

УТВЕРЖДАЮ

**Первый заместитель генерального
директора—заместитель по научной работе**



ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов

09

2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

СЧЕТЧИКИ ЧАСТИЦ В ЖИДКОСТИ ОПТИЗ-Л-01

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-035-17

р.п. Менделеево

2017 г.

Настоящая методика поверки распространяется на счетчики частиц в жидкости ОПТИЗ-Л-01 (далее – счетчики), изготавливаемые ООО «Гидравлические Комплексные Системы», г. Москва, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Объем поверки

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.3	да	да
4 Определение приведенной (относительной) основной погрешности измерений количества частиц в жидкости	7.4	да	да
5 Определение дополнительной погрешности измерений количества частиц в жидкости в зависимости от изменения температуры жидкости	7.5	да	нет
6 Определение распределения частиц относительно пороговых значений измерительных каналов	7.5	да	да

П р и м е ч а н и е – Если счетчик при эксплуатации предназначен для измерения проб только нормальной температуры, допускается при поверке дополнительную температурную погрешность измерения не определять.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номера пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6	Государственный рабочий эталон единиц размера частиц в диапазоне значений от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц в диапазоне значений от 10 до 10^{12} дм ⁻³ , массовой концентрации в диапазоне значений от 0,01 до 10000 мг/м ³ по поверочной схеме ГОСТ 8.606-2012, в комплекте с образцом порошкообразного материала
7.4	Секундомер механический СОПр-26, шкала 60 мин., ц.д. 1 мин; шкала 60 с, ц.д.0,2 с; кл. точности 2
7.4	Посуда мерная лабораторная стеклянная по ГОСТ 1770–74, вместимость не менее 1000 см ³ , цена наименьшего деления 10 см ³
6, 7.2, 7.4	Масло АМГ-10 ГОСТ 6794-75
6, 7.2, 7.4	Жидкость на основе эфиров фосфорной кислоты класса 32 по ГОСТ 32153-2013

<i>Номера пункта методики поверки</i>	<i>Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки</i>
П р и м е ч а н и е – Образец порошкообразного материала из состава эталона должен соответствовать классу А3 по ИСО 21501-3:2007.	

2.2 При поверке счетчиков применяются жидкие пробы в виде растворов порошкообразного материала класса А3 по ИСО 21501-3:2007 в масле АМГ-10 или жидкости на основе эфиров фосфорной кислоты в зависимости от исполнения поверяемого счетчика (для исполнения М – масло АМГ-10, для исполнения С – жидкость на основе эфиров фосфорной кислоты).

Для приготовления жидких проб следует использовать следующее оборудование:

- весы электронные неавтоматического действия Adventurer AX224/M, диапазон взвешивания от 0,01 до 220 г; действительная цена деления (d) 0,0001 г; класс точности 1;
- государственный рабочий эталон единиц размера частиц в диапазоне значений от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц в диапазоне значений от 10 до 10^{12} дм⁻³, массовой концентрации в диапазоне значений от 0,01 до 10000 мг/м³ по поверочной схеме ГОСТ 8.606-2012, в комплекте с образцами порошкообразных материалов;
- ультразвуковая ванна ПСБ–8035–05;
- механический шейкер LS-220;
- посуда лабораторная, стеклянная (стаканы, колбы) с плотно закрывающимися крышками ГОСТ 25336-82, номинальная вместимость до 1 дм³;
- мерная посуда по ГОСТ 1770-74, цена деления 1 см³.

2.3 Допускается при поверке применение готовых растворов, соответствующих требованиям ГОСТ Р ИСО 11171-2012 и внесенных как ГСО в государственный реестр стандартных образцов.

2.4 Питание счетчиков осуществлять от источника постоянного тока Б5-76, имеющего характеристики: диапазон установки значений выходного стабилизированного напряжения от 0 до 60 В, диапазон установки значений выходного стабилизированного тока от 0,2 до 5 А, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки выходного напряжения ± 200 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки тока ± 40 мА.

2.5 Для прокачки жидкой пробы через счетчик рекомендуется использовать стенд, схема которого показана на рисунке 1.

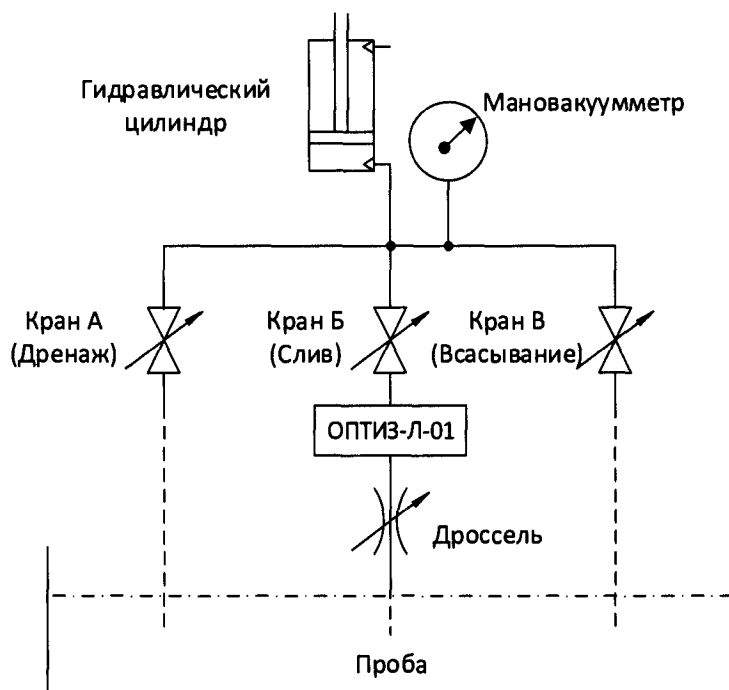


Рисунок 1 – Схема стэнда

2.5.1 Применяемое в стэнде оборудование:

- гидравлический цилиндр CHNL40-300, диаметр поршня 40 мм, номинальное давление 7 МПа;
- мановакуумметр МВП2-У, диапазон измерений вакуумметрического давления от -1 до 9 бар, пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 1,5\%$;
- линейный актуатор LAM3-S3.

2.5.2 Требования к стэнду:

- гидравлическая система стэнда не должна создавать дополнительных включений в жидкую пробу, которые могут повлиять на результаты измерений поверяемого счетчика;
- не должно быть пульсаций расхода прокачиваемой пробы, которые могут вызвать кратковременные прохождения жидкости через измерительный объем счетчика в обратном направлении, и выхода мгновенного значения расхода за допустимый диапазон.

2.6 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки или в документации.

2.7 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2 и п.п. 2.2 – 2.5 настоящей методики, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик счетчика с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в радиоизмерительной или физической сфере не менее 1 года, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на счетчик, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны выполняться общие правила техники безопасности и производственной санитарии по ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.1.005-88, правила техники

безопасности при работе с веществами 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76, правила безопасности в эксплуатационной документации счетчиков и средств поверки.

Примечание – Масло АМГ-10 и жидкость на основе эфиров фосфорной кислоты, используемые для приготовления проб, относятся к веществам 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку в поверительной лаборатории проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 35;
- относительная влажность окружающего воздуха (без конденсата), % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

5.2 Требования к электропитанию счетчика от источника постоянного тока:

- напряжение, В от 12 до 36;
- сила тока, А от 0,2 до 5.

5.3 При поверке перед использованием каждой пробы рекомендуется промывать гидравлическую систему стенда, измерительную ячейку счетчика и эталона чистым гептаном по ГОСТ 25828-83 без механических примесей.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Определение количества проб, необходимых для поверки

6.1.1 Для поверки по п.7.4 настоящей методики необходима серия проб с концентрациями:

- 10, 100 % от верхней границы поддиапазона измерений от 5 до 300 частиц/100 см³,
- 10 и 100% от верхних границ поддиапазонов измерений св. 300 до 10000 частиц/100 см³ и св. 10000 до 1000000 частиц/100 см³,
- 50, 90 % от верхней границы поддиапазона измерений св. 1000000 до 4000000 частиц/100 см³.

6.1.2 Для поверки по п.7.5 настоящей методики необходима одна проба с концентрацией 30 – 50 % от верхней границы нормированного диапазона измерений.

6.1.3 Объем каждой пробы (V_i) должен быть 1 – 1,5 л.

6.2 Подготовка проб

6.2.1 Пробы готовятся разбавлением концентрированного раствора до необходимого уровня. Массовая концентрация концентрированного раствора должна быть 100 мг/л.

6.3 Порядок приготовления концентрированного раствора следующий:

а) определить необходимое количество порошкообразного образца (m) в мг по формуле (1):

$$m = 100 \cdot V, \quad (1)$$

где V – объем разбавляющей жидкости, зависящий от объема проб и их количества, л.

б) взвесить на весах определенное количество порошкообразного образца (m);

в) навеску порошкообразного образца поместить в сушильный шкаф при температуре (150 ± 20) °С и выдержать не менее 3 ч, после чего охладить в эксикаторе до температуры (23 ± 5) °С;

г) охлажденную навеску поместить в чистую емкость.

д) добавить в емкость с навеской разбавитель (V), закрыть плотно крышкой и перемешать вручную энергичным встряхиванием;

е) провести дегазацию полученной суспензии с помощью ультразвуковой ванны в течение не менее 30 с или до тех пор, пока не исчезнут воздушные пузырьки с поверхности суспензии;

ж) перемешать суспензию электромеханическим шейкером не менее 60 с для равномерного распределения частиц образца и повторить операцию дегазирования;

з) провести с помощью эталона контрольное измерение количества частиц по размерам в суспензии (частиц/100 см³). Концентрированная суспензия готова к применению, если распределение частиц в ней в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 11171-2012.

Примечание: В качестве разбавителя использовать масло АМГ-10 или жидкость на основе эфиров фосфорной в зависимости от исполнения поверяемого счетчика. Разбавитель должен быть чистый, без содержания частиц 2мкм и более. Рекомендуется предварительно фильтровать разбавитель с помощью мембранного фильтра с соответствующей тонкостью фильтрации.

6.3.1 Порядок разбавления пробы:

а) вычислить объем концентрированного раствора (V_{1i}) в см³, необходимый для пробы, по формуле (2):

$$V_{1i} = \frac{C_{\max} \cdot V_i \cdot C_{i\%}}{100C_{\text{кк}}}, \quad (2)$$

где C_{\max} – верхняя граница поддиапазона измерений счетчика, частиц/100 см³;

V_i – необходимый объем пробы, см³;

$C_{i\%}$ – необходимая концентрация пробы, %;

$C_{\text{кк}}$ – количество частиц в концентрированном растворе, определенное с помощью эталона, частиц/100 см³;

б) выполнить операции перемешивания и дегазирования концентрированного раствора как в п. 6.3 (д–ж) настоящей методики;

в) отобрать в чистую емкость объем (V_{1i}) концентрированной суспензии и добавить разбавитель до объема V_i ;

Примечание – В качестве разбавителя использовать жидкость, являющуюся дисперсионной основой концентрированного раствора.

г) провести с помощью ультразвуковой ванны дегазацию полученной пробы. Продолжительность дегазации – до исчезновения пузырьков воздуха на поверхности пробы.

6.3.2 Определить с помощью эталона:

а) общую концентрацию частиц (частиц/100см³) в серии проб, применяемых при поверке по п.7.4 настоящей методики. Измерения каждой пробы проводить при температурах пробы 5, 25, 50, 80 °С и при объемных расходах (200 ± 10), (30 ± 10), (380 ± 10) см³/мин;

б) функцию распределения частиц по размерам $C_{\text{эт}}(d)$ в пробе, применяемой при поверке по п. 7.5 настоящей методики. Измерения проводить при объемном расходе (200 ± 10) см³/мин и нормальной температуре пробы. Функцию $C_{\text{эт}}(d)$ допускается представлять в графическом виде. По полученной в функции $C_{\text{эт}}(d)$ вычислить методом численного интегрирования (методом трапеции) интегральные значения $C_{\text{эт}j}$ относительно интервалов Δd_j , соответствующих пороговым интервалам измерительных каналов счетчика в форматах представления данных и определить соотношения значений $C_{\text{эт}j}$ для каждого формата следующим образом:

$$\frac{C_{\text{эт}1}}{C_{\text{эт}2}}; \frac{C_{\text{эт}2}}{C_{\text{эт}3}}; \dots \frac{C_{\text{эт}(j-1)}}{C_{\text{эт}j}}.$$

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверить визуально комплектность, внешний вид и маркировку счетчика согласно его эксплуатационной документации. При проверке внешнего вида удостовериться в отсутствии видимых механических повреждений, которые могут повлиять на работу счетчика, чистоте штуцеров, четкости и полноте маркировки.

7.1.2 Счетчик считать пригодными для проведения поверки, если:

- комплектность достаточна для проведения поверки в полном объеме;
- маркировка четкая, содержит достаточно информации для идентификации и правильного применения счетчика;
- механические повреждения отсутствуют;
- штуцера чистые

В противном случае результаты поверки считать отрицательными, поверку далее не проводить.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании счетчика проверить его нормальное функционирование и собственный шум. В качестве пробы при определении собственного шума использовать масло АМГ-10 (при поверке счетчика исполнения М) и жидкость на основе эфиров фосфорной кислоты (при поверке счетчика исполнения С). Проба должна быть чистой, без содержания загрязняющих частиц размером 2 мкм и более. При необходимости отфильтровать пробу с помощью мембранного фильтра с соответствующей тонкостью фильтрации. Температура пробы при опробовании счетчика должна быть нормальной.

7.2.2 Опробование провести следующим образом:

а) подсоединить счетчик к гидравлической системе стенда, при этом пробовотборная и сливная трубки системы должны быть опущены на дно емкости с пробой, краны А, Б, В на стенде должны быть закрыты;

б) подать питание на стенд.

в) открыть кран В и нажать кнопку Старт на контроллере гидроцилиндра: начнется всасывание пробы в полость гидроцилиндра. При достижении штока гидроцилиндра маркированной отметки остановить процесс всасывания пробы повторным нажатием кнопки Старт и проверить по мановакууметру давление в гидравлической системе. Оно должно быть не менее 0,9 бар.

г) закрыть кран В, нажать кнопку Старт на контроллере гидроцилиндра: шток гидроцилиндра выдвинется до конца и начнется процесс дегазации пробы;

д) провести дегазацию не менее 60 с, после чего вернуть шток гидроцилиндра на уровень маркированной отметки;

е) удалить воздух, образовавшийся в результате дегазации, открытием и закрытием крана А;

ж) подготовить счетчик к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации, установить на счетчике параметры: усреднение 1, продолжительность измерения 30 с, открыть кран Б для подачи пробы на счетчик и провести процедуру измерения. По окончании измерения снять показание счетчика в измерительном канале с наименьшим пороговым значением. Показание счетчика при измерении чистой пробы согласно ГОСТ Р ИСО 11171–2012 соответствует собственному шуму счетчика. При работе счетчика световая индикация на передней панели корпуса должна соответствовать нормальному состоянию согласно руководству по эксплуатации счетчика, сообщения о сбоях и ошибках должны отсутствовать, что говорит о нормальном функционировании счетчика.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если счетчик функционирует нормально, уровень собственного шума не превышает нормированного значения 2 импульсов/мин. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

7.3 Идентификация ПО

7.3.1 Проверить соответствие идентификационных данных ПО (наименование и версия), отображаемых в соответствующем меню на дисплее счетчика, паспортным данным. Для этого счетчик должен быть во включенном состоянии.

7.3.2 Результаты идентификации ПО считать положительными, если наименование и версия ПО согласно данным таблицы 3, соответствующим паспортным данным счетчика. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО счетчика

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ОПТИЗ–Л–01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.9

7.4 Определение приведенной (относительной) основной погрешности измерений количества частиц в жидкости. Определение дополнительной погрешности измерений количества частиц в жидкости в зависимости от изменения температуры жидкости

7.4.1 При выполнении данной операции использовать стенд для прокачки пробы и серию проб, указанных в разделе 6 настоящей методики.

7.4.2 Выполнить операцию с каждой пробой температурой 5, 25, 50, 80 °С следующим образом:

а) подсоединить счетчик к гидравлической системе стенда, при этом пробоотборная и сливная трубки системы должны быть опущены на дно мерной емкости с пробой, краны А, Б, В на стенде должны быть закрыты;

б) подготовить стенд к прокачке пробы и провести процедуру дегазации пробы согласно п. 7.2.2 (б – е) настоящей методики;

в) подготовить счетчик к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации, установить на счетчике параметры: усреднение 1, продолжительность измерения 30 с;

г) открыть кран Б на стенде для прокачки пробы через счетчик и отрегулировать объемный расход пробы относительно шкалы мерной емкости, из которой подается проба, используя секундомер. При установленном объемном расходе провести счетчиком не менее 5 измерений. Уровни объемного расхода, при которых следует проводить измерения: (200 ± 10) , (30 ± 10) , (380 ± 10) см³/мин. Занести в протокол поверки общую концентрацию частиц (C_{cui}) в пробе (частиц/100см³) в каждом формате отображения счетчика. Общая концентрация частиц при i -ом измерении в каждом формате отображения определяется суммирование показаний счетчика в измерительных каналах данного формата.

7.4.3 Определить приведенную (относительную) основную погрешность измерений счетчика в каждом формате отображения согласно ГОСТ Р 8.736-2011:

а) вычислить среднее арифметическое значение (\bar{C}_{cu}) результатов измерений счетчика по формуле (3):

$$\bar{C}_{cu} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{cui}}{n} \quad (3)$$

где n – количество измерений, проведенных счетчиком для данной пробы данной температуры при заданном расходе;

б) вычислить среднее квадратическое отклонение результатов измерений счетчика по формуле (4) и выразить в процентах:

$$S_{\bar{C}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{cui} - \bar{C}_{cu})^2}{n(n-1)}}; \quad (4)$$

в) вычислить случайную составляющую погрешности измерений счетчика по формуле (5):

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{C}}, \quad (5)$$

где t – коэффициент Стьюдента для при $P 0,95$ для n измерений данной пробы;

г) в поддиапазоне измерений от 5 до 300 включ. частиц/100 см³ вычислить систематическую составляющую приведенной погрешности измерений счетчика по формуле (6):

$$\Theta_{\gamma} = \frac{\bar{C}_{cu} - C_{эт}}{C_{max}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где C_{max} – верхняя граница соответствующего нормированного поддиапазона измерений;

$C_{эт}$ – количество частиц в пробе, измеренное эталоном (п. 6.3.2 настоящей методики);

д) в поддиапазонах измерений св. 300 до 10000 частиц/100 см³, св.10000 до 1000000 частиц/100 см³ и 1000000 до 4000000 частиц/100 см³ вычислить систематическую составляющую относительной погрешности измерений счетчика в жидкости (7):

$$\Theta_{\delta} = \frac{\bar{C}_{cu} - C_{эт}}{C_{эт}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

е) вычислить среднее квадратическое отклонение систематической составляющей погрешности измерений счетчика по формуле (8):

$$S_{\Theta_{\gamma, \delta}} = \frac{\Theta_{\gamma, \delta} + \sigma_{эт}}{\sqrt{3}}, \quad (8)$$

где $\sigma_{эт}$ – значение погрешности измерений количества частиц для эталона;

ж) вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение погрешности измерений счетчика по формуле (9):

$$S_{\Sigma_{\gamma, \delta}} = \sqrt{S_{\Theta_{\gamma, \delta}}^2 + S_{\bar{C}}^2}; \quad (9)$$

з) вычислить коэффициент соотношения случайной и систематической составляющих погрешности измерений счетчика по формуле (10):

$$K_{\gamma, \delta} = \frac{\varepsilon + \Theta_{\gamma, \delta}}{S_{\bar{C}} + S_{\Theta_{\gamma, \delta}}}; \quad (10)$$

и) вычислить приведенную (относительную) основную погрешность измерений счетчика по формуле (11):

$$\gamma(\delta) = K_{\gamma, \delta} \cdot S_{\Sigma_{\gamma, \delta}}. \quad (11)$$

7.4.4 Определить дополнительную погрешность измерений счетчика в зависимости от изменения температуры жидкости относительно ее нормального диапазона следующим образом:

а) определить разность значений погрешности измерений счетчика по формуле (12) или (13):

$$\Delta\delta = \delta_{80} - \delta_{50}, \quad (12)$$

$$\Delta\gamma = \gamma_{80} - \gamma_{50}. \quad (13)$$

где δ_{80} (γ_{80}) – расчетное значение относительной (приведенной) погрешности измерений количества частиц в пробе температурой 80 °С;

δ_{50} (γ_{50}) – расчетное значение относительной (приведенной) погрешности измерений количества частиц в пробе нормальной температуры 50 °С.

б) вычислить значение дополнительной погрешности измерений счетчика при изменении температуры на каждые 5 °С выше нормальной температуры по формуле (14):

$$(\delta, \gamma)_{доп} = \frac{\Delta(\delta, \gamma) \cdot \Delta t}{30}, \quad (14)$$

где Δt – интервал изменения температуры жидкости, относительно которого нормируется дополнительная погрешность измерений для счетчика, равный 5 °С.

7.4.5 Результаты поверки считать положительными, если:

- расчетные значения приведенной и относительной основной погрешности измерений счетчика находятся в допусках пределах $\pm 25\%$;
 - расчетные значения дополнительной погрешности измерений счетчика при изменении температуры жидкости находятся в допусках пределах $\pm 0,1\%/\Delta t$.
- В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

7.5 . Определение распределения частиц относительно пороговых значений измерительных каналов

7.5.1 При выполнении операции использовать стенд для прокачки пробы и пробу, указанную в разделе 6 настоящей программы. Температура пробы должна быть такая же, как при измерении ее на эталоне.

7.5.2 Выполнить операцию по методике п.7.4.2 настоящей методики при объемном расходе пробы (200 ± 10) см³/мин. В протокол поверки занести показания счетчика $C_{сij}$ в каждом измерительном канале каждого формата отображения (i – номер измерения, j – номер канала измерений).

7.5.3 Определить погрешность измерений количества частиц в измерительных каналах счетчика следующим образом:

а) определить случайные составляющие относительной погрешности измерений количества частиц в каждом измерительном канале данного формата отображения счетчика, используя формулы (3 – 5) настоящей методики;

б) определить соотношения средних арифметических значений результатов измерений последующего и предыдущего измерительных каналов счетчика (15):

$$\frac{\bar{C}_{сi1}}{\bar{C}_{сi2}}; \frac{\bar{C}_{сi2}}{\bar{C}_{сi3}}; \dots; \frac{\bar{C}_{сi(j-1)}}{\bar{C}_{сij}}, \quad (15)$$

где $\bar{C}_{сi1}, \bar{C}_{сi2}, \dots, \bar{C}_{сij}$ – средние арифметические значения результатов измерений в измерительных каналах данного формата счетчика;

в) вычислить систематическую составляющую относительной погрешности измерений количества частиц в каждом измерительном канале счетчика по формуле (16):

$$\theta_j = \frac{\frac{\bar{C}_{сi(j-1)}}{\bar{C}_{сij}} - \frac{C_{эт(j-1)}}{C_{этj}}}{\frac{C_{эт(l-1)}}{C_{этj}}} \cdot 100\%; \quad (16)$$

г) вычислить среднее квадратическое отклонение S_{θ} систематической составляющей погрешности измерений количества частиц по формуле (8) настоящей методики;

д) определить погрешность измерений количества частиц в каждом измерительном канале счетчика, используя формулы (9 – 11).

7.5.4 Результаты испытания считать положительными, если счетчик осуществляет распределение частиц по размерам относительно пороговых значений измерительных каналов, при этом погрешность измерений счетной концентрации в измерительных каналах находится в допусках пределах по п. 7.4.5. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформить протоколом. Рекомендованная форма протокола приведена в приложении А.

8.2 При положительных результатах поверки счетчик признается годным и на него выдается свидетельство утвержденного образца. На свидетельство наносится знак поверки в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки счетчик к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выписывается «Извещение о непригодности» установленного образца с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории 640



Д.М. Балаханов

Ведущий научный сотрудник лаб. 640



Е.В. Лесников

Ведущий инженер лаб.640



Н.Б. Потапова

**Приложение А
(справочное)**

Форма протокола поверки

Протокол поверки № _____
от _____

счетчика частиц в жидкости ОПТИЗ-Л-01 _____
исполнение

1 Заводской номер и дата выпуска СИ _____

2 Наименование предприятия–изготовителя СИ _____

3 СИ принадлежит _____
название организации

4 Наименование нормативного документа по поверке СИ _____

5 Вид поверки _____
первичная/периодическая

6 Условия поверки:
температура окружающего воздуха, °С _____
относительная влажность воздуха, % _____
атмосферное давление, кПа _____
напряжение питания, В _____

7 Сведения о средствах поверки _____
наименование, обозначение, заводской номер средства поверки,

сведения о поверке/аттестации применяемых при поверке средств измерений/испытательного оборудования

8 Результаты поверки:

8.1 Результаты внешнего осмотра

*достаточность комплектности для поверки, отсутствие видимых повреждений и загрязнений, четкость и полнота
маркировки для идентификации СИ и правильного его подключения к источнику питания*

8.2 Результаты опробования _____
правильность функционирования, уровень собственного шума

8.3 Результаты идентификации ПО СИ _____
соответствие идентификационных данных ПО паспортным данным СИ

8.4 Результаты определения метрологических характеристик:

8.4.1 Определение приведенной (относительной) основной погрешности измерений количества частиц в жидкости

Таблица 1 – Р Результаты измерений проб, применяемых при поверке, на эталоне

№ пробы	Расход пробы, см ³ /мин	Измеренное значение общего количества частиц ($C_{эт}$), частиц/100см ³ , при температуре пробы			
		5 °С	25 °С	50 °С	80 °С
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Таблица 2 – Результаты измерений счетчика

№ пробы	Расход пробы, см ³ /мин	Измеренное значение общего количества частиц ($C_{сч}$), частиц/100см ³				
		1	2	3	4	5
при температуре пробы 5 °С						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
при температуре пробы 25 °С						
1						
2						
3						
4						

5									
6									
при температуре пробы 50 °С									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
при температуре пробы 80 °С									
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Таблица 3 – Результаты расчета основной погрешности измерений счетчика

№ пробы	$\bar{C}_{си}$	$S_{\bar{C}}, \%$	$\varepsilon, \%$	$\Theta_{\gamma, \delta}, \%$	$S_{\Theta}, \%$	$S_{\Sigma}, \%$	К	$\gamma, \delta, \%$	$\gamma_{н}, \delta_{н}, \%$
при температуре пробы 5 °С									
1									±25
2									
3									
4									
5									
6									
при температуре пробы 25 °С									
1									±25
2									
3									
4									
5									
6									
при температуре пробы 50 °С									

1										±25
2										
3										
4										
5										
6										
при температуре пробы 80 °С										
1										-
2										
3										
4										
5										
6										

Примечание –

$\bar{C}_{\text{си}}$ – среднее арифметическое результатов измерений $C_{\text{си}}$, полученных счетчиком при измерении данной пробы, частиц/100 см³;

$S_{\bar{C}}$ – среднее квадратическое отклонение результатов измерений счетчика;

ϵ – случайная составляющая приведенной/относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;
 Θ – систематическая составляющая приведенной/относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;

S_{Θ} – среднее квадратическое отклонение систематической составляющей приведенной/ относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;

S_{Σ} – суммарное среднее квадратическое отклонение погрешности измерений количества частиц в жидкости;

K – коэффициент соотношения случайной и систематической составляющих погрешности измерений количества частиц в жидкости;

γ – расчетное значение приведенной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика;

$\gamma_{\text{н}}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика.

δ – расчетное значение относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика;

$\delta_{\text{н}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика.

Вывод: _____
положительны/отрицательные результаты

8.4.2 Определение дополнительной погрешности измерений количества частиц в жидкости в зависимости от изменения температуры жидкости

Таблица 4

№ пробы	$\Delta(\gamma, \delta)$, %/Δt	$\Delta(\gamma, \delta)_{\text{н}}$, %/Δt,
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Примечание –

$\Delta(\gamma, \delta)$ – расчетное значение дополнительной погрешности измерений количества частиц в жидкости для данного счетчика

$\Delta(\gamma, \delta)_{\text{н}}$ – пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;

Δt – интервал изменения температуры пробы, относительно которого определяется дополнительная погрешность измерений счетчиков, равный 5 °С

Вывод: _____
положительны/отрицательные результаты

8.4.3 Определение распределения частиц относительно пороговых значений измерительных каналов

Таблица 5– Результаты определения распределения частиц по размерам в пробе с помощью эталона

ГОСТ 17216-2001	Δd_j , мкм	2–5	5–10	10–25	25–50	50–100
	$C_{эпj}$, частиц/см ³					
	$\frac{C_{эт(j-1)}}{C_{этj}}$					
SAE AS 4059E ISO 4406:1999	Δd_j , мкм	4–6	6–14	4–21	21–38	38–70
	$C_{эпj}$, частиц/см ³					
	$\frac{C_{эт(j-1)}}{C_{этj}}$					
NAS 1638, ISO 11218:2017	Δd_j , мкм	5–15	15–25	25–50	25–50	50–100
	$C_{эпj}$, частиц/см ³					
	$\frac{C_{эт(j-1)}}{C_{этj}}$					
<p>Примечание – Δd_j – интервал между порогами, предыдущего и последующего измерительного канала счетчика в данном формате представления результатов $C_{эт}$ – значение счетной концентрации частиц в пробе, определенное эталоном в размерном интервале Δd_j $\frac{C_{эт(j-1)}}{C_{этj}}$ – соотношение значений счетной концентрации, полученные на эталоне, где j – номер размерного интервала Δd_j, относительно которого определялось значение $C_{эпj}$, соответствующего измерительному каналу счетчика в данном формате.</p>						

Таблица 6 – Результаты измерений счетчика

Формат представления результатов СИ	d_j	$C_{си}$, частиц/100см ³					$\bar{C}_{си}$, частиц/100см ³
		1	2	3	4	5	
ГОСТ 17216-2001	2						
	5						
	10						
	25						
	50						
	100						
ISO 4406:1999	4						
	6						
	14						
	21						
	38						
SAE AS 4059E	4						
	6						
	14						
	21						
	38						
NAS 1638	5						
	15						
	25						
	50						
	100						
ISO 11218:2017	5						
	15						
	25						
	50						
	100						

Таблица 7– Результаты расчета соотношений количества частиц в измерительных каналах счетчика

Формат представления результатов СИ	$d_{j1} - d_j$	$\frac{\bar{C}_{СИ(j-1)}}{\bar{C}_{СИj}}$
ГОСТ 17216-2001	2–5	
	5–10	
	10–25	
	25–50	
	50–100	
ISO 4406:1999	4–6	
	6–14	
	14–21	
	21–38	
	38–70	
SAE AS 4059E	4–6	
	6–14	
	14–21	
	21–38	
	38–70	
NAS 1638	5–15	
	15–25	
	25–50	
	50–100	
ISO 11218:2017	5–15	
	15–25	
	25–50	
	50–100	

Таблица 8

Формат представления	d_j	$S_{\bar{C}}, \%$	$\epsilon, \%$	$\Theta, \%$	$S_{\Theta}, \%$	$S_{\Sigma}, \%$	K	$\delta, \%$	$\delta_n, \%$
ГОСТ 17216-2001	2								±25
	5								
	10								
	25								
	50								
	100								
ISO 4406:1999	4								
	6								
	14								
	21								
	38								
	70								
SAE AS 4059E	4								
	6								
	14								
	21								
	38								
	70								
NAS 1638	5								
	15								
	25								
	50								
	100								
ISO 11218:2017	5								
	15								
	25								
	50								

Вывод: _____
положительны/отрицательные результаты

Заключение _____
соответствие установленным в описании типа метрологическим требованиям,

годен/не годен к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Поверитель _____
_____ *подпись* _____ *инициалы, фамилия*

Дата _____