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности

3 Операции поверки

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Обязательность проведения операций при | |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 8.1 | да | да |
| 2 Опробование | 8.2 | да | да |
| 3 Проверка метрологических характеристик | 8.3 | | |
| 3.1 Проверка относительной погрешности измерений плотности | 8.3.1 | да | да |
| 3.2 Проверка диапазона измерений плотности | 8.3.2 | да | нет |

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, плотномер бракуется.

4 Средства поверки

4.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- государственный эталон единицы массы 1-го разряда в диапазоне значений от 0,01 до 220 г с системой для определения плотности методом Архимеда, аттестованный в установленном порядке;

- рабочие пробы жидкости, пульпы и твердых веществ.

4.2 Допускается поверку проводить с использованием стандартных образцов плотности жидких и твердых веществ и материалов до монтажа источника и детектора на резервуар или трубопровод.

4.3 Допускается поверку проводить с использованием плотномеров или ареометров при соотношении погрешности поверяемого плотномера и эталонного средства измерений не менее, чем 3 к 1.

4.4 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих требуемую точность и пределы измерений.

4.5 Периодическую поверку допускается проводить по ГОСТ 8.368-79.

5 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила технической безопасности при эксплуатации

электроустановок потребителей», требования ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.003-91, ОСПОРБ-99/2010.

5.2 Поверитель перед проведением поверки плотномера должен ознакомиться с руководством по эксплуатации и пройти обучение по технике безопасности на месте проведения поверки.

5.3 Помещение для поверки должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

6 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия, если иные не оговорены особо:

- | | |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от 18 до 25 |
| - относительная влажность воздуха, (при $t = 20$ °С), % | не более 80 |

7 Подготовка к поверке

Плотномер подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации (далее - РЭ).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре установить:

- отсутствие видимых повреждений;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- четкость обозначений и маркировки;

8.2 Опробование
8.2.1 Проверить работоспособность органов управления и регулировки плотномера при помощи встроенных систем контроля в соответствии с РЭ.

8.2.2 Провести проверку идентификационных данных ПО. Номер версии ПО идентифицируется при включении плотномера путем вывода на экран номера версии. Номер версии ПО должен быть не ниже приведенного в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные | Значение для ПО системы обработки информации | Значение для ПО детектора |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|
| Идентификационное наименование ПО | LB4xxx | Berthold Detector Software |
| Номер версии ПО, не ниже | - | 1.02 |
| Цифровой идентификатор ПО | - | - |
| Другие идентификационные данные | - | - |

8.3 Проверка метрологических характеристик

8.3.1 Проверка относительной погрешности измерений плотности

8.3.1.1 Проверку относительной погрешности измерений плотности жидкостей и дисперсных систем провести с использованием эталона единицы массы 1-го разряда с системой для определения плотности методом Архимеда и рабочих проб анализируемого материала. Значения плотности рабочих проб должны охватывать весь диапазон измерений плотности.

Систему для определения плотности методом Архимеда подготовить к работе в соответствии с РЭ.

Подвешивают на раме диск со стеклянным отвесом (висит на одной проволоке). Тарировать весы. Наполнить химический стакан подлежащей определению жидкостью так, чтобы она была на 10 мм выше стеклянного отвеса. Отрицательный вес, показываемый на дисплее весов, соответствует выталкивающей силе G , г, действующей на стеклянный отвес в жидкости. Плотность жидкости (ρ) рассчитать по формуле

$$\rho_i = \frac{G_i}{V}, \quad (1)$$

где V – объем стеклянного отвеса, равный 10 см³.

Провести не менее 5 измерений плотности каждой рабочей пробы жидкости. Для каждой рабочей пробы рассчитать абсолютную (Δ_i) и относительную погрешность (δ_i) по формулам:

$$\Delta_i = X_{ij} - \rho_i, \quad (2)$$

$$\delta_i = \Delta_i / \rho_i * 100\% \quad (3)$$

где X_{ij} – результат j -го значения плотности в i -ой рабочей пробе, измеренное плотномером, г/см³;

ρ_i – значение плотности в i -ой рабочей пробе, измеренное на эталоне массы с системой взвешивания в жидкости, г/см³.

Полученные значения относительной погрешности измерений плотности должны соответствовать требованиям таблицы 3.

8.3.1.2 Проверка относительной погрешности измерений плотности твердых веществ

Проверку относительной погрешности измерений плотности жидкостей и дисперсных систем провести с использованием эталона единицы массы 1-го разряда с системой для определения плотности методом Архимеда и рабочих проб анализируемого материала. Значения плотности рабочих проб должны охватывать весь диапазон измерений плотности.

Систему для определения плотности методом Архимеда подготовить к работе в соответствии с РЭ.

Наполнить химический стакан диаметром 76 мм дистиллированной водой так, чтобы дистиллированная вода была на 5 мм ниже края. Добавить 2-3 капли поверхностно активного вещества. Промыть держатель образца растворителем (особенно подлежащие погружению проволочки) и довести его на раме. Тарируют весы. Разместить исследуемое твердое вещество на верхнюю чашу. Записать показания весов (m_1). Поместить измеряемое твердое вещество в держатель образца, подвесить под рамой, располагая внутри стакана с дистиллированной водой. Записать показания весов (m_2).

Температуру дистиллированной воды, а также температуру и относительную влажность окружающего воздуха в процессе измерения контролируют с помощью измерителя влажности и температуры ИВТМ-7М.

Плотность твердого вещества рассчитывают по формуле (с учетом поправки на выталкивающую силу воздуха)

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \cdot (\rho_{H_2O} - D) + D \quad (4)$$

где ρ - плотность исследуемой жидкости, г/см³;

m_1 - масса твердого вещества на воздухе, г;

m_2 - масса твердого вещества в дистиллированной воде, г;

ρ_{H_2O} - плотность дистиллированной воды с учетом фактической температуры воды по таблице А.1 Приложения А, г/см³.

D - плотность окружающего воздуха, г/см³;

$$D = \frac{0,001293 \cdot (P_1 - 0,0038 \cdot H_1 \cdot P'_{\text{воды}(1)})}{(1 + 0,00367 \cdot T_1) \cdot 760} \quad (5)$$

T_1 - температура воздуха, °С;

P_1 - атмосферное давление, мм рт. ст.;

H_1 - относительная влажность воздуха, %;

$P'_{\text{воды}1}$ - упругость паров воды при данной температуре T_1 °С, мм рт. ст.;

Провести не менее 5 измерений плотности каждой рабочей пробы. Для каждой рабочей пробы рассчитать относительную погрешность по формуле (2).

Полученные значения относительной погрешности измерений плотности должны соответствовать требованиям таблицы 3.

8.3.1.3 Проверку относительной погрешности измерений плотности также допускается проводить следующими способами:

- при помощи ГСО плотности до монтажа плотномера на трубопровод или резервуар;

- с помощью эталонного плотномера или ареометра при соотношении погрешности поверяемого и эталонного плотномера (ареометра) не менее, чем 3 к 1.

8.3.1.3.1 Проверка относительной погрешности измерений плотности с использованием ГСО

Проверку абсолютной погрешности измерений плотности с использованием ГСО плотности провести на каждой паре «источник-детектор» плотномера до их монтажа на резервуар или трубопровод.

Провести не менее 5 измерений плотности каждого ГСО. Для каждого ГСО рассчитать абсолютную погрешность (Δ_i) и относительную погрешность (δ_i) по формулам:

$$\Delta_i = X_{ij} - A_i, \quad (6)$$

$$\delta_i = \Delta_i / A_i * 100\% \quad (7)$$

где X_{ij} – результат j -го измерения плотности в i -ом ГСО, кг/м³;

A_i - значение плотности в i -ом ГСО, кг/м³.

Полученные значения относительной погрешности измерений плотности должны соответствовать требованиям таблицы 3.

8.3.1.3.2 Проверка относительной погрешности измерений плотности с использованием эталонного плотномера или ареометра

Проверку абсолютной погрешности измерений плотности провести с использованием рабочих проб и плотномера или ареометра при соотношении погрешности поверяемого и эталонного плотномера (ареометра) не менее, чем 3 к 1. Значения плотности рабочих проб должны находиться в начале, середине и в конце диапазона измерений.

Провести не менее 5 измерений плотности каждой рабочей пробы с помощью поверяемого и эталонного плотномера (ареометра). Для каждой рабочей пробы рассчитать абсолютную и относительную погрешность по формулам (2) и (3).

Полученные значения относительной погрешности измерений плотности должны соответствовать требованиям таблицы 3.

8.3.2 Проверка диапазона измерений плотности

Проверку диапазона измерений плотности провести одновременно с определением погрешности по 8.3.1 (провести измерения в начале, середине и в конце диапазона измерений). Диапазон измерений плотности должен соответствовать требованиям таблицы 3.

При периодической поверке допускается проведение в поддиапазоне значений плотности, в котором применяется плотномер при наличии письменной заявки юридического лица или индивидуального предпринимателя, эксплуатирующего плотномер. В этом случае проверку относительной погрешности измерений плотности провести в трех точках используемого поддиапазона измерений (в начале, середине и в конце поддиапазона измерений). Информация о неполном объеме проведенной периодической поверки приводится в свидетельстве о поверке.

Таблица 3 – Метрологические характеристики плотномера

| Наименование характеристик | Значения характеристик |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Диапазон измерений плотности, г/см ³ | от 0,5 до 4,5 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, % | ± 20 |

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга № 1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.2 При отрицательных результатах поверки плотномер признают непригодным к дальнейшей эксплуатации, аннулируют свидетельство, гасят клеймо и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга № 1815.

Разработчик:

Инженер I категории лаб. 241 ФГУП «УНИИМ»



Е.О. Зеньков

Приложение А

Стандартные справочные данные зависимости плотности воды от температуры

| T/°C | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 10 | 0.99973 | 0.99972 | 0.99971 | 0.99970 | 0.99969 | 0.99968 | 0.99967 | 0.99966 | 0.99965 | 0.99964 |
| 11 | 0.9996 | 0.99962 | 0.99961 | 0.99960 | 0.99959 | 0.99958 | 0.99957 | 0.99956 | 0.99955 | 0.99954 |
| 12 | 0.99953 | 0.99951 | 0.99950 | 0.99949 | 0.99948 | 0.99947 | 0.99946 | 0.99944 | 0.99943 | 0.99942 |
| 13 | 0.99941 | 0.99939 | 0.99938 | 0.99937 | 0.99935 | 0.99934 | 0.99933 | 0.99931 | 0.99930 | 0.99929 |
| 14 | 0.99927 | 0.99926 | 0.99924 | 0.99923 | 0.99922 | 0.99920 | 0.99919 | 0.99917 | 0.99916 | 0.99914 |
| 15 | 0.99913 | 0.99911 | 0.99910 | 0.99908 | 0.99907 | 0.99905 | 0.99904 | 0.99902 | 0.99900 | 0.99899 |
| 16 | 0.99897 | 0.99896 | 0.99894 | 0.99892 | 0.99891 | 0.99889 | 0.99887 | 0.99885 | 0.99884 | 0.99882 |
| 17 | 0.99880 | 0.99879 | 0.99877 | 0.99875 | 0.99873 | 0.99871 | 0.99870 | 0.99868 | 0.99866 | 0.99864 |
| 18 | 0.99862 | 0.99860 | 0.99859 | 0.99857 | 0.99855 | 0.99853 | 0.99851 | 0.99849 | 0.99847 | 0.99845 |
| 19 | 0.99843 | 0.99841 | 0.99839 | 0.99837 | 0.99835 | 0.99833 | 0.99831 | 0.99829 | 0.99827 | 0.99825 |
| 20 | 0.99823 | 0.99821 | 0.99819 | 0.99817 | 0.99815 | 0.99813 | 0.99811 | 0.99808 | 0.99806 | 0.99804 |
| 21 | 0.99802 | 0.99800 | 0.99798 | 0.99795 | 0.99793 | 0.99791 | 0.99789 | 0.99786 | 0.99784 | 0.99782 |
| 22 | 0.99780 | 0.99777 | 0.99775 | 0.99773 | 0.99771 | 0.99768 | 0.99765 | 0.99764 | 0.99761 | 0.99759 |
| 23 | 0.99756 | 0.99754 | 0.99752 | 0.99749 | 0.99747 | 0.99744 | 0.99742 | 0.99740 | 0.99737 | 0.99735 |
| 24 | 0.99732 | 0.99730 | 0.99727 | 0.99725 | 0.99722 | 0.999720 | 0.99717 | 0.99715 | 0.99712 | 0.99710 |
| 25 | 0.99707 | 0.99704 | 0.99702 | 0.99699 | 0.99697 | 0.99694 | 0.99691 | 0.99689 | 0.99686 | 0.99684 |
| 26 | 0.99681 | 0.99678 | 0.99676 | 0.99673 | 0.99670 | 0.99668 | 0.99665 | 0.99662 | 0.99659 | 0.99657 |
| 27 | 0.99654 | 0.99651 | 0.99648 | 0.99646 | 0.99643 | 0.99640 | 0.99637 | 0.99634 | 0.99632 | 0.99629 |
| 28 | 0.99626 | 0.99623 | 0.99620 | 0.99617 | 0.99614 | 0.99612 | 0.99609 | 0.99606 | 0.99603 | 0.99600 |
| 29 | 0.99597 | 0.99594 | 0.99591 | 0.99588 | 0.99585 | 0.99582 | 0.99579 | 0.99576 | 0.99573 | 0.99570 |
| 30 | 0.99567 | 0.99564 | 0.99561 | 0.99558 | 0.99555 | 0.99552 | 0.99549 | 0.99546 | 0.99543 | 0.99540 |

Примечание:

Допускается вычислять плотность воды дистиллированной по ГОСТ 6709 при различных температурах и давлениях согласно документу IAPWS 95 «The International association for the Properties of Water and Steam Doorwerth, The Netherlands September 2009 Revised Release on the IAPWS Formulation 1995 for the Thermodynamic Properties of Ordinary Water Substance for General and Scientific Use» (относительная погрешность расчетного значения плотности при атмосферном давлении и температуре от 20 до 100 °C составляет ± 0,0001 % и является незначимой).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ № _____ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Плотномер радиоизотопный серии LB4, модель _____, зав № _____

Документ на поверку: МП 13-241-2016 «ГСИ. Плотномеры радиоизотопные серии LB4. Методика поверки».

Информация об использованных средствах поверки:

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха, °C _____

- относительная влажность воздуха, % _____

Результаты внешнего осмотра _____

Результаты опробования _____

Проверка метрологических характеристик

Таблица Б.1 - Результаты проверки относительной погрешности измерений плотности

| № | Значение плотности, полученное на эталоне массы с системой взвешивания в жидкости, г/см ³ | Результаты измерений плотности плотномером, г/см ³ | Относительная погрешность измерений плотности, % | Нормируемые значения относительной погрешности измерений плотности, % |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Таблица Б.2 - Результаты проверки диапазона измерений плотности

| Полученные значения диапазона измерений плотности, г/см ³ | Соответствие требованиям Да (+) / Нет (-) |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | |

Результат проведения поверки: _____

Поверитель _____
Подпись (Ф.И.О.)

Выдано свидетельство о поверке (извещение о непригодности)

от «__» _____ 20__ г., № _____

Организация, проводившая поверку _____