

УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
(УНИИМ – ФИЛИАЛ ФГУП «ВНИИМ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»)

Согласовано
Генеральный директор
АО «Союзцветметавтоматика»



А.В. Дёмин

«19»



2020 г.

Утверждаю
И.о. директора УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е.П. Соби́на

«19»



2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи радиоизотопные РП-24

Методика поверки
МП 72-221-2020

Екатеринбург
2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНА: Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)
- 2 ИСПОЛНИТЕЛИ: М.В. Шипицына, старший инженер УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
А.П. Шипицын, старший инженер УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
- 3 УТВЕРЖДЕНА: УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
19.10.2020.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения.....	4
2 Нормативные ссылки.....	4
3 Операции поверки.....	4
4 Средства поверки.....	5
5 Требования безопасности.....	5
6 Требования к квалификации поверителя.....	5
7 Условия поверки и подготовка к ней.....	6
8 Проведение поверки.....	6
9 Оформление результатов поверки.....	8
Приложение А. Определение приписанных значений плотности пластин-имитаторов плотности	9
Приложение Б. Форма протокола поверки	11

Государственная система обеспечения единства измерений Преобразователи радиоизотопные РП-24 Методика поверки	МП 72-221-2020
---	-----------------------

1 Область применения

Настоящий документ распространяется на преобразователи радиоизотопные РП-24 (далее – преобразователи), предназначенные для бесконтактных измерений плотности жидких сред и пульп.

Интервал между поверками – один год.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке;

Приказ Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности;

Приказ Минтруда России от 24.07.2013 № 328н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок;

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия;

СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010);

СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

СанПиН 2.6.1.3287-15 Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству.

3 Операции поверки

3.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование	8.2	+	+
Проверка уровня мощности эквивалентной дозы гамма-излучения	8.3	+	+
Определение постоянной времени	8.4	+	+
Определение среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности	8.5	+	+
Проверка диапазона и определение систематической составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности	8.6	+	+

3.2 При проведении периодической поверки преобразователей, не имеющих встроенного участка трубопровода, необходимо выполнить операции в соответствии с пунктами 8.1-8.5 таблицы 1 настоящей методики поверки.

3.3 Если при выполнении хотя бы одной из операций по 3.1 будет установлено несоответствие преобразователя установленным требованиям, преобразователь бракуют.

4 Средства поверки

4.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки и вспомогательное оборудование

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.1	Термогигрометр цифровой DT-625, диапазон измерений температуры от минус 20 °С до плюс 80 °С, абсолютная погрешность $\pm 0,8$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 5 до 95 %, абсолютная погрешность ± 3 %. Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, основная абсолютная погрешность $\pm 0,2$ кПа.
8.3	Дозиметр-радиометр МКС-АТ1125А, диапазон измерений от 0,03 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч, основная относительная погрешность ± 15 %.
8.4	Секундомер механический СОСпр-26-2, диапазон измерений от 0 до 600 с, абсолютная погрешность $\pm 0,6$ с. Пластины-имитаторы плотности из стали 45 по ГОСТ 1050-2013 и алюминия АД1 по ГОСТ 21631-2019.
8.5 8.6	ГСО 8579-2004 плотности жидкости (РЭП-1), плотность 683,84 кг/м ³ , абсолютная погрешность $\pm 0,05$ кг/м ³ при P=0,95. ГСО 8106-2002 плотности жидкости (РЭП-12), плотность 1091,97 кг/м ³ , абсолютная погрешность $\pm 0,05$ кг/м ³ при P=0,95. ГСО 8102-2002 плотности жидкости (РЭП-8), плотность 1622,69 кг/м ³ , абсолютная погрешность $\pm 0,05$ кг/м ³ при P=0,95. Пластины-имитаторы плотности из стали 45 по ГОСТ 1050-2013 и алюминия АД1 по ГОСТ 21631-2019.

4.2 Средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке, СО действующие паспорта.

4.3 Допускается применять другие средства измерений, которые по своим характеристикам удовлетворяют требованиям настоящей методики.

5 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в эксплуатационной документации на преобразователи и средства поверки, ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности, Приказ Минтруда России от 24.07.2013 № 328н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок", ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия, СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010), СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009), СанПиН 2.6.1.3287-15 Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству.

6 Требования к квалификации поверителя

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуа-

тационную документацию на преобразователи и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений физико-химического состава и свойств веществ.

7 Условия поверки и подготовка к ней

7.1 При проведении поверки соблюдают следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

7.2 Средства поверки должны быть выдержаны в условиях по 7.1 в течение не менее 2 ч.

7.3 Перед поверкой преобразователь необходимо выдержать в условиях по 7.1 не менее 6 ч.

7.4 Перед проведением поверки выполняют подготовительные работы, указанные в руководстве по эксплуатации на преобразователи и в эксплуатационных документах на средства поверки.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешний осмотр производят визуально. При внешнем осмотре следует:

- установить наличие эксплуатационной документации;
- установить наличие документов о результатах предыдущей поверки;
- визуально оценить внешний вид преобразователя и отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность преобразователя;
- убедиться в наличии маркировки с ясным указанием типа, серийного номера и года выпуска преобразователя;
- проверить комплектность преобразователя;
- убедиться в наличии и сохранности пломбы на источнике излучения.

8.1.2 Результаты осмотра считают положительными, если преобразователь, его внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены; комплектность соответствует эксплуатационной документации; тип, серийный номер и год выпуска преобразователя четко видны на маркировке; имеется в наличии эксплуатационная документация и документ о результатах предыдущей поверки; пломба на источнике излучения не повреждена.

8.1.3 Разукомплектованные, имеющие дефекты и отсутствие маркировки преобразователи к дальнейшей поверке не допускаются.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверить правильность функционирования преобразователей. Необходимо подключить БОИ-22 (БОИ-22Н) к сети питания, установить исправность работы индикаторов.

8.2.2 Результаты считают положительными, если индикаторы работают исправно.

8.3 Проверка уровня мощности эквивалентной дозы гамма-излучения

8.3.1 Используя дозиметр измерить мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см и 1 м от поверхности преобразователя при работе с радионуклидом Cs-137.

8.3.2 Если мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности преобразователя превышает 100 мкЗв/ч, или на расстоянии 1 м от поверхности преобразователя превышает 3 мкЗв/ч, преобразователи к дальнейшей поверке не допускаются.

8.3.3 Используя дозиметр измерить мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от любой доступной точки поверхности при работе с радионуклидом Na-22.

8.3.4 Если мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от любой доступной точки поверхности превышает 1 мкЗв/ч, преобразователи к дальнейшей поверке не допускаются.

8.4 Определение постоянной времени

8.4.1 Определение постоянной времени проводить при помощи пластин-имитаторов плотности из стали 45 по ГОСТ 1050-2013 и алюминия АД1 по ГОСТ 21631-2019, входящих в комплект поставки. Воспроизводимые значения плотности пластин-имитаторов определить в соответствии с Приложением А настоящей методики поверки.

8.4.2 Установить показания преобразователя в начале диапазона измерений. Добавить в набор одну или несколько пластин-имитаторов, обеспечивающие изменение показаний преобразователя не менее, чем на 75 % от установленного диапазона измерений.

8.4.3 Измерить время между моментом введения (выведения) добавленных пластин-имитаторов и моментом достижения показаний преобразователя значения, равного $(1-1/e)$ части интервала между начальным и конечным установившимся значением. Измерения провести 3 раза в прямом и 3 раза в обратном направлениях.

8.4.4 Результаты считают положительными, если постоянная времени преобразователя с источником Cs-137 не более 60 с, а постоянная времени преобразователя с источником Na-22 не более 150 с.

8.5 Определение среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности

8.5.1 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности с помощью ГСО, указанных в таблице 2, или с помощью пластин-имитаторов плотности из стали 45 по ГОСТ 1050-2013 и алюминия АД1 по ГОСТ 21631-2019, входящих в комплект поставки.

8.5.2 Воспроизводимые значения плотности пластин-имитаторов определить в соответствии с Приложением А настоящей методики поверки.

8.5.3 Установить пластины-имитаторы в соответствии с руководством по эксплуатации и провести измерения плотности в 3 точках, равномерно распределенных в диапазоне измерений преобразователя. В каждой точке провести измерения не менее 10 раз. Измерения плотности преобразователем с источником Cs-137 проводить через 5 мин, измерения плотности преобразователем с источником Na-22 проводить через 8 мин.

8.5.4 Рассчитать среднее арифметическое результатов измерений плотности (\bar{p}_i) в i -точке по формуле

$$\bar{p}_i = \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{n}, \quad (1)$$

где p_{ij} - j -результат измерений преобразователем в i -точке, кг/м³;

n – количество измерений.

8.5.5 Рассчитать СКО случайной составляющей погрешности измерений плотности (S_{0i}) по формуле

$$S_{0i} = \frac{1}{p_L} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - \bar{p}_i)^2}{(n-1)}} 100, \quad (2)$$

где p_L - значение верхнего предела диапазона измерений плотности преобразователя, кг/м³.

8.5.6 Преобразователь считают выдержавшим поверку, если СКО случайной составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений плотности во всем диапазоне измерений не превышает $0,5|\gamma|$, где γ - пределы допускаемой систематической составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений: с источником Cs-137 $\pm 0,5$ %; с источником Na-22 $\pm 1,0$ %.

8.6 Проверка диапазона и определение систематической составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности

8.6.1 Провести измерения ГСО, указанные в таблице 2, не менее 10 раз. Измерения плотности преобразователем с источником Cs-137 проводить через 5 мин, измерения плотности преобразователем с источником Na-22 проводить через 8 мин.

8.6.2 Рассчитать систематическую составляющую основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности (γ_i) по формуле

$$\gamma_i = \frac{\bar{P}_i - P_{0i}}{P_L} \cdot 100, \quad (3)$$

где P_{0i} - аттестованное i -значение плотности ГСО, кг/м^3 .

8.6.3 Преобразователь считают выдержавшим поверку, если систематическая составляющая основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности во всем диапазоне измерений находится в пределах $\pm 0,5$ % (с источником Cs-137), $\pm 1,0$ % (с источником Na-22).

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки, представленный в Приложении Г, который хранят в организации, проводившей поверку.

9.2 Преобразователь, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, признают пригодным к применению.

9.3 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815.

9.4 При отрицательных результатах поверки преобразователь признают непригодным к эксплуатации и оформляют извещение о непригодности к применению с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815.

Старший инженер лаборатории 221
УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»

М.В. Шипицына

Старший инженер лаборатории 221
УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»

А.П. Шипицын

Приложение А (обязательное)

Определение воспроизводимых значений плотности пластин-имитаторов плотности

А.1 Пластины-имитаторы плотности представляют собой пластины квадратной формы из стали 45 по ГОСТ 1050-2013 и алюминия АД1 по ГОСТ 21631-2019 с размером стороны 100 мм. Пластины-имитаторы плотности идут в комплекте, основные технические характеристики пластин-имитаторов представлены в таблице А.1.

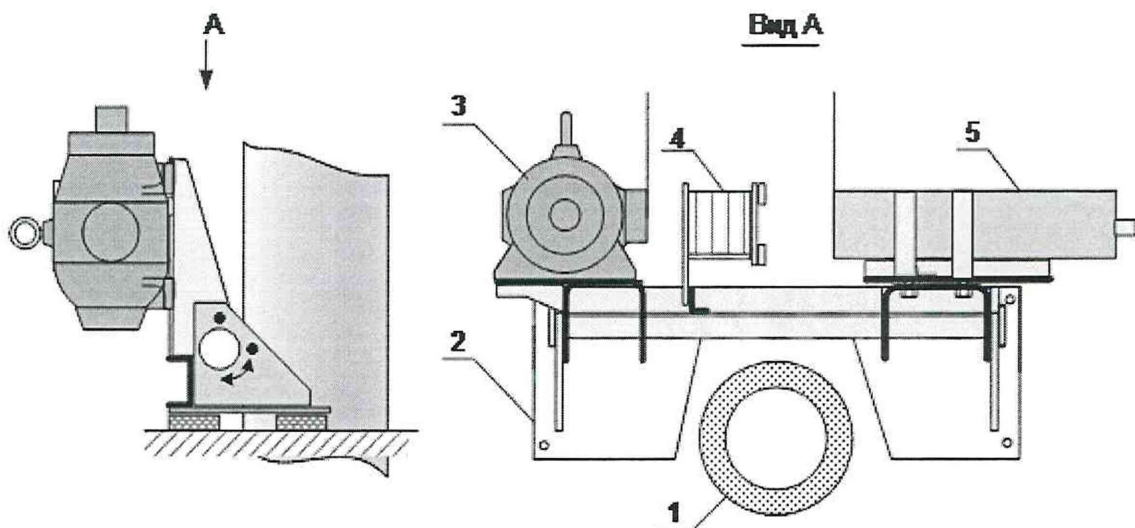
А.1 – Основные технические характеристики пластин-имитаторов плотности

Обозначение пластины в комплекте	Масса, г	Воспроизводимое значение поверхностной плотности, кг/м ²	Материал
2Е8.611.910	10	1,0	АД1
2Е8.611.910-01	25	2,5	АД1
2Е8.611.910-02	50	5,0	АД1
2Е8.611.910-03	100	10,0	АД1
2Е8.611.910-04	200	20,0	45
2Е8.611.910-05	250	25,0	45
2Е8.611.910-06	400	40,0	45
2Е8.611.910-07	500	50,0	45
2Е8.611.910-08	1000	100,0	45
2Е8.611.910-09	2000	200,0	45
2Е8.611.910-10	50	5,0	АД1

А.2 Перед определением воспроизводимых значений пластины-имитаторы промыть авиационным бензином по ГОСТ 1012-2013, протереть чистой сухой салфеткой из мягкой льняной или хлопчатобумажной ткани по ГОСТ 29298-2005, выдержать в условиях по 7.1 в течение не менее 1 ч.

А.3 Воспроизводимые значения пластин-имитаторов определить с помощью ГСО плотности жидкости, представленных в таблице 2, по переходной зависимости в соответствии с ГОСТ 8.368-79 (Приложение 2).

А.4 Воспроизводимые значения пластин-имитаторов определяют с применением рамы монтажной, представленной на рисунке А.1.



1. Место трубопровода 2. Рама монтажная 3. Блок гамма-источника
4. Набор пластин-имитаторов 5. Блок детектирования

Рисунок А.1 – Установка преобразователя с помощью рамы монтажной

А.5 При прохождении пучка гамма-квантов через вещество происходит их рассеяние и поглощение. Коэффициент ослабления имеет размерность (площадь/масса). Ослабление всегда будет идентично в случае равенства поверхностной плотности различных материалов. При построении переходной зависимости необходимо учитывать влияние закона обратных квадратов – интенсивность излучения, проходящего через одну и ту же площадь, обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника. В связи с чем, построение переходной зависимости и дальнейшее использование пластин-имитаторов плотности необходимо производить при стабильной геометрии измерения.

А.6 Преобразователем провести измерения ГСО плотности жидкости с значениями плотности, соответствующими началу, середине и концу диапазона измерений преобразователя.

А.7 Определить значения «счет – плотность»: $f_0 - \rho_0$, $f_1 - \rho_1$, $f_2 - \rho_2$, где f_0 - скорость счета в начальной точке диапазона измерений, имп/с; ρ_0 - плотность в начальной точке диапазона измерений, кг/м³; f_1 - скорость счета в точке, соответствующей середине диапазона измерений, имп/с; ρ_1 - плотность в точке, соответствующей середине диапазона измерений, кг/м³; f_2 - скорость счета в конечной точке диапазона измерений, имп/с; ρ_2 - плотность в конечной точке диапазона измерений, кг/м³.

А.8 Подбираем пластины-имитаторы для каждого значения скорости счета, соответствующего значениям скорости счета каждого ГСО.

А.9 Приписываем каждому подобранному набору пластин-имитаторов значения плотности, измеренные преобразователем.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол поверки № _____
Преобразователь радиоизотопный РП-24

- Заводской номер:
Принадлежит:
Дата изготовления:
Методика поверки: МП 72-221-2020 «ГСИ. Преобразователи радиоизотопные РП-24. Методика поверки»
Средства поверки:
Условия поверки:
Операции поверки:
Б.1 Результаты внешнего осмотра:
Б.2 Результаты опробования:
Б.3 Результаты проверки уровня мощности эквивалентной дозы гамма-излучения:
Б.4 Результаты определения постоянной времени:
Б.5 Результаты определения среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности

Таблица Б.1 – Результаты определения СКО

Характеристика	Точки диапазона измерений		
Измерение 1, кг/м ³			
Измерение 2, кг/м ³			
Измерение 3, кг/м ³			
Измерение 4, кг/м ³			
Измерение 5, кг/м ³			
Измерение 6, кг/м ³			
Измерение 7, кг/м ³			
Измерение 8, кг/м ³			
Измерение 9, кг/м ³			
Измерение 10, кг/м ³			
\bar{p}_f , кг/м ³			
S_{0i} , %			

Б.6 Результаты проверки диапазона и определения систематической составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности

Таблица Б.2 – Результаты проверки диапазона и определения систематической составляющей основной приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности

Характеристика	ГСО		
Измерение 1, кг/м ³			
Измерение 2, кг/м ³			
Измерение 3, кг/м ³			
Измерение 4, кг/м ³			
Измерение 5, кг/м ³			
Измерение 6, кг/м ³			
Измерение 7, кг/м ³			
Измерение 8, кг/м ³			
Измерение 9, кг/м ³			
Измерение 10, кг/м ³			
\bar{p}_i , кг/м ³			
P_{Qi} , кг/м ³			
γ_i , %			

Заключение по результатам поверки:

На основании положительных результатов поверки выдано свидетельство о поверке № _____ от _____ 20__ г.

На основании отрицательных результатов поверки выдано извещение о непригодности № _____ от _____ 20__ г.

Дата поверки _____ Подпись поверителя _____

Организация, проводившая поверку _____