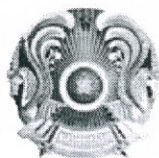


Қазақстан Республикасының
Сауда және интеграция
министрлігі

"Техникалық реттеу және
метрология комитеті"
республикалық мемлекеттік
мекемесі



Министерство торговли и
интеграции Республики Казахстан

Республиканское государственное
учреждение "Комитет
технического регулирования и
метрологии"

Нұр-Сұлтан қ.

г.Нур-Султан

Нөмірі: KZ09VTN00005703

Берілген күні: 14.10.2021

**Өлшем құралдарының типін бекіту туралы
СЕРТИФИКАТ №1254**

14.10.2021 ж.
Қазақстан Республикасының
Өлшем бірлігін
қамтамасыз ету
мемлекеттік жүйесінің
тізілімінде
№ KZ.02.01.01254-2021
болып тіркелген
14.10.2026 жылға дейін
жарамды*

Осы сертификат сынақтардың оң нәтижелерінің негізінде

Германия

өндірістің аумақтық орналасқан жері

«Endress+Hauser SE+Co. KG» фирмасы өндірген

өндірушінің атауы

Gammapirot FMG50

типтің белгіленуі

Деңгей мен тығыздықты радиоизотопты өлшеу кешендері

өлшем құралының атауы

зауыттық нөмірі (зауыттық нөмірлер диапазоны)**

тип бекітілгенін куәландырады және Қазақстан Республикасында айналымға
шығарылғанын куәландырады.

Заместитель председателя

Есенбекова Жанна Рашидовна

Ескерту:

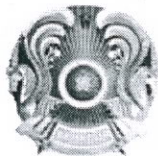
* - Өлшем құралдарының типін бекіту кезінде толтырылады;

** - Өлшем құралдарының партия типін бекіту кезінде толтырылады.



Қазақстан Республикасының
Сауда және интеграция
министрлігі

"Техникалық реттеу және
метрология комитеті"
республикалық мемлекеттік
мекемесі



Министерство торговли и
интеграции Республики Казахстан

Республиканское государственное
учреждение "Комитет
технического регулирования и
метрологии"

Нұр-Сұлтан қ.

г.Нур-Султан

Номер: KZ09VTN00005703

Дата выдачи: 14.10.2021

СЕРТИФИКАТ №1254
об утверждении типа средств измерений

Зарегистрирован в
реестре государственной
системы обеспечения
единства измерений
Республики Казахстан
14.10.2021 года
за № KZ.02.01.01254-2021
Действителен до
14.10.2026 года*

Настоящий сертификат удостоверяет, что на основании положительных
результатов испытаний утвержден тип

Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности

наименование средства измерений

Gammapiilot FMG50

обозначение типа

фирма «Endress+Hauser SE+Co. KG»

наименование производителя

Германия

территориальное место расположения производства

заводские номера (диапазон заводских номеров)**

и допущен к выпуску в обращение в Республике Казахстан.

Заместитель председателя

Есенбекова Жанна Рашидовна

Примечание:

* - заполняется при утверждении типа средств измерений;

** - заполняется при утверждении типа партии средств измерений.



ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Наименование средства измерений: Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности

Обозначение типа: Gammapilot FMG50

Наименование производителя: фирма «Endress+Hauser SE+Co. KG», Германия

Назначение и область применения

Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapilot FMG50 (далее комплексы) предназначены для непрерывного измерения уровня или определения предельных значений уровней жидкостей, пульп и сыпучих материалов (далее продукта), уровня границы раздела рабочих сред, а также измерений плотности продукта (в т. ч. при транспортировке по трубопроводам) при учетно-расчетных операциях, в системах оперативного учета и автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Область применения – в коммунальном хозяйстве, нефтегазовой, химической, пищевой и других отраслях промышленно-хозяйственного комплекса.

Описание

Принцип действия комплекса основан на определении степени ослабления (поглощения) гамма-излучения, испускаемого источником при его прохождении через рабочую среду. Степень ослабления гамма-излучения зависит от типа источника, плотности, толщины и высоты слоя рабочей среды, через которую проходит гамма-излучение.

В зависимости от типа резервуара/трубопровода, условий применения и потребностей Заказчика, в состав комплекса могут входить: источник гамма-излучения с радионуклидом (далее источник), контейнер для источника (далее контейнер), модулятор излучения FHG65 с блоком управления FHG66, детектор гамма-излучения с измерительным преобразователем (далее детектор) FMG50, монтажные комплекты, индикатор сигналов RIA15 с функцией управления, преобразователь измерительный RMA42 и регистратор безбумажный Memograph M RSG45 (зарегистрирован в реестре ГСИ РК за № KZ.02.02.06442-2018 до 12.10.2023 года).

Комплекс может использоваться как в полном составе, так и частично. Поскольку составные части комплекса монтируются без прямого контакта с рабочей средой, то ее параметры не оказывают воздействия на работу комплекса, что позволяет применять комплекс для измерений, в том числе, агрессивных, токсичных и других опасных сред.

Источник испускает гамма-излучение, возникающее при радиоактивном распаде содержащегося в нем радионуклида. В комплексе могут применяться источники гамма-излучения FSG60, FSG61 или аналогичные типа ИГИ-Ц-х-х,

ИМГИЦ-х, ИМГИЦ2-х, ГИД-Ц-х-х, ГИК-х-х, ОСГИ и/или аналогичные с радионуклидом цезий-137 (Cs-137), кобальт-60 (Co-60) или натрий-22 (Na-22).

Контейнер предназначен для формирования пучка излучения от источника в заданном направлении, защиты персонала от воздействия излучения во время работы, транспортировки и хранения источника. Применяются контейнеры типа FQG60, FQG61, FQG62, FQG63, FQG66, Multiplex9s-3, Multiplex9s, KC-XXXX, блоки гамма-источника типа БГИ-xxxx или контейнеры, обладающие аналогичными экранирующими и функциональными характеристиками. Тип контейнера или блока выбирается исходя из типа источника и особенностей применения комплекса.

Детектор предназначен для регистрации гамма-излучения и формирования выходного сигнала. Детектор содержит чувствительный элемент сцинтилляционного типа из йодида натрия (NaI) или поливинилтолуола (PVT). Попадая на сцинтиллятор, гамма-излучение генерирует вспышки света, которые преобразуются фотоумножителем в электрические импульсы. Частота импульсов пропорциональна интенсивности излучения, попадающего на детектор. В зависимости от заданного режима работы и данных калибровки, частота импульсов преобразуется измерительным преобразователем в выходной сигнал уровня или плотности.

Детектор имеет встроенную функцию линеаризации (до 32 точек), а также автоматическую компенсацию снижения активности излучения источника в зависимости от срока его эксплуатации.

Для обеспечения достоверности измерений при изменении фонового уровня радиации и/или наличия воздействия других источников ионизирующего излучения (например, во время проведения гаммадефектоскопии) в составе комплекса применяют модулятор излучения Gamma Modulator FHG65 с блоком управления модулятора Synchronizer FHG66.

Комплекс сертифицирован в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508) на применение в электрических, электронных, программируемых системах, связанных с безопасностью и имеющих уровень полноты безопасности SIL2 (УПБ2) (1001) и SIL3 (УПБ3) при однородном резервировании.

В комплексах реализована технология Heartbeat, позволяющая осуществлять имитационную поверку без демонтажа прибора и остановки технологического процесса, а также непрерывную самодиагностику прибора с выводом диагностических сообщений:

- на местный дисплей;
- в систему настройки и управления парком приборов (например, FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др.);
- в систему автоматизации (например, ПЛК);
- на экран смартфона или планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue.

Результаты самодиагностики Heartbeat классифицируются по стандарту VDI/VDE 2650 и, в соответствии со стандартом NAMUR NE 107, могут быть считаны в виде числовых величин и сообщений с дисплея детектора и/или могут передаваться в виде выходного сигнала (дискретного, аналогового или цифрового).

Параметризация и пуско-наладочные работы осуществляются на месте монтажа с помощью RIA15, удаленно - посредством беспроводного радиointерфейса Bluetooth при помощи смартфона или планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue или через интерфейс цифровой коммуникации посредством компьютера с программным обеспечением (например, DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др.). Измерительная информация может передаваться в виде аналогового и/или цифрового сигнала (например, HART) и/или может быть считана с RIA15 или цифровых устройств посредством беспроводного радиointерфейса Bluetooth.

Для повышения чувствительности комплекса, увеличения диапазона изменений уровня при каскадной установке, и/или при использовании релейных выходов применяются:

- при двух детекторах – RMA42;
- при двух и более детекторах – RSG45.

Комплекс также может использоваться для вычислений концентрации двухкомпонентных продуктов (например, твердых включений в пульпе), для которых имеются зависимости концентрации от плотности и температуры, уровня границы раздела фаз. Комплексы могут входить в состав систем для вычислений объема и массы продуктов в резервуарах и трубопроводах.

Комплексы выпускаются в обычном или взрывозащищенном исполнении.

Внешний вид компонентов комплекса представлены на рисунках 1-8, маркировка комплекса представлена на рисунке 9.

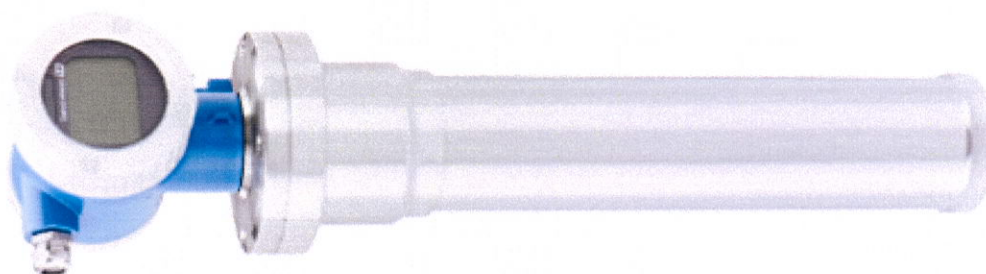


Рисунок 1. Компактный преобразователь Gammapilot FMG50 (детектор)



FQG63



FQG61



FQG66

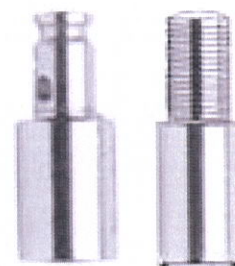


Рисунок 3. Источники гамма-излучения

Рисунок 2. Варианты контейнеров для источников гамма-излучения

efuf

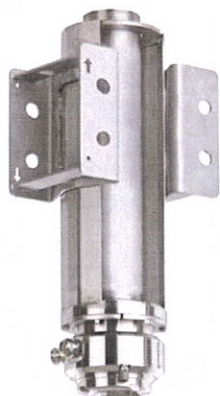


Рисунок 4. Модулятор излучения
Gamma Modulator FHG65



Рисунок 5. Блок управления модулятора
Synchronizer FHG66



Рисунок 6. Индикатор RIA15



Рисунок 7. Преобразователь
измерительный RMA42

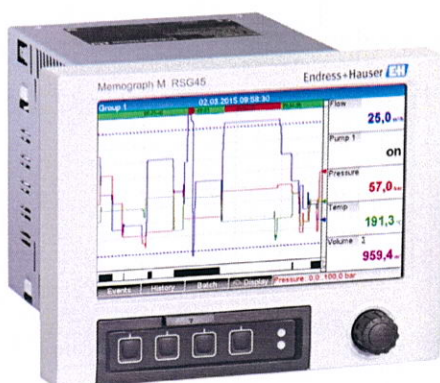


Рисунок 8. Регистратор безбумажный RSG45



Рисунок 9. Маркировка комплексов

Программное обеспечение

Программное обеспечение комплексов состоит из двух частей Firmware и Software. Обработка результатов измерений и вычисление (метрологически значимая часть ПО) проводится по специальным расчетным соотношениям, сохраняемым во встроенной программе (firmware) в виде Hex-File. Доступ к цифровому идентификатору firmware (контрольной сумме) невозможен.

Наименование программного обеспечения нанесено фабричным способом на заводскую табличку (шильдик) детектора, а так же доступно для считывания с использованием цифровых протоколов при помощи персонального компьютера

chf

и/или посредством беспроводного радиointерфейса Bluetooth с экрана смартфона или планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue. Метрологически значимая часть ПО и заводские параметры защищены переключателем в электронном блоке FMG50, а также с помощью пароля для предотвращения несанкционированного доступа к настройкам прибора через ПО DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM, SmartBlue и другие. Настройка и модификация параметров прибора через встроенный дисплей не возможна.

Наименование ПО имеет структуру X.Y.Z, где:

X - идентификационный номер firmware;

Y - идентификационный номер текущей версии Software (от 00 до 99) - характеризующий функциональность преобразователя (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами);

Z - служебный идентификационный номер (например, для усовершенствования или устранения неточностей (bugs tracking)) - не влияет на функциональность и метрологические характеристики комплекса.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
1	2
Идентификационное наименование ПО	FMG50
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.yy.zz
Цифровой идентификатор ПО	не отображается

Уровень защиты программного обеспечения комплекса от преднамеренных и непреднамеренных изменений соответствуют уровню «высокий» по СТ РК 2.46-2014 «ГСИ РК. Программное обеспечение средств измерений. Порядок аттестации. Общие положения.

Основные метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики комплексов приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
Диапазон измерений уровня ¹⁾ , м: - для одного детектора - при каскадной установке двух и более детекторов	от 0 до 3 от 0 до 60
Минимальный диапазон измерений уровня, м	0,3
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности от верхнего значения диапазона измерений уровня, % ²⁾	±1,0

Таблица 2 продолжение

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности от верхнего значения диапазона измерений уровня после имитационной поверки, % ²⁾	±1,5
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности от диапазона измерений уровня каждого детектора при каскадной установке двух и более детекторов при преобразовании измеренной величины в токовый выходной сигнал с применением RMA42, RSG45, %	±0,1
Диапазон измерений плотности рабочей среды, кг/м ³	от 1 до 5500
Минимальный диапазон измерений плотности, кг/м ³	100
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений плотности от диапазона измерений, % ²⁾	±1,0
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений плотности от диапазона измерений после имитационной поверки, % ²⁾	±1,5
Дополнительная погрешность, в зависимости от температуры окружающей среды и материала сцинтиллятора детектора, 1/°C %:	
йодид натрия (NaI)	
- в диапазоне температур от минус 20 до 50 °C	±0,0014
- в диапазоне температур от минус 40 до 80 °C	±0,0042
поливинилтолуол (PVT)	
- в диапазоне температур от минус 40 до 80 °C	±0,0050
Температура окружающего воздуха, °C:	
- детектор (в зависимости от версии)	от минус 40 до 80
- контейнеры (для FQG63)	от минус 40 до 80 (от минус 52 до 400), минус 50 – по запросу
- модулятор излучения FHG65 (с охлаждающей рубашкой)	от минус 40 до 60 (от минус 40 до 120)
- Synchronizer FHG66	от минус 20 до 85
- индикатор сигналов RIA15	от минус 40 до 60
- преобразователь измерительный RMA42	от минус 20 до 60
- регистратор безбумажный Memograph M RSG45	от минус 10 до 50
Температура транспортирования и хранения в зависимости от исполнения комплекса, °C	от минус 40 до 85
Выходной сигнал:	
- токовый (вход/выход), mA	от 4 до 20
- цифровой	HART, Bluetooth, PROFIBUS PA, PROFIBUS DP, FOUNDATION Fieldbus, PROFINET IO, EtherNet/IP, Modbus RTU/TCP
Напряжение постоянного тока, В	от 14 до 35
Потребляемая мощность, Вт, не более:	
- Gammapilot FMG50	1
- Modulator FHG65	3,2
- Synchronizer FHG66	1

Таблица 2 окончание

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
Габаритные размеры, мм, не более: Gammapiilot FMG50: - высота - ширина - длина Modulator FHG65: - диаметр - длина Synchronizer FHG66: - высота - ширина - длина	118 143 от 430 до 3390 200 600 120 11 25
Масса, кг, не более: - контейнер - детектор (в зависимости от исполнения) - Modulator FHG65 - Synchronizer FHG66	от 22 до 350 от 9,1 до 28,14 30 1
Средний срок службы комплекса ³⁾ , лет	20
Средняя наработка на отказ, ч	480000
¹⁾ - диапазон измерений определяется конструктивным исполнением комплекса и особенностями монтажа; ²⁾ - погрешность измерений зависит от особенностей места установки, монтажа и полноты проведения пусконаладочных работ в соответствии с руководством по эксплуатации. ³⁾ - средний срок службы источника излучения определяется его типом.	

Знак утверждения типа средств измерений

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом в соответствии с Правилами утверждения типа, испытаний для целей утверждения типа, метрологической аттестации средств измерений, формы сертификата об утверждении типа средств измерений и установления формы знака утверждения типа.

Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
1	2	3	4
Комплекс радиоизотопный измерений уровня и плотности	Gammapiilot FMG50	1 шт.	В соответствии с заказом
Комплект ЗИП		1 компл.	В соответствии с заказом
Вспомогательные принадлежности		1 компл.	В соответствии с заказом
Компакт - диск или USB-носитель с сервисной программой	Device Care	1 компл.	В соответствии с заказом
Комплект эксплуатационной документации		1 компл.	В соответствии с заказом
Методика поверки	МП 208-007-2021	1 экз.	

Поверка

Поверка комплексов проводится в соответствии с документом МП 208-007-2021 «Комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapiilot FMG50», утвержденным ФГУП «ВНИИМС».

Основные средства поверки:

- Рулетка измерительная 2 класса с ценой деления 1 мм по ГОСТ 7502-98;
- Дальномер ADA Cosmo 50, в диапазоне измерений до 3 метров, погрешность измерений $\pm 1,5$ мм;
- Стенд для поверки по уровню и плотности;
- Весы ВЛТЭ-2100/5100, диапазон измерений 5100 г, погрешность измерений $\pm 0,5$ г;
- Микрометр КАЛИБРОН МК-25 0,01 КЛБ, диапазон измерений 25 мм, погрешность измерений $\pm 0,004$ мм;
- Набор пластин-имитаторов для поверки по плотности, набор вспомогательных пластин для поверки по уровню.

Межповерочный интервал: 3 года

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средствам измерений

Совместный приказ и.о. Министра энергетики Республики Казахстан от 11 марта 2019 года № 81 и Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 18 марта 2019 года № 143 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к государственному регулированию»;

Техническая документация фирмы «Endress+Hauser SE+Co. KG», Германия

Производитель

Фирма «Endress+Hauser SE+Co. KG», Германия
Адрес: Germany, 79689 Maulburg, Hauptstrasse 1
Телефон: +49 7622 28 0, факс: +49 7622 28 14 38
E-mail: info.pcm@endress.com

Импортёр

ТОО «Эндресс+Хаузер (Казахстан)»
Адрес: РК, г. Алматы, ул. Абдулинных, 66
Телефон: +7 (727) 345-06-60, 345-06-60

Директор

ТОО «Эндресс+Хаузер (Казахстан)»

А. Тюнькин

Заместитель

генерального директора
РГП «КазСтандарт»

Ж. Бегайдаров

М.П.



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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП "ВНИИМС"

Н.В. Иванникова
"14" 01 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Комплексы радионуклидных измерений
уровня и плотности Gammapihot FMG50**

**Методика поверки
МП 208-007-2021**

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО
в реестре ГСИ РК
№ 02.05.01.01381-2021
"14" 10 2021 г.

г. Москва
2021

Содержание

п/п	Наименование	стр.
1	Общие положения	3
2	Перечень операций поверки	3
3	Требования к условиям проведения поверки	3
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7	Внешний осмотр	6
8	Подготовка к поверке и опробование	6
9	Проверка программного обеспечения	7
10	Определение метрологических характеристик	7
11	Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10
12	Оформление результатов поверки	12
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема стенда для поверки комплекса по уровню	13
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Схема стенда для поверки по плотности	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Методика определения геометрических размеров и массы пластин-имитаторов	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Пример отчета о поверке при работе комплекса в режиме измерений уровня	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Пример отчета о поверке при работе комплекса в режиме измерений плотности	27
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Протокол поверки Gammapilot FMG50 при измерении уровня	32
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Протокол поверки Gammapilot FMG50 при измерении плотности	33

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий документ распространяется на комплексы радиоизотопные измерений уровня и плотности Gammapilot FMG50, изготавливаемые фирмой Endress+Hauser SE+Co. KG, Германия (далее – комплексы), в состав которых входят следующие основные компоненты: источник ионизирующего гамма-излучения (далее источник), держатель источника, контейнер для источника (далее контейнер), модулятор излучения с блоком управления, детектор гамма-излучения с измерительным преобразователем (далее детектор), электронный преобразователь, выносной цифровой индикатор, монтажные комплекты, при использовании их в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, и устанавливает требования к методам и средствам их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 3 года.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций первичной и периодической поверок

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	При первичной поверке	При периодической поверке с демонтажем и без демонтажа	Имитационный метод
Внешний осмотр	7	Да	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да	Нет
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10	Да	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да	Нет
Оформление результатов поверки	12	Да	Да	Да

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха $+20 \pm 5$ °C;
- относительная влажность воздуха 15...80 %;
- атмосферное давление 86...107 кПа;

- внешние электрические и магнитные поля, уровень от фоновой радиации и воздействие других мощных источников ионизирующего излучения должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу комплекса;
- напряжение питания, вибрация должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации на комплекс.

3.2 При проведении периодической поверки по п. 10.2.3, 10.3. соблюдают рабочие условия эксплуатации.

3.3 Допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин (уровень или плотность) и отдельных выходных сигналов по заявлению владельца комплекса, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и/или паспорте информации об объеме проведенной поверки.

3.4 Допускается возможность проведения поверки в рабочем диапазоне измерений уровня или плотности.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 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.

4.2 К поверке с использованием технологии Heartbeat допускают лиц, изучивших инструкцию по применению технологии Heartbeat.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

5.1.1 При определении метрологических характеристик, соотношение основных погрешностей поверочной установки, эталонов по проверяемому параметру поверяемого детектора не должно превышать 1:3 и применяют следующие эталоны и испытательное оборудование указанные в таблице 2:

Таблица 2 – Требования к средствам поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и типа (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
10.2.3	Рабочий эталон 2 разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. №3459	Рулетка измерительная 2 класса с ценой деления 1 мм по ГОСТ 7502-98
10.2.1, 10.2.2	Средство измерений расстояний: диапазон из-	Дальномер ADA Cosmo 50, (регистрационный №

Номер пункта методики поверки	Наименование и типа (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
	мерений до 3 метров, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1,5$ мм	69904-17 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10.2.1, 10.2.2	Средство измерений наружных линейных размеров: диапазон измерений 500 мм, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений наружных размеров $\pm 0,05$ мм	Штангенциркуль Micron (регистрационный № 70557-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10.2.1, 10.2.2	Стенд для поверки по уровню и плотности	Согласно приложениям А и Б
10.2.2	Средство статических измерений массы веществ и материалов II класса точности по ГОСТ Р 53228-2008	Весы неавтоматического действия GP-61KS (регистрационный № 50583-12 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10.2.2	Средство измерений наружных линейных размеров и толщины пластин: диапазон измерений от 0 до 25 мм, погрешность измерений $\pm 0,004$ мм	Микрометры МК, МК Ц, МЛ, МЛ Ц (регистрационный № 78936-20 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10.2.1	Набор вспомогательных пластин для поверки по уровню	Согласно Приложению А
10.2.2	Набор пластин-имитаторов для поверки по плотности	Согласно Приложению В
10.2.1, 10.2.2	Средство измерений времени: предел допускаемой абсолютной погрешности измерений в режиме секундомера $\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$, с, где T_x – измеренный интервал времени	Секундомер электронный "ИНТЕГРАЛ С-01" (регистрационный № 44154-20 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10.1, 10.2.1, 10.2.2, 10.2.3, 10.3	Источник постоянного тока напряжением 24 В, переменного тока 220 В частотой 50 Гц	Источник питания 6812В (регистрационный № 47897-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10.1, 10.2.1, 10.2.2, 10.2.3, 10.3	Средство измерений силы постоянного тока: диапазон измерений от 0 до 24 мА, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05$ %	Ампервольтметр Р386, (регистрационный № 3295-72 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)

Номер пункта методики поверки	Наименование и типа (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
10.1, 10.2.1, 10.2.2, 10.2.3, 10.3	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	

5.2 При проведении поверки имитационным методом.

5.2.1 Смартфон, планшетный компьютер с установленным ПО SmartBlue и/или персональный компьютер с программным обеспечением FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др. с возможностью подключения к комплексу (для поверки с использованием технологии Heartbeat). Для подключения через ПО SmartBlue необходимо наличие Bluetooth подключения на смартфоне или планшетном компьютере. Для подключения компьютера с ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др. через USB порт необходимо наличие устройства периферийного (HART модема), например, Commubox FXA195; через сервисный интерфейс CDI – устройства периферийного Commubox FXA291;

5.3 Допускается использование аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.4 Все средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, пожарной безопасности, нормами радиационной безопасности, действующими на предприятии, поверочной установке;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого комплекса, приведенными в эксплуатационной документации.

6.2 Монтаж электрических соединений проводят в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и "Правилами устройства электроустановок" (раздел VII).

6.3 При проведении поверки необходимо соблюдать действующие нормы и требования по работе с источниками ионизирующего излучения, используемыми при поверке.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1. При внешнем осмотре проверяют:

- отсутствие механических повреждений на компонентах комплекса, препятствующих его применению;
- соответствие маркировочных табличек компонентов комплекса требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности, указанной в документации.
- проверка срока службы источника в соответствии с паспортом. Фактический срок службы источника не должен превышать паспортный.

Комплекс, не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- при первичной или периодической поверке поверяемый комплекс подготавливают к работе согласно инструкции по эксплуатации;
- комплекс выдерживают в нормальных условиях не менее одного часа во включенном состоянии;
- проводят настройку комплекса согласно инструкции по эксплуатации.

8.2. Методы задания значения параметров комплекса путем ввода их в рабочее меню детектора указаны в разделе "Ввод в эксплуатацию" инструкции по эксплуатации.

8.3. При поверке с демонтажом:

- подготавливают стенд для поверки по уровню и плотности согласно Приложению А и Б;
- определяют характеристики вспомогательных пластин по Приложению А при поверке по уровню;
- определяют характеристики пластин-имитаторов согласно Приложению В при поверке по плотности;
- выдерживают средства поверки в нормальных условиях не менее трех часов.

8.4. Опробование.

Опробуют комплекс:

- при первичной поверке, а также при периодической поверке на месте эксплуатации с демонтажом – на стенде для поверки по уровню и плотности согласно Приложениям А и Б;
- при первичной или периодической поверке без демонтажа, на месте эксплуатации, при имеющейся возможности увеличения/уменьшения уровня/плотности продукта в резервуаре/трубопроводе.

Комплекс подготавливают к поверке и настраивают, согласно руководству по эксплуатации в соответствии с выбранными характеристиками (плотность, уровень).

Результат опробования считают положительным, если при увеличении/уменьшении уровня/плотности соответствующим образом изменялись показания на дисплее детектора, экране смартфона, планшетного компьютера с установленным ПО SmartBlue, мониторе компьютера с программным обеспечением (например, DeviceCare, FieldCare, AMS Device

Manager, SIMATIC PDM и др.), контроллера, индикаторе сигналов RIA15, преобразователе измерительном RMA42 и регистраторе безбумажном Memograph M RSG45.

Допускается совмещать проверку функционирования (опробование) с процедурой определения метрологических характеристик комплекса.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1. Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО).

При подаче питания на детектор, номер версии ПО можно посмотреть через ПО SmartBlue, DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM и др., выбрав в меню Система → Информация. Также версия ПО указана на маркировочной табличке детектора FMG50. Защита ПО осуществляется с помощью переключателя на модуле электроники, находящемся под дисплеем детектора FMG50, а также с помощью пароля для предотвращения несанкционированного доступа к настройкам через ПО DeviceCare, FieldCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM, SmartBlue и др. Настройка и модификация параметров детектора через дисплей не возможна.

Доступ к цифровому идентификатору программного обеспечения (контрольной сумме исполняемого кода) невозможен.

Результаты проверки считаются положительными, если отображаются идентификационные данные, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FMG50
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01.yy.zz
Цифровой идентификатор ПО	не отображается

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Минимальное время выдержки перед фиксацией показаний детектора при изменении уровня, плотности, имитируемого значения уровня или плотности составляет 5 минут.

Для проведения поверки необходим планшетный компьютер или персональный компьютер с установленным ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др., для подключения к детектору и конфигурации настроек согласно руководству по эксплуатации. Детектор подключен к источнику питания.

10.1. Проверка токового выхода (при его наличии).

10.1.1. Для детекторов, имеющих цифровой выход, а также имеющих токовый выход, но работающих в одно- или многоадресном режиме HART проверка токового выхода не требуется.

10.1.2. Проводят проверку токового выхода. Для этого задают в ячейке "проверка токового выхода" ("simulation") не менее трёх из имеющихся токовых значений в произвольном порядке.

Для проверки токовых выходов, для каждого токового выхода, имеющегося у детектора, последовательно задают в рабочем меню "моделирование" ("simulation") не менее трёх токовых значений (например, 4, 12 и 20 мА) в произвольном порядке.

10.2. Поверка комплекса с демонтажем

Для проведения поверки комплекса с демонтажем допускается использование источника (источников) и/или контейнера (контейнеров), не входящих в состав комплекса, в том числе, источника меньшей активности, например, натрий-22 (Na-22).

Допускается использовать набор вспомогательных пластин для поверки по уровню (Приложение А), набор пластин-имитаторов для поверки по плотности (Приложение В), прошедших предварительную аттестацию. В этом случае значения геометрических размеров пластин и плотности принимаются равными установленным при проведении аттестации, при проведении поверки определять значения геометрических размеров пластин и плотности дополнительно не требуется.

10.2.1. Поверка комплекса с демонтажем при измерении уровня

Используют: дальномер с диапазоном измерений не менее 3 метров, с погрешностью измерений не более $\pm 1,5$ мм, штангенциркуль с диапазоном измерения не менее 500 мм с погрешностью измерений не более $\pm 0,05$ мм; набор вспомогательных пластин для поверки по уровню (Приложение А).

Для установки начальных параметров и проведения поверки применяют планшетный или персональный компьютер с установленным ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др. для подключения к детектору и конфигурации настроек согласно руководству по эксплуатации.

Выполняют монтаж комплекса и средств поверки на стенд согласно Приложения А. Источник монтируется на стенд в соответствии с приложением А. Фиксируется уровень фоновой радиации.

Далее, используя пластины (см. Приложение А), проводится настройка прибора и составляется таблица линеаризации. Точность перекрытия сцинтиллятора контролируется дальномером или штангенциркулем, в зависимости от значения имитируемого уровня.

После задания начальных параметров и составления таблицы линеаризации выбирают минимум 3 точки диапазона измерений. Точки соответствуют 30, 50 и 70 % диапазона измерений уровня, с точностью позиционирования ± 5 %.

Измеренное штангенциркулем/дальномером значение сравнивают с показанием прибора.

10.2.2. Поверка комплекса с демонтажем при измерении плотности

Для установки начальных параметров и проведения поверки применяют планшетный или персональный компьютер с установленным ПО FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM или др. для подключения к детектору и конфигурации настроек согласно руководству по эксплуатации.

При поверке комплекса с демонтажем для измерений плотности используют стенд согласно Приложения Б и пластины-имитаторы согласно приложению В. Процедура определения толщины пластин-имитаторов приведена в Приложении В.

Измерение проводят для 3 значений плотности (3 разные суммарные толщины пластин-имитаторов): 15, 50 и 85 % от рабочего диапазона измерений плотности. Точность задания плотности ± 5 %.

Допускается проводить измерение с использованием большего количества точек, равномерно распределенных по рабочему диапазону измерений плотности. В каждой точке проводят 1 измерение.

10.2.3. Поверка комплекса без демонтажа при измерении уровня на месте эксплуатации.

При проведении измерений без демонтажа поверхность продукта в резервуаре

должна быть ровной/спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено. Заполнение/опорожнение резервуара в процессе измерений не допускается.

Проводят измерение при исходном уровне продукта в резервуаре.

Если имеется возможность заполнения/опорожнения резервуара до определённых уровней, значения которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, подводных трубопроводов или технологическим процессом (например, по известным значениям "В", т.е. верхнего и "Н", т.е. нижнего уровней, известных из протокола измерений параметров резервуара от соответствующих служб резервуарного парка предприятия, полученных при составлении калибровочных таблиц резервуара), то поверка может проводиться по данным значениям уровня.

Проводят измерения с помощью рулетки или заполняют/опорожняют резервуар до однозначно определенных уровней два раза и записывают в протокол показания значения "уровня" в данной позиции и данные измерений комплекса.

При определении погрешности измерений уровня раздела сред проводят измерение этого уровня рулеткой с использованием водочувствительной пасты (ТУ 264210-005-1643778).

Для проведенных измерений определяют значение приведенной погрешности измерений по формуле

$$\delta = \frac{L_y - L_n}{D} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где

L_n - значение расстояния, измеренное рулеткой (контрольным уровнемером) или однозначно определенный уровень в позиции "В" и "Н", в мм;

L_y - значение уровня, измеренное комплексом в позиции "В" и "Н", в мм;

D – верхнее значение диапазона измерений уровня, в мм.

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает $\pm 1\%$.

10.3. Периодическая имитационная поверка с использованием технологии Heartbeat при измерении уровня или плотности.

Данный вариант проведения поверки доступен при наличии в детекторе опции Heartbeat Verification + Monitoring.

10.3.1. С помощью функции Diagnostics → Heartbeat → Heartbeat verification (Диагностика → Heartbeat → Heartbeat verification), в соответствии с инструкцией по применению технологии Heartbeat, в комплексе иницируется процедура самоповерки, в ходе которой проверяются следующие параметры:

Дрейф характеристик измерительных сигналов электронного преобразователя детектора (раздел «Основной блок электроники»):

- проверка соответствия измеренной на выходе силы тока, имитируемой детектором (параметр «Выходной ток»);
- проверка соответствия измеренного напряжения на клеммах, имитируемому детектором (параметр «Напряжение на клеммах»);
- проверка соблюдения последовательности и полноты исполнения функциональных блоков встроенного ПО (параметр «Целостность программного обеспечения»);
- проверка контрольных сумм ОЗУ (параметры «Проверьте RAM», «Проверьте ROM»);
- проверка отсутствия критических диагностических сообщений (параметр «Статус системы»);

Дрейф электротехнических характеристик детектора, отвечающих за достижение требуемой точности измерений (параметры разделов «Модуль сенсора», «Параметры процесса», «История процесса»):

- проверка измерительных функций, дрейфа собственной частоты и напряжения на встроенном модуле питания кварцевых генераторов (параметр «Часы реального времени»);
- проверка достоверности и стабильности измеренного значения напряжения на модуле высокого напряжения фотоумножителя (параметр «Высокое напряжение ФТУ»);
- проверка функциональности сенсора и сигнальной цепи в сенсорном модуле (параметр «Техническое состояние сенсора»);
- проверка нахождения температуры детектора в допустимом диапазоне (параметр «Датчик температуры»);
- проверка нахождения частоты генерируемых импульсов в допустимом диапазоне (параметр «Частота импульса»).

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1. Проверка токового выхода (при его наличии).

11.1.1 Приведенную погрешность δ_i по токовому сигналу определяют по формуле

$$\delta_i = \frac{I_s - I_y}{D} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где

I_y – значение тока, измеренное на выходе детектора, измеренное ампервольтметром в мА;

I_s – проверочное значение тока в мА;

D – диапазон изменений выходного сигнала, мА.

Комплекс считают проверенным по токовому выходу, если значение приведенной погрешности не превышает $\pm 0,1$ %.

11.2. Поверка комплекса с демонтажем при измерении уровня

11.2.1. Приведенную погрешность определяют по формуле

$$\delta_k = \frac{L_k - L_y}{D} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где

L_k – значение уровня, измеренное комплексом, мм;

L_y – значение уровня, измеренное дальномером (штангенциркулем), мм;

D – верхнее значение диапазона измерений уровня, мм.

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает ± 1 %.

11.3. Поверка комплекса с демонтажем при измерении плотности

11.3.1. Приведенную погрешность комплекса при измерении плотности в процентах для каждой точки определяют по формуле

$$\delta_k = \frac{\rho_k - \rho_p}{\rho_{pd}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где

ρ_k – значение плотности, измеренное комплексом, кг/м³;

ρ_p – расчетная плотность, кг/м³ (см. Приложение В);

ρ_{po} – разница между максимальным и минимальным значением плотности, входящих в рабочий диапазон измерений плотности, кг/м³.

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает $\pm 1\%$.

11.4. Поверка комплекса без демонтажа при измерении уровня на месте эксплуатации.

11.4.1. Для проведенных измерений определяют значение приведенной погрешности измерений по формуле

$$\delta = \frac{L_y - L_n}{D} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где

L_n – значение расстояния, измеренное рулеткой (контрольным уровнемером) или однозначно определенный уровень в позиции "В" и "Н", в мм;

L_y – значение уровня, измеренное комплексом в позиции "В" и "Н", в мм;

D – верхнее значение диапазона измерений уровня, в мм.

Комплекс считают выдержавшим поверку по данному параметру, если полученное значение приведенной погрешности при каждом измерении не превышает $\pm 1\%$.

11.5. Периодическая имитационная поверка с использованием технологии Heartbeat при измерении уровня или плотности

11.5.1. Результаты поверки считаются положительными, если в отчете о поверке (Verification report), формируемом при использовании технологии Heartbeat (см. Приложения Г и Д), результаты проверки параметров комплекса отображаются в виде Passed (Выполнено).

11.5.2. При положительных результатах имитационной поверки комплекс признают годным при измерениях уровня и плотности с погрешностью, указанной в таблице 4.

Таблица 4 – Значение характеристик, в том числе после имитационной поверки с использованием технологии Heartbeat

Наименование характеристики	Значение
Рабочая среда	Жидкости, пульпы и сыпучие продукты
Диапазон измерений уровня (для одного детектора) ¹⁾ , м	от 0 до 3
Минимальный диапазон измерений уровня, м	0,3
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений уровня после имитационной поверки, от диапазона измерений, % ^{2), 3)}	$\pm 1,5$
Диапазон измерений плотности рабочей среды, кг/м ³	от 1 до 3000
Диапазон показаний плотности рабочей среды, кг/м ³	от 1 до 5500
Минимальный диапазон измерений плотности, кг/м ³	100
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений плотности после имитационной поверки, от диапазона измерений, % ^{2), 3)}	$\pm 1,5$
¹⁾ - диапазон измерений определяется конструктивным исполнением комплекса и особенностями монтажа;	
²⁾ - погрешность измерения зависит от особенностей места установки, монтажа и полноты	

Наименование характеристики	Значение
проведения пусконаладочных работ в соответствии с руководством по эксплуатации. 3) – допускаемая основная приведенная погрешность определяется при нормальных условиях: - температура (20 ± 10) °C, - давление ($101,3 \pm 2$) МПа, - влажность не имеет значения.	

12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1. Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ

12.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением в Паспорт знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. №2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

12.3 Форма протоколов поверки приведена в приложениях Е и Ж.

12.4 Положительные результаты периодической поверки при поверке с использованием технологии Heartbeat оформляют протоколом по форме, приведенной в Приложениях Г и Д.

12.5 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела 208 ФГУП "ВНИИМС"

Б. А. Иполитов

Начальник сектора ФГУП "ВНИИМС"

В. И. Никитин

Представитель фирмы ООО "Эндресс+Хаузер"

А.С. Гончаренко

Приложение А

Схема стенда для поверки комплекса по уровню

А.1. Схема стенда для поверки комплекса по уровню

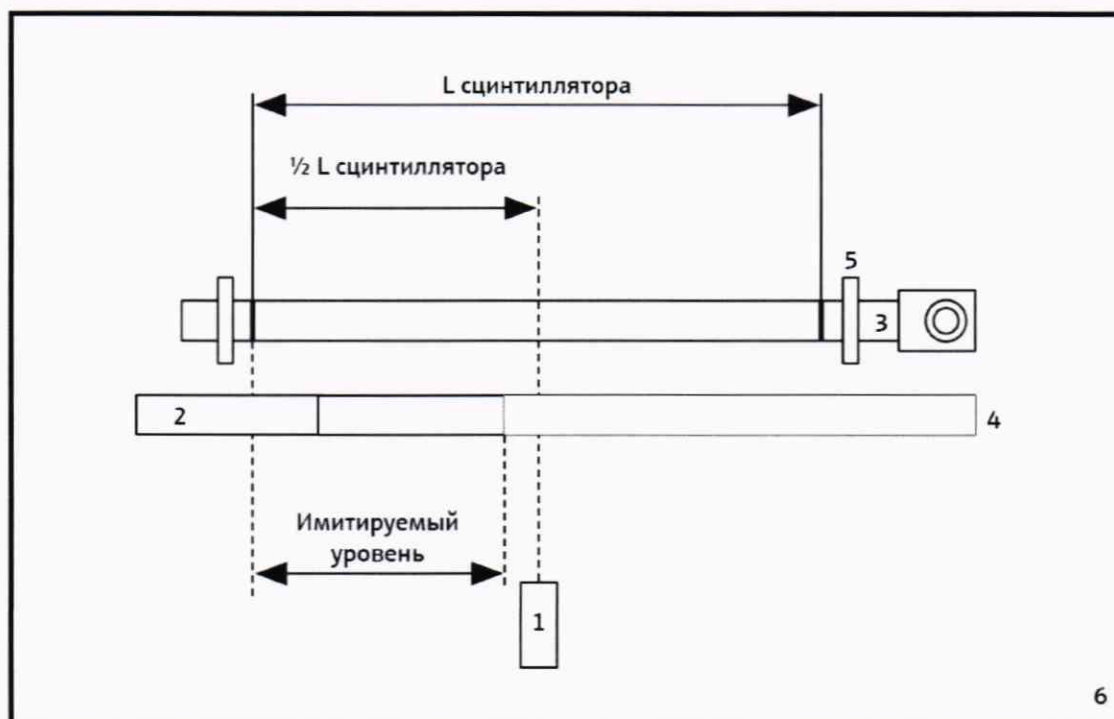


Рисунок А.1. – Схема стенда для поверки комплекса по уровню.

- 1 – контейнер с источником радиоактивного излучения
- 2 – вспомогательные пластины для поверки по уровню
- 3 – детектор
- 4 – направляющие
- 5 – монтажные скобы
- 6 – поверхность стола

Контейнер с источником радиоактивного излучения устанавливается на расстоянии 100 см от детектора с точностью задания 10 %. Используется 1 источник, который располагается напротив середины длины сцинтиллятора.

Для проведения поверки используется источник с активностью не менее 0,83 МБк, при условии регистрации детектором в составе стенда, в соответствии со схемой А1, не менее 1500 импульсов в секунду при открытом положении контейнера и имитируемом уровне равном 0.

Точки начала и конца сцинтиллятора обозначены на корпусе детектора черной маркировкой. Собственная ширина маркировки является частью диапазона измерения детектора.

Вспомогательные пластины располагают параллельно детектору на расстоянии 10 см от него. Пластины устанавливают вплотную друг к другу, без зазоров.

Контейнер с источником устанавливают на стенд, фиксируют уровень фоновой радиации. Далее контейнер открывают и записывают показания прибора при отсутствии вспомогательных пластин.

Проводят настройку прибора. Для этого пошагово имитируют уровень экранированием сцинтиллятора детектора при помощи вспомогательных пластин. Количество точек для настройки выбирают из расчета 1 точка на 10 см длины сцинтиллятора. Положения выбирают равномерно по длине сцинтиллятора с точностью задания $\pm 1\%$. Составляют таблицу линеаризации. Каждой суммарной длине пластин соответствует определенное число импульсов, которое в таблице линеаризации пропорционально определенной суммарной длине пластин, измеренной с помощью:

- штангенциркуля, в случае длины воспроизводимого уровня менее 400 мм;
- дальномера, в случае воспроизводимого уровня равного или более 400 мм. При этом значение воспроизводимого уровня H_y измеряют дальномером от точки начала сцинтиллятора до пластины-отражателя (см. рисунок А.2.).



Рисунок А.2. - Схема измерения имитируемого пластинами уровня

- 1 – вспомогательные пластины
- 2 – пластина-отражатель
- 3 – детектор
- 4 – монтажные скобы
- 5 - дальномер

Для измерений значения воспроизводимого уровня, на дальней грани крайней пластины, имитирующей уровень, перпендикулярно вспомогательной пластине 1 устанавливают пластину-отражатель 2 толщиной 1 мм (см. рисунок А.2). Эта же пластина перпендикулярна детектору.

Общий вид стенда приведен на рисунке А.3.

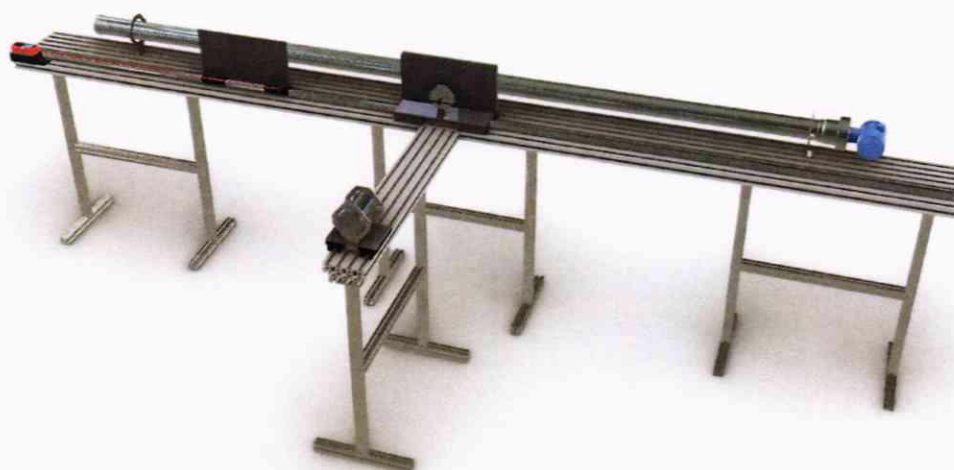


Рисунок А.3. - Общий вид стенда для поверки

А.2. Технические характеристики вспомогательных пластин при поверке по уровню

Возможно применение пластин из 2 материалов: стали или свинца. Пластины должны иметь одинаковую толщину и плотность. Не допускается использование в одном наборе пластин, изготовленных из разных материалов и/или марок (партий) материалов.

Материал: сталь.

Габаритные размеры *:

- Длина 200 мм;
- Высота 140 мм;
- Толщина 80 мм.

Предельное отклонение от перпендикулярности кромок - не более 0,5 мм.

Предельное отклонение от параллельности поверхностей пластины - не более 0,1 мм.

Шероховатость поверхностей пластины - не более Ra 2,5 мкм.

Материал: свинец.

Габаритные размеры *:

- Длина 200 мм;
- Высота 140 мм;
- Толщина 40 мм.

Предельное отклонение от перпендикулярности кромок - не более 0,5 мм.

Предельное отклонение от параллельности поверхностей пластины - не более 0,1 мм.

Шероховатость поверхностей пластины - не более Ra 2,5 мкм.

** - Указаны рекомендуемые значения, геометрические размеры пластин могут быть выбраны индивидуально, согласно геометрии стенда, собранного согласно рисунку А.1.*

Количество пластин набора определяется таким образом, чтобы их суммарная длина при установке их вплотную друг к другу была не менее длины сцинтиллятора проверяемого детектора. Например, при длине пластин 200 мм и длине сцинтиллятора 3000 мм, необходимое число пластин равно $3000/200 = 15$. При необходимости округляют в большую сторону до ближайшего целого числа. Таким образом может быть осуществлен подбор числа пластин при любой длине сцинтиллятора и самих пластин.

А.3. Методика измерений параметров вспомогательных пластин при поверке по уровню

Применяют средства измерений:

- штангенциркуль Micron ШЦЦ-2-500 0.01 губ.150 мм МИК 34231, диапазон измерений 500 мм, погрешность измерений не более $\pm 0,05$ мм;

С помощью штангенциркуля выполняют 5 измерений толщины пластины в 5 равноудаленных точках длинных граней пластин. Воображаемые прямые, соединяющие 2 точки на разных гранях перпендикулярны этим граням. На гранях длиной равной 200 мм 5 точек для измерения толщины должны быть расположены на расстоянии 20, 60, 100, 140 и 180 мм соответственно от выбранной грани длиной 80 мм.

Вычисляют среднее арифметическое значение толщины пластины по формуле

$$T = \frac{\sum_{i=1}^5 t_i}{5}, \quad (\text{А.1.})$$

где

T – среднее арифметическое из измеренных значений толщины пластины, мм;

i – номер измерения;

t_i – измеренное значение толщины пластины, мм.

Приложение Б

Схема стенда для поверки по плотности

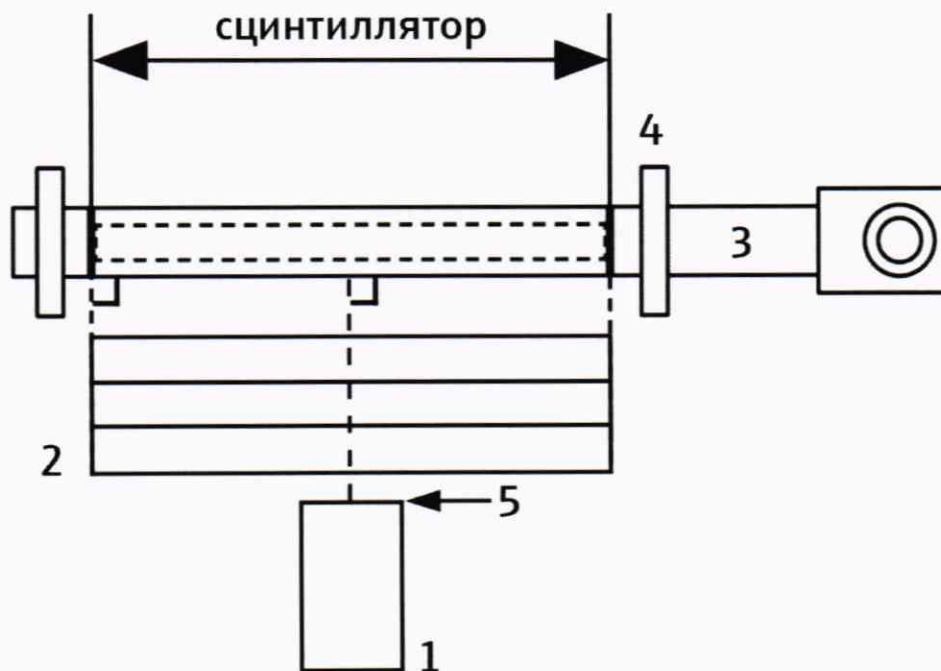


Рисунок Б.1. - Схема стенда для поверки по плотности

- 1 – контейнер с источником излучения
- 2 – пластины-имитаторы
- 3 – детектор
- 4 – монтажные скобы
- 5 – внешняя поверхность контейнера

Расстояние между источником излучения и детектором, равное расстоянию от внешней поверхности открытого контейнера с источником излучения или от внешней поверхности задвижки контейнера до поверхности корпуса детектора выбирают равным 100 мм.

Контейнер с источником располагают напротив середины длины сцинтиллятора детектора. Пластины-имитаторы устанавливаются между детектором и источником, центр длины пластины – на воображаемой линии, соединяющей центр сцинтиллятора и центр источника излучения.

Обеспечивают параллельность внешней поверхности открытого контейнера с источником излучения или внешней поверхности задвижки контейнера, оси сцинтиллятора детектора и поверхности пластин-имитаторов.

Общий вид стенда представлен на рис. А.3.

Приложение В

Методика определения геометрических размеров и массы пластин-имитаторов

В.1. Технические характеристики пластин-имитаторов

Материал используемых пластин: сталь или свинец.

Не допускается использование в одном наборе пластин, изготовленных из разных материалов и/или марок (партий) материалов.

Габаритные размеры и параметры*:

- Длина 450 мм;
- Ширина 100 мм;
- Толщина подбирается в зависимости от имитируемого диапазона плотности. Минимальная толщина пластины 2 мм.

Предельное отклонение от перпендикулярности кромок, не более 0,5 мм/м.

Предельное отклонение от параллельности поверхностей пластины не более 0,1 мм/м.

Шероховатость поверхностей пластины Ra - не более 2,5 мкм.

** - Указаны рекомендуемые значения, параметры пластин могут быть выбраны индивидуально, согласно геометрии стенда, собранного согласно рисунку А.1.*

Каждой пластине-имитатору в наборе присваивают порядковый номер, который заносят в таблицу В.1, а также наносят маркировку с присвоенным номером на поверхность пластины-имитатора.

В.2. Расчет плотности пластин-имитаторов

Значение плотности пластин-имитаторов определяют расчетным методом.

Применяют средства измерений:

- штангенциркуль Micron ШЦЦ-2-500 0.01 губ.150 мм МИК 34231, диапазон измерений 500 мм, погрешность измерений не более $\pm 0,05$ мм;
- весы ВЛТЭ-2100/5100, диапазон измерений 5100 г, погрешность измерений $\pm 0,5$ г;
- микрометр КАЛИБРОН МК-25 0,01 КЛБ, диапазон измерений 25 мм, погрешность измерений $\pm 0,004$ мм.

Допускается использование аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

С помощью штангенциркуля выполняют 5 измерений длины и высоты пластины в 5 равноудаленных точках коротких и длинных граней пластин соответственно. Воображаемые прямые, соединяющие 2 точки на разных гранях перпендикулярны этим граням. На гранях длиной 100 мм 5 точек для измерения должны быть расположены на расстоянии 10, 30, 50, 70 и 90 мм соответственно от выбранной грани длиной 450 мм. На гранях длиной 450 мм 5 точек для измерения должны быть расположены на расстоянии 60, 140, 220, 300 и 380 мм соответственно от выбранной грани длиной 100 мм. Вычисляют среднее арифметическое значение длины пластины по формуле

$$L = \frac{\sum_{i=1}^5 l_i}{5}, \quad (B.1.)$$

где

L – среднее арифметическое измеренных значений длины пластины, мм;

i – номер измерения;

l_i – измеренное значение длины пластины, мм.

Полученное значение вносят в таблицу В.1.

Вычисляют среднее арифметическое значение высоты пластины по формуле

$$H = \frac{\sum_{i=1}^5 h_i}{5}, \quad (\text{В.2.})$$

где

H – среднее арифметическое измеренных значений высоты пластины, мм;

i – номер измерения;

h_i – измеренное значение высоты пластины, мм.

Полученное значение внести в таблицу В.1.

С помощью микрометра выполняют 5 измерений толщины пластины в 5 точках. Воображаемые прямые, соединяющие 2 точки на разных гранях перпендикулярны этим граням. На гранях длиной 450 мм 5 точек для измерения должны быть расположены на расстоянии 60, 140, 220, 300 и 380 мм соответственно от выбранной грани длиной 100 мм. Вычисляют среднее арифметическое значение толщины пластины по формуле

$$T = \frac{\sum_{i=1}^5 t_i}{5}, \quad (\text{В.3.})$$

где

T – среднее арифметическое из измеренных значений толщины пластины, мм;

i – номер измерения;

t_i – измеренное значение толщины пластины, мм.

Полученное значение внести в таблицу В.1.

При взвешивании пластины на весах выполняют 5 измерений массы пластины. Вычисляют среднее арифметическое значение массы пластины по формуле:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^5 m_i}{5}, \quad (\text{В.4.})$$

где

M – среднее арифметическое из измеренных значений массы пластины, кг;

i – номер измерения;

m_i – измеренное значение массы пластины, кг.

Полученное значение внести в таблицу В.1.

Рассчитывают плотность пластины-имитатора по формуле

$$\rho = \frac{M}{L \cdot H \cdot T}, \quad (\text{В.5.})$$

где

ρ – плотность пластины-имитатора, кг/м³;

M – средняя арифметическая масса пластины, кг;

L – средняя арифметическая длина пластины, м;

H – средняя арифметическая высота пластины, м;

T – средняя арифметическая толщина пластины, м.

Полученное значение вносят в таблицу В.1.

Таблица В.1. – Параметры пластин-имитаторов.

Номер пластины-имитатора	Материал	Средняя арифметическая длина L , м	Средняя арифметическая высота H , м	Средняя арифметическая толщина T , м	Средняя арифметическая масса M , кг	Расчетная плотность, ρ , кг/м ³

В.3. Вычисление расчетной плотности набора пластин-имитаторов

Рассчитывают среднюю плотность материала пластин-имитаторов, входящих в набор, по формуле:

$$\rho_{\text{мат}} = \sum_{j=1}^z \frac{T_j \cdot \rho_j}{\bar{T}}, \quad (\text{В.6.})$$

где

$\rho_{\text{мат}}$ – средняя плотность материала пластин в наборе, кг/м³;

j – номер пластины в наборе.

T_j – толщина j -ой пластины-имитатора, м (значение из таблицы В.1);

$\bar{T}$ – суммарная толщина набора пластин, м, вычисленная по формуле (В.6);

z – количество используемых при имитации пластин-имитаторов;

ρ_j – плотность каждой пластины, кг/м³ (значение из таблицы В.1);

Расчетную плотность при использовании пластин определяют по формуле

$$\rho_p = 10 \cdot \rho_{\text{мат}} \sum_{j=1}^z T_j \quad (\text{В.7.})$$

где

ρ_p – расчетная плотность, кг/м³;

10 – коэффициент, обратно пропорциональный расстоянию от внешней поверхности открытого контейнера с источником излучения, например, FQG61, FQG62, FQG63, FQG66, КС-XXXX или от внешней поверхности задвижки контейнера, например, FQG60 до поверхности корпуса сцинтиллятора детектора, м⁻¹;

j – порядковый номер используемой для имитации пластины-имитатора;

z – количество пластин-имитаторов, шт.

T_j – толщина j -ой используемой пластины-имитатора, м (значение из таблицы В.1);

$\rho_{\text{мат}}$ – средняя плотность материала пластин в наборе, кг/м³.

Определяют относительную погрешность вычисления толщины пластин T по формуле

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_p} = \sqrt{\left(\frac{\Delta M}{M}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta M}{M}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{шц}}}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{шц}}}{H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{мкм}}}{T}\right)^2} \quad (\text{В.8.})$$

где

M – среднее арифметическое из измеренных значений массы пластины, кг;

ΔM – абсолютная погрешность весов, кг;

L – среднее арифметическое из измеренных значений длины пластины, мм;

H – среднее арифметическое из измеренных значений высоты пластины, мм;
 T – среднее арифметическое из измеренных значений толщины пластины, мм;
 $\Delta_{штц}$ – абсолютная погрешность штангенциркуля, мм;
 $\Delta_{мкм}$ – абсолютная погрешность микрометра, мм;

Полученное значение относительной погрешности вычисления расчетной плотности ρ_p не должно превышать $\pm 0,3 \%$ для каждой пластины, используемой при имитации.

Приложение Г

Пример отчета о поверке при работе комплекса в режиме измерений уровня

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Информация о приборе

Место	
Название прибора	FMG50
Заказной код прибора (14)	FMG50-11A5/0
Версия программного обеспечения	01.00.00
Версия аппаратного обеспечения	01.00.00

Калибровка

Режим измерения	Уровень
Изотоп	Цезий-137
Тип луча	не модулированный
Фоновая радиация	80 cnt/s
Выход демпфирования	6.0 s
Дата калибровки пустой емкости	2020-09-11
Дата калибровки полной емкости	2020-09-11
Нижнее выходное значение диапазона (44)	0 mm
Верхнее выходное значение диапазона (39)	2000 mm

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 

People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Информация о проверке

Время работы	5d13h06m48s
Дата время	11.09.2020 10:09:40

Результаты проверки

Итоговый результат	 Выполнено
--------------------	--

Подтверждение

Heartbeat проверка позволяет проверить работоспособность прибора Gammapilot в пределах заданного допуска на измерение в течение всего срока службы с общим охватом теста 98%.

Комментарии

Дата

Подпись пользователя

Подпись инспектора -

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Результаты проверки

Предварительное условие проверки ☒ ВыполненоСтатус системы ☒ ВыполненоОсновной блок электроники ☒ ВыполненоНапряжение на клеммах ☒ ВыполненоВыходной ток ☒ ВыполненоЦелостность программного обеспечения ☒ ВыполненоПроверьте RAM ☒ ВыполненоПроверьте ROM ☒ ВыполненоМодуль сенсора ☒ ВыполненоЧасы реального времени ☒ ВыполненоВысокое напряжение ФТУ ☒ ВыполненоТехническое состояние сенсора ☒ Выполнено

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Результаты поверки - значения	Unit	Actual	Min	Max	Visualization
-------------------------------	------	--------	-----	-----	---------------

Основной блок электроники

Отклонение выходного тока	mA	0.0062	-0.5000	0.5000	
---------------------------	----	--------	---------	--------	---

Модуль сенсора

Выходное значение высокого напряжения	V	603	0	1300	
---------------------------------------	---	-----	---	------	---

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h06m48s

Параметры процесса	Unit	Actual	Min	Max
Датчик температуры	°C	18	-40,00	80,00

История прибора	Unit	Actual	Min	Max
Температура электроники	°C	23,7	21,6	28,1
Датчик температуры	°C	18,0	14,0	25,0
Частота импульса	cnt/s	84	0	320
Напряжение на клеммах	V	17,6	16,7	23,4

История датчика	Unit	Value
Счетчик гаммаграфии		0
Продолжительность гаммаграфии	s	0
Ожидаемое время работы источника	y	47615,9
Срок службы фотозлектронного умножителя	y	20

Приложение Д

Пример отчета о поверке при работе комплекса в режиме измерений плотности

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h15m17s

Информация о приборе

Место	
Название прибора	FMG50
Заказной код прибора (14)	FMG50-11A5/0
Версия программного обеспечения	01.00.00
Версия аппаратного обеспечения	01.00.00

Калибровка

Режим измерения	Плотность
Изотоп	Цезий-137
Тип луча	не модулированный
Фоновая радиация	80 cnt/s
Выход дефирования	6,0 s
Дата калибровки плотности по 1 точке	2020-09-11
Дата калибровки плотности по точке 2	2020-09-11
Нижнее выходное значение диапазона (44)	0,000 kg/m³
Верхнее выходное значение диапазона (39)	1500,000 kg/m³

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h15m17s

Информация о проверке

Время работы	5d13h15m17s
Дата/время	11.09.2020 10:19:21

Результаты проверки

Итоговый результат	☒ Выполнено
--------------------	---

Подтверждение

Heartbeat проверка позволяет проверить работоспособность прибора Gammapilot в пределах заданного допуска на измерение в течение всего срока службы с общим охватом теста 98%.

Комментарии

.....

Дата

Подпись пользователя

Подпись инспектора -

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 

People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h15m17s

Результаты проверки

Предварительное условие проверки ☒ ВыполненоСтатус системы ☒ ВыполненоОсновной блок электроники ☒ ВыполненоНапряжение на клеммах ☒ ВыполненоВыходной ток ☒ ВыполненоЦелостность программного обеспечения ☒ ВыполненоПроверьте RAM ☒ ВыполненоПроверьте ROM ☒ ВыполненоМодуль сенсора ☒ ВыполненоЧасы реального времени ☒ ВыполненоВысокое напряжение ФТУ ☒ ВыполненоТехническое состояние сенсора ☒ Выполнено

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h15m17s

Результаты поверки - значения	Unit	Actual	Min	Max	Visualization
-------------------------------	------	--------	-----	-----	---------------

Основной блок электроники

Отклонение выходного тока	mA	0.0053	-0.5000	0.5000	
---------------------------	----	--------	---------	--------	---

Модуль сенсора

Выходное значение высокого напряжения	V	598	0	1300	
---------------------------------------	---	-----	---	------	---

Отчет о поверке по технологии Heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Пользователь:



Информация о приборе и поверке

Серийный номер (22)	P900050119F
Обозначение прибора	FMG50_1
Время работы	5d13h15m17s

Параметры процесса	Unit	Actual	Min	Max
Датчик температуры	°C	18	-40,00	80,00

История прибора	Unit	Actual	Min	Max
Температура электроники	°C	24,2	21,6	28,1
Датчик температуры	°C	18,0	14,0	25,0
Частота импульса	cnt/s	86	0	312
Напряжение на клеммах	V	18,3	16,7	23,4

История датчика	Unit	Value
Счетчик гаммаграфии		0
Продолжительность гаммаграфии	s	0
Достигнутая стабильность измерения	%	0,0501
Стандартное отклонение	%	0,3934
Срок службы фотоэлектронного умножителя	y	20

поверки Gammapilot FMG50 при измерении уровня

" " 20 Г.

Приложение Ж

(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ

поверки Gammapiot FMG50 при измерении плотности

Код заказа

Серийный номер

Применяемый диапазон измерений плотности, кг/м³

Настройка диапазона плотности:

 $\rho_{\min}, \text{кг/м}^3$ $\rho_{\max}, \text{кг/м}^3$

Средства поверки:

Подготовка к проверке

Внешний осмотр

Проверка идентификационных данных ПО

Заключение по опробованию

Проверка токового выхода

(при его наличии/использовании)

Определение метрологических характеристик:

[illegible]

Заключение о пригодности комплекса в режиме измерений плотности:

Поверитель: _____ ()

" " 20 Г.