

СОГЛАСОВАНО

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

ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ **А.Н. Щипунов**



«17» _____ 01 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчики частиц в жидкости Abakus mobil fluid touch

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-009-21

**р.п. Менделеево
2022 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на счетчики частиц в жидкости Abakus mobil fluid touch (далее – счетчики), изготовленные компанией «Markus Klotz GmbH», Германия, серийные номера AMF-20967, AMF-20653, AMF-21118, AMF-21119, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 (один) год.

1.3 Прослеживаемость результатов измерений при поверке счетчика обеспечивается к государственному первичному эталону единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020.

1.4 При определении метрологических характеристик используется методы непосредственного сравнения результата измерений поверяемого счетчика со значением счетной концентрации частиц в жидкости, определенного эталоном.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 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	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	10	–	–
4.1 Определение относительной погрешности установки номинального объемного расхода отбираемой пробы	10.1	Да	Да
4.2 Определение относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости	10.2	Да	Да
5 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 35;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

3.2 Перед проведением поверки счетчик выдержать в условиях, приведенных в п. 3.1, не менее 8 ч. В случае, если счетчик находился при температуре ниже 0 °C, время выдержки должно быть не менее 24 ч.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднее техническое образование, аттестованные в качестве поверителя, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на счетчик, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При поверке использовать 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
<i>Основные средства поверки</i>	
10.1	Секундомер механический СОСпр, класс точности 2, две шкалы – минутная, емкость 60 мин ц.д. 1 мин и секундная, емкость 60 с, ц.д. 0,2 с
10.2	Рабочий эталон единицы счетной концентрации частиц в жидкости с относительной погрешностью измерений в допускаемых пределах $\pm 10\%$ по ГОСТ 8.606-2012
8.2, 10.1, 10.2	Доломит для стекольной промышленности (молотый) марки ДМ-20-0,10 по ГОСТ 14050-93
8.2, 10.1, 10.2	Масло индустриальное И-20А по ГОСТ 20799-88
8.2, 10.1, 10.2	Стандартный образец счетной концентрации частиц в масле МПМ-1 (ГСО 10763-2016)
8.2, 10.1, 10.2	Стандартный образец счетной концентрации частиц в гидравлической жидкости ГСО 10358-2013
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
8.2, 10.1, 10.2	Посуда мерная стеклянная ГОСТ 1770-74, вместимость не менее 250 см ³ , ц.д. 2 см ³

5.2 При поверке используются тестовые пробы, которые допускается готовить как на основе доломитовой муки и масла индустриального, указанных в таблице 2, так и на основе ГСО 10763-2016 или ГСО 10358-2013.

5.3 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик счетчика с требуемой точностью.

5.4 Все средства поверки должны быть исправны. Результаты поверки средств измерений, используемых в качестве средств поверки, должны быть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с неистекшим сроком действия на время проведения поверки счетчика.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдать правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый счетчик и средства поверки, правила безопасности при работе с веществами 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76 и при работе с электрооборудованием, питающимся от сети переменного тока напряжением до 1000 В.

Примечание – Масло индустриальное И-20А, используемое для приготовления тестовых проб, относится к веществам 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Проверить комплектность счетчика на соответствие паспорту.

7.2 Провести внешний осмотр счетчика на предмет:

- наличия, полноты и целостности маркировки;
- отсутствия повреждений, которые могут повлиять на работу счетчика;
- исправности питающего кабеля и пробоотборных трубок.

7.3 По паспортным данным определить дату изготовления счетчика и проверить исполнение встроенного измерительного датчика.

7.4 Счетчик считать пригодным для проведения поверки, если:

- комплектность достаточна для проведения поверки по данной методике;
- отсутствуют видимые повреждения и загрязнения;
- питающий кабель и пробоотборные трубки в исправности;
- маркировка четкая и включает тип и серийный номер счетчика;
- в паспорте указаны дата изготовления счетчика и исполнение встроенного измерительного датчика LDS-45/50;
- маркированных и паспортных данных достаточно для идентификации счетчика.

В противном случае счетчик к дальнейшей поверке не допускается, результаты поверки считать отрицательными.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Подготовить тестовые пробы согласно приложению А настоящей методики поверки. Объем тестовой пробы при поверке по п. 8.2 – 100 мл, по пп. 10.1, 10.2 – 200 мл. Количество тестовых проб, необходимое для поверки, должно быть следующее:

- по одной пробе для проведения операций по пп. 8.2 и 10.1, при этом концентрация проб менее 75 % от верхней границы нормированного диапазона измерений;
- одна серия проб с различными концентрациями для проведения операции по п. 10.2. Концентрации проб в серии: $(200 \pm 50) \text{ см}^{-3}$, далее (10 ± 5) , (50 ± 10) и (90 ± 10) % от верхней границы нормированного диапазона измерений.

8.1.2 Подготовить счетчик к работе согласно руководству по его эксплуатации, а именно:

- подсоединить к сети питания;
- подсоединить к штуцерам счетчика пробоотборные трубки, опустив их соответственно в емкость для отбора (с тестовой пробой) и емкость для слива;
- включить питание счетчика нажатием кнопки включения. На экране появится логотип изготовителя, серийный номер счетчика и версия программного обеспечения (далее – ПО), после чего автоматически откроется главное меню «Main Menu». Выдержать не менее 3 мин для стабилизации рабочего режима;
- осуществить первичную промывку измерительной ячейки счетчика рекомендованным в руководстве по эксплуатации способом;

Примечание – Для сохранения работоспособности счетчика его измерительная ячейка всегда должна быть заполнена соответствующей жидкостью. Пересыхание измерительной ячейки не допустимо.

- при необходимости установить параметры измерений (объем пробы, объем промывки между измерениями, объем промывки перед измерением, число измерений, интервал между измерениями, стандарт) и перейти в окно измерений «Measure». Процесс измерения начнется после нажатия кнопки [←].

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить пробу согласно приложению А настоящей методики поверки с учетом п. 8.1.1.

8.2.2 При опробовании счетчика проверить его нормальное функционирование. Для этого подготовить счетчик к работе согласно п. 8.1.2, осуществив необходимые настройки для проведения пробного измерения (ручной режим измерения, объем промывки 30 мл, объем отбираемой пробы 10 мл), провести пробное измерение с применением тестовой пробы.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Провести идентификацию встроенного метрологически значимого ПО счетчика путем сличения отображаемой версии ПО с нормированным значением. Версия ПО должна отобразиться на дисплее при включении счетчика нажатием соответствующей кнопки.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение относительной погрешности установки номинального объемного расхода отбираемой пробы

10.1.1 Подготовить тестовую пробу согласно приложению А настоящей методики поверки с учетом п. 8.1.1. Пробу поместить в мерную емкость для отбора. По шкале мерной емкости определить начальный объем тестовой пробы ($V_{\text{нач}}$) и занести его в протокол поверки.

10.1.2 Подготовить счетчик к работе согласно п. 8.1.2 настоящей методики поверки.

10.1.3 Провести операцию поверки следующим образом:

а) осуществить необходимые настройки счетчика согласно руководства по эксплуатации, выбрав режим Program, параметр Measure, Flush, Start-up, Samples, установив параметр Measure → Flush → Start-up → Samples, установив объем отбираемой пробы для измерения 10 мл, объем промывки перед измерением и после измерения 25 мл, количество измерений 3;

б) запустить процесс измерений. Измерения будут проводиться последовательно автоматически. При каждом измерении с помощью секундомера измерить время с момента запуска насоса счетчика до момента его остановки, фиксируя оставшийся объем тестовой пробы в мерной посуде для отбора. Полученные значения занести в протокол поверки;

10.1.4 Выполнить следующие расчеты:

– вычислить объемный расход отбираемой пробы при каждом измерении в [мл/мин] по формуле (1):

$$q_{\text{расч } i} = \frac{V_{\text{нач } i} - V_{\text{конеч } i}}{t_i}, \quad (1)$$

где $V_{\text{нач } i}$ – объем тестовой пробы в емкости для отбора до начала i -го измерения, мл;

$V_{\text{конеч } i}$ – объем тестовой пробы в емкости для отбора после окончания i -го измерения, мл

t_i – время i -го измерения, измеренное секундомером, мин.

– определить относительную погрешность установки номинального объемного расхода отбираемой пробы по формуле (2):

$$\delta_{q i} = \frac{q_{\text{расч } i} - q_{\text{ном}}}{q_{\text{ном}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $q_{\text{ном}}$ – нормированное для счетчика значение номинального объемного расхода отбираемой пробы, мл/мин.

10.2 Определение относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости

10.2.1 Подготовить серию тестовых проб с концентрациями $(200 \pm 50) \text{ см}^{-3}$, далее (10 ± 5) , (50 ± 10) и $(90 \pm 10) \%$ от верхней границы нормированного диапазона измерений согласно приложению А настоящей методики поверки с учетом п.8.1.1. Температура проб – в условиях поверки.

10.2.2 Операцию поверки выполнить с каждой пробой следующим образом:

- а) подготовить счетчик к работе согласно п. 8.1.2 настоящей методики поверки;
- б) установить на счетчике необходимые параметры (ручной режим измерения, объем промывки перед измерением и после измерения 25 мл, объем отбираемой пробы для измерения 10 мл) и провести три измерения. При каждом измерении снять показания в каждом измерительном канале счетчика в формате, охватывающем весь нормированный диапазон регистрируемых частиц, суммировав их. Результаты суммирования занести в протокол поверки. Суммировать показания, результаты суммирования занести в протокол поверки.

10.2.3 Вычислить относительную погрешность измерений счетной концентрации частиц в жидкости формуле (3):

$$\delta_{Ci} = \frac{C_{си i} - C_{эт общ}}{C_{эт общ}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $C_{си i}$ – результат суммирования показаний счетчика при i -ом измерении данной тестовой пробы;

$C_{эт общ}$ – счетная концентрация частиц в данной тестовой пробе, установленная с помощью рабочего эталона при изготовлении пробы.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результаты опробования по п. 8.2 настоящей методики поверки считать положительными, если:

- при включении счетчика на его дисплее появляется логотип изготовителя, серийный номер счетчика и версия ПО, затем открывается главное меню «Main Menu», световая индикация питания правильная;
- при запуске процесса измерения осуществляются сначала промывка измерительной ячейки, затем отбор пробы для анализа и непосредственно измерение, по окончании процесса измерения на дисплее отображаются значения счетной концентрации в измерительных каналах;
- сообщения об ошибках и сбоях в работе отсутствуют.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11.2 Результаты проверки ПО согласно разделу 9 настоящей методики поверки считать положительными, если отображаемая на дисплее счетчика версия ПО не ниже 1.00. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11.3 Результаты поверки по п.10.1 настоящей методики считать положительными, если счетчик осуществляет отбор жидкой пробы с номинальным объемным расходом 30 мл/мин, при этом значения относительной погрешности установки номинального объемного расхода находятся в допустимых пределах $\pm 5 \%$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11.4 Результаты поверки по п.10.2 настоящей методики считать положительными, если значения относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в жидкости находятся в допустимых пределах $\pm 30 \%$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки счетчик признается годным, при отрицательных результатах поверки счетчик бракуется и к дальнейшей эксплуатации не допускается.

12.3 Результаты поверки счетчика подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца счетчика или лица, представившего его на поверку, на счетчик выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки) с нанесенным на него знаком поверки или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки) с указанием причин забракования.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.М. Балаханов

Ведущий инженер
лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.Б. Потапова

Приложение А (обязательное)

МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ПРОБ

А.1 Средства для приготовления тестовых проб:

- посуда мерная стеклянная по ГОСТ 1770-74 вместимостью 250 см³, ц.д. 2 см³;
- весы электронные лабораторные неавтоматического действия (рег. № 60903-15), диапазон измерений от 0,00001 до 2,1 г, класс точности I (Специальный) по ГОСТ OIML R 76-1-2011;
- рабочий эталон единицы счетной концентрации частиц в жидкости с относительной погрешностью измерений в допускаемых пределах $\pm 10\%$ по ГОСТ 8.606-2012;
- магнитная мешалка 85-1, диапазон скоростей 0-2400 об/мин;
- ультразвуковая ванна УЗВ-1/100 ТН, мощность до 1000 Вт.

Допускается замена указанных средств, другими, обеспечивающими подготовку тестовых проб необходимой концентрации.

Все средства должны быть исправны. Результаты поверки средств измерений, используемых при приготовлении тестовых проб, должны быть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с не истекшим сроком действия на время проведения поверки счетчика.

А.2 Приготовление тестовых проб на основе доломитовой муки и масла индустриального

А.2.1 Для приготовления тестовых проб использовать доломитовую муку марки ДМ-20-0,10 по ГОСТ 14050-93 (далее – доломитовая мука) с зерновым составом от 2 до 200 мкм и чистое масло индустриальное И-20А по ГОСТ 20799-88 (далее – масло индустриальное) без содержания частиц размером 2 мкм и более.

А.2.2 Тестовые пробы готовить в следующем порядке с учетом рекомендаций ГОСТ Р ИСО 11171-2012:

а) Подготовить сначала раствор концентрацией 100 мг/л следующим образом:

- рассчитать количество доломитовой муки для раствора в [мг] по формуле (А.1):

$$m = M_{\text{конц.}} \cdot V_{\text{общ}}, \quad (\text{А.1})$$

где $M_{\text{конц.}}$ – необходимая концентрация раствора 100 мг/л;

$V_{\text{общ}}$ – необходимый для раствора объем индустриального масла, определяемый по формуле (А.2):

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{пр1}} + V_{\text{пр2}} + \dots + V_{\text{прn}}, \quad (\text{А.2})$$

где $V_{\text{пр1}}, V_{\text{пр2}}, \dots, V_{\text{прn}}$ – объемы всех тестовых проб, необходимых при поверке анализатора, (согласно п.8.1.1) настоящей методики, мл;

- взвесить на весах массу m доломитовой муки;
- навеску поместить в мерную стеклянную посуду, добавить масло индустриальное объемом $V_{\text{общ}}$;
- перемешать в течение 1 мин и провести дегазацию полученного концентрированного раствора. Для перемешивания использовать магнитную мешалку, для дегазации – ультразвуковую ванну. Дегазацию проводить до тех пор, пока не исчезнут воздушные пузырьки с поверхности раствора (примерно 60 с);

- в полученном концентрированном растворе с помощью рабочего эталона определить счетную концентрацию ($C_{\text{общ}}$) частиц в размерном диапазоне счетчика от 4 до 200 мкм.

б) Рассчитать необходимый для одной тестовой пробы объем концентрированного раствора ($V_{\text{конц.}}$) по формуле (А.3):

$$V_{\text{конц.}} = \frac{C_{\text{max}} \cdot V_{\text{пр}} \cdot C_{\text{пр}\%}}{C_{\text{общ.}} \cdot 100 \%}, \quad (\text{A.3})$$

где C_{max} – верхняя граница диапазона измерений счетной концентрации частиц в жидкости, нормированного для поверяемого счетчика, см^{-3} ;

$V_{\text{пр}}$ – необходимый объем тестовой пробы, указанный в п.8.1.1 настоящей методики, мл;

$C_{\text{пр} \%}$ – необходимая концентрация частиц в тестовой пробе относительно верхней границы нормированного диапазона измерений, %.

в) Отобрать в мерную стеклянную посуду объем $V_{\text{конц}}$ концентрированного раствора.

г) Разбавить отобранный концентрированный раствор маслом индустриальным до необходимого объема тестовой пробы, после чего перемешать пробу и дегазировать точно также как концентрированный раствор. Перемешивание и дегазацию проводить непосредственно перед измерением. В готовой пробе с помощью рабочего эталона измерить счетную концентрацию частиц ($C_{\text{эт общ}}$) в заявленном размерном диапазоне от 2 до 200 мкм.

А.3 Приготовление тестовых проб на основе ГСО 10763-2016 и ГСО 10358-2013

А.3.1 Тестовую пробу на основе ГСО 10763-2016 готовить методом разбавления маслом индустриальным, ГСО 10358-2013 – маслом АМГ-10 до необходимой концентрации согласно п.А.2.3 (б – г).