

**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                    |

**Примечание** – 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 <sup>-3</sup> , массовой концентрации в диапазоне значений от 0,01 до 10000 мг/м <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> , цена наименьшего деления 10 см <sup>3</sup>   |
| 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> |
|--|--|
| <b>П р и м е ч а н и е</b> – Образец порошкообразного материала из состава эталона должен соответствовать классу АЗ по ИСО 21501-3:2007. |  |

2.2 При поверке счетчиков применяются жидкие пробы в виде растворов порошкообразного материала класса АЗ 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  $10^{12}$   $\text{дм}^{-3}$ , массовой концентрации в диапазоне значений от 0,01 до 10000  $\text{мг}/\text{м}^3$  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  $\text{дм}^3$ ;
- мерная посуда по ГОСТ 1770-74, цена деления 1  $\text{см}^3$ .

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  $\pm 200$  мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки тока  $\pm 40$  мА.

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

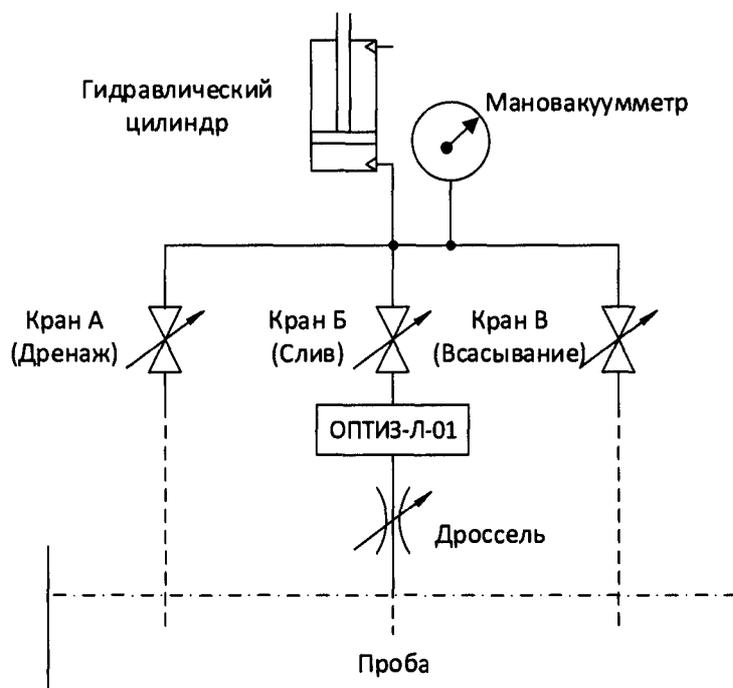


Рисунок 1 – Схема стэнда

#### 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 см<sup>3</sup>,
- 10 и 100% от верхних границ поддиапазонов измерений св. 300 до 10000 частиц/100 см<sup>3</sup> и св. 10000 до 1000000 частиц/100 см<sup>3</sup>,
- 50, 90 % от верхней границы поддиапазона измерений св. 1000000 до 4000000 частиц/100 см<sup>3</sup>.

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  $(150 \pm 20)$  °С и выдержать не менее 3 ч, после чего охладить в эксикаторе до температуры  $(23 \pm 5)$  °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 см<sup>3</sup>). Концентрированная суспензия готова к применению, если распределение частиц в ней в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 11171-2012.

**П р и м е ч а н и е :** 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 см<sup>3</sup>, необходимый для пробы, по формуле (2):

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

где  $C_{\max}$  – верхняя граница поддиапазона измерений счетчика, частиц/100 см<sup>3</sup>;

$V_i$  – необходимый объем пробы, см<sup>3</sup>;

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

$C_{\text{кп}}$  – количество частиц в концентрированном растворе, определенное с помощью эталона, частиц/100 см<sup>3</sup>;

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  $V_i$ ;

**П р и м е ч а н и е** – 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/100см<sup>3</sup>) 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) см<sup>3</sup>/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) см<sup>3</sup>/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  $\Delta d_j$ , 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 проботборная 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 говорить 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:  $(200 \pm 10)$ ,  $(30 \pm 10)$ ,  $(380 \pm 10)$  см<sup>3</sup>/мин. Занести в протокол поверки общую концентрацию частиц ( $C_{cui}$ ) в пробе (частиц/100см<sup>3</sup>) 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 см<sup>3</sup> вычислить систематическую составляющую приведенной погрешности измерений счетчика по формуле (6):

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

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 см<sup>3</sup>, св.10000 до 1000000 частиц/100 см<sup>3</sup> и 1000000 до 4000000 частиц/100 см<sup>3</sup> вычислить систематическую составляющую относительной погрешности измерений счетчика в жидкости (7):

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

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  $\delta_{80}$  ( $\gamma_{80}$ ) – расчетное значение относительной (приведенной) погрешности измерений количества частиц в пробе температурой 80 °С;

$\delta_{50}$  ( $\gamma_{50}$ ) – 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  $\Delta t$  – 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  $(200 \pm 10)$  см<sup>3</sup>/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):

$$\frac{\bar{C}_{cu1}}{\bar{C}_{cu2}}; \frac{\bar{C}_{cu2}}{\bar{C}_{cu3}}; \dots; \frac{\bar{C}_{cu(j-1)}}{\bar{C}_{cu j}}, \quad (15)$$

где  $\bar{C}_{cu1}, \bar{C}_{cu2}, \dots, \bar{C}_{cu j}$  – 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):

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

г) вычислить среднее квадратическое отклонение  $S_{\theta}$  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.

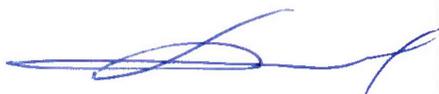
## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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 <sup>3</sup> /мин | Измеренное значение общего количества частиц ( $C_{\text{ит}}$ ), частиц/100см <sup>3</sup> , при температуре пробы |       |       |       |
|---------|------------------------------------|---|-------|-------|-------|
|         |                                    | 5 °C  | 25 °C | 50 °C | 80 °C |
| 1       |                                    |   |       |       |       |
|         |                                    |   |       |       |       |
| 2       |                                    |   |       |       |       |
|         |                                    |   |       |       |       |
| 3       |                                    |   |       |       |       |
|         |                                    |   |       |       |       |
| 4       |                                    |   |       |       |       |
|         |                                    |   |       |       |       |
| 5       |                                    |   |       |       |       |
|         |                                    |   |       |       |       |
| 6       |                                    |   |       |       |       |
|         |                                    |   |       |       |       |

Таблица 2 – Результаты измерений счетчика

| № пробы                     | Расход пробы, см <sup>3</sup> /мин | Измеренное значение общего количества частиц ( $C_{\text{сч}}$ ), частиц/100см <sup>3</sup> |   |   |   |   |
|-----------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|
|                             |                                    | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| при температуре пробы 5 °C  |                                    |   |   |   |   |   |
| 1                           |                                    |   |   |   |   |   |
|                             |                                    |   |   |   |   |   |
| 2                           |                                    |   |   |   |   |   |
|                             |                                    |   |   |   |   |   |
| 3                           |                                    |   |   |   |   |   |
|                             |                                    |   |   |   |   |   |
| 4                           |                                    |   |   |   |   |   |
|                             |                                    |   |   |   |   |   |
| 5                           |                                    |   |   |   |   |   |
|                             |                                    |   |   |   |   |   |
| 6                           |                                    |   |   |   |   |   |
|                             |                                    |   |   |   |   |   |
| при температуре пробы 25 °C |                                    |   |   |   |   |   |
| 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 | $\gamma, \delta, \%$ | $\gamma_n, \delta_n, \%$ |
|-----------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------------------|---|----------------------|--------------------------|
| 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 –

$\bar{C}_{си}$  – среднее арифметическое результатов измерений  $C_{си}$ , полученных счетчиком при измерении данной пробы, частиц/100 см<sup>3</sup>;

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

$\epsilon$  – случайная составляющая приведенной/относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;  
 $\Theta$  – систематическая составляющая приведенной/относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;

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

$S_{\Sigma}$  – суммарное среднее квадратическое отклонение погрешности измерений количества частиц в жидкости;

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

$\gamma$  – расчетное значение приведенной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика;

$\gamma_n$  – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика.

$\delta$  – расчетное значение относительной погрешности измерений количества частиц в жидкости для счетчика;

$\delta_n$  – 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 | $\Delta(\gamma, \delta)_n$ , %/Δt |
|---------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1       |                                 |                                   |
| 2       |                                 |                                   |
| 3       |                                 |                                   |
| 4       |                                 |                                   |
| 5       |                                 |                                   |
| 6       |                                 |                                   |

Примечание –

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

$\Delta(\gamma, \delta)_n$  – пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений количества частиц в жидкости;

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

Таблица 6 – Результаты измерений счетчика

| Формат представления результатов СИ | $d_j$ | $C_{си}$ , частиц/100см <sup>3</sup> |   |   |   |   | $\bar{C}_{си}$ , частиц/100см <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|-------|--------------------------------------|---|---|---|---|--|
|                                     |       | 1                                    | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| ГОСТ 17216-2001                     | 2     |                                      |   |   |   |   |  |
|                                     | 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    |                                      |   |   |   |   |  |
|                                     | 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    |                   |                |              |                  |                  |   |              |                |

