

# Содержание

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Описание и работа                                     | 2  |
| 1.1 | Назначение  | 2  |
| 1.2 | Метрологические и основные технические характеристики | 2  |
| 1.3 | Комплект поставки                                     | 3  |
| 1.4 | Устройство и работа                                   | 4  |
| 1.5 | Маркировка  | 7  |
| 1.6 | Упаковка  | 7  |
| 2   | Использование по назначению                           | 8  |
| 2.1 | Меры безопасности                                     | 8  |
| 2.2 | Подготовка к использованию                            | 8  |
| 2.3 | Использование изделия                                 | 10 |
| 3   | Техническое обслуживание                              | 12 |
| 4   | Хранение  | 13 |
| 5   | Транспортирование                                     | 14 |
| 6   | Утилизация  | 14 |
|     | Приложение А. Формула измерений                       | 15 |
|     | Приложение Б. Соотношение между различными единицами  | 18 |
|     | Приложение В. Вспомогательные средства измерений      | 19 |

Настоящее руководство по эксплуатации (далее РЭ) распространяется на микроанометры МКВ-250, являющиеся жидкостными компенсационными микроанометрами с микрометрическим винтом (далее микроанометры). РЭ предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих данный микроанометр. РЭ содержит назначение, технические характеристики, описание принципа действия, устройства и работы, а также сведения необходимые для правильной и безопасной эксплуатации микроанометра, технического обслуживания, транспортирования и хранения.

Эксплуатировать микроанометры должен специально обученный персонал, имеющий необходимую квалификацию, в строгом соответствии с его назначением и требованиями настоящего РЭ.

## **1 Описание и работа**

### **1.1 Назначение**

1.1.1 Микроанометры предназначены для измерений разности давлений, избыточного давления и давления-разрежения при поверке и калибровке средств измерений давления различных типов в лабораторных условиях.

1.1.2 Микроанометры применяются в качестве эталонов давления при поверке и калибровке средств измерений (далее СИ): микроанометров, калибраторов, измерительных преобразователей (датчиков), тягомеров, напорометров, тягонапорометров и т.д.

1.1.3 Микроанометры должны эксплуатироваться в лабораторных условиях при следующих значениях влияющих факторов, указанных в таблице 1.

Таблица 1. Влияющие факторы при эксплуатации микроанометра

| <b>Влияющий фактор</b>                                   | <b>Допускаемые значения</b> |
|--|-----------------------------|
| Температура окружающего воздуха, °С                      | от +15 до +25               |
| Атмосферное давление, кПа                                | от 84 до 106,7              |
| Относительная влажность воздуха, %, не более             | 80                          |
| Скорость изменения температуры окружающего воздуха, °С/ч | 0,5                         |
| Тряска, вибрации, удары                                  | должны отсутствовать        |

### **1.2 Метрологические и основные технические характеристики**

Метрологические и основные технические характеристики приве-

дены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2. Метрологические характеристики

| Наименование характеристики  | Значение           |
|--|--------------------|
| Класс точности   | 0,02               |
| Диапазон измерений разности давлений, Па <sup>(1)</sup>  | от 0 до 2500       |
| Диапазон измерений избыточного давления, Па <sup>(1)</sup>   | от 0 до 2500       |
| Диапазон измерений давления-разряжения, Па <sup>(1)</sup>  | от минус 2500 до 0 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений разности давлений, избыточного давления и давления-разряжения, Па | ±0,5               |
| Вариация показаний, не более, Па   | 0,3                |

<sup>(1)</sup> Допускается использование других единиц величин, допущенных к применению в Российской Федерации.

Таблица 3. Основные технические характеристики

| Наименование характеристики                    | Значение                                   |
|--|--|
| Рабочая жидкость                               | дистиллированная вода<br>ГОСТ Р 58144-2018 |
| Габаритные размеры, мм, не более               |  |
| - длина  | 210  |
| - ширина                                       | 240  |
| - высота                                       | 600  |
| Масса, кг, не более                            | 16   |
| Условия эксплуатации:                          |  |
| - температура окружающего воздуха, °С          | от +15 до +25 <sup>(1)</sup>               |
| - относительная влажность воздуха, %, не более | 80   |
| - атмосферное давление, кПа                    | от 84 до 106,7                             |
| - тряска, вибрация и удары                     | должны отсутствовать                       |
| Средняя наработка на отказ, ч, не менее        | 20000                                      |
| Средний срок службы, лет, не менее             | 10   |

<sup>(1)</sup> Скорость изменения температуры окружающего воздуха при проведении измерений должна быть не более 0,5 °С/ч.

### 1.3 Комплект поставки

Микроманометр МКВ-250..... 1 шт.  
 Руководство по эксплуатации (АП.080.000.000 РЭ) ..... 1 экз.  
 Паспорт (АП.080.001.000 ПС)..... 1 экз.

## 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Внешний вид микроманометра и его составных частей показан на рисунках 1 и 2.

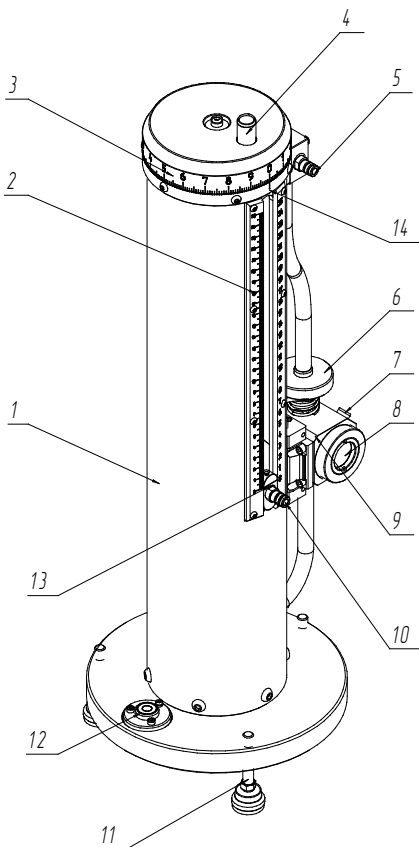


Рис. 1. Конструкция микроманометра

- 1 — корпус; 2 — линейка; 3 — лимб; 4 — ручка; 5 — штуцер плюсовой;  
6 — маховичок неподвижной ёмкости; 7 — заглушка заливного отверстия;  
8 — увеличительное стекло; 9 — неподвижная ёмкость;  
10 — штуцер минусовой; 11 — опора; 12 — пузырьковый уровень;  
13 — указатель линейки; 14 — указатель лимба

1.4.2 Корпус микроманометра представляет собой трубу 1 (рис. 1) и прикрепленные к ней фланцы. На корпусе микроманометра прикреплен линейка 2 (рис. 1) для отсчета положения подвижной ёмкости. Лимб 3 (рис. 1) необходим для точного отсчета положения подвижной ёмкости.

Ручка 4 (рис. 1) предназначена для быстрого вращения лимба, и предварительного подъема подвижной ёмкости. Штуцер плюсовой 5 (рис. 1) предназначен для присоединения измеряемого положительного избыточного давления. Маховик 6 (рис. 1) предназначен для регулирования уровня дистиллированной воды в неподвижной ёмкости. Заглушка заливного отверстия 7 (рис. 1) необходима для заливки дистиллированной воды, а также для предварительного регулирования уровня. Увеличительное стекло 8 (рис. 1) позволяет наблюдать отсчетную иглу в неподвижной ёмкости. Корпус неподвижной ёмкости 9 (рис. 1) закреплен на каретке и имеет возможность смещения для тонкой настройки уровня дистиллированной воды. Штуцер минусовой 10 (рис. 1) предназначен для присоединения измеряемого отрицательного избыточного давления (разрежения). Опоры 11 (рис. 1) предназначены для установки прибора на ровную, жесткую, неподвижную поверхность, например, стол с гранитной столешницей. Круглый пузырьковый уровень 12 (рис. 1) предназначен для регулировки вертикального положения прибора. Указатель линейки 13 (рис. 1) предназначен для определения высоты подъема подвижной ёмкости. Указатель лимба 14 (рис. 1) предназначен для точного определения поворота лимба 3 (рис. 1).

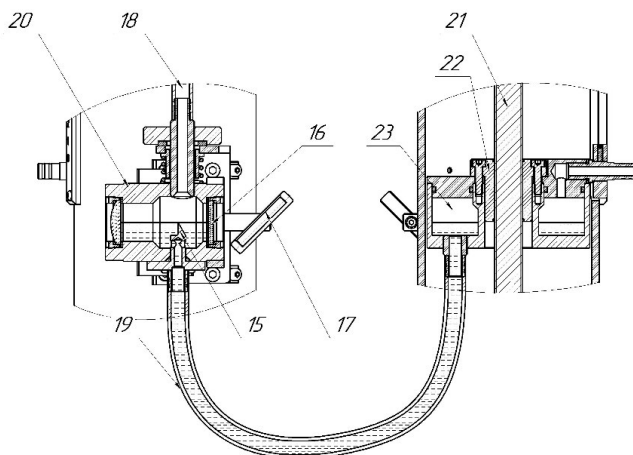


Рис. 2. Разрез неподвижной и подвижной ёмкости и их условное соединение  
 15 — отсчетная игла; 16 — матированное стекло;  
 17 — зеркало на подвижном кронштейне; 18 — трубка к плюсовому штуцеру;  
 19 — трубка соединения ёмкостей (показана условно);  
 20 — неподвижная ёмкость; 21 — Микровинт шарико-винтовой передачи  
 (далее ШВП); 22 — Гайка ШВП; 23 — подвижная ёмкость

1.4.3 Подвижная и неподвижная ёмкости показаны на рисунке 2. Неподвижная ёмкость 20 (рис. 2) предназначена для наблюдения, настройки уровня дистиллированной воды. Внутри неподвижной ёмкости закреплена отсчетная игла 15 (рис. 2), работающая по принципу нуль-индикатора. Положение уровня дистиллированной воды сравнивается с острием иглы. Позади неподвижной ёмкости смонтировано матированное стекло 16 (рис. 2), предназначенное для освещения иглы и создания контрастного изображения. Пучок света от освещения можно направить через подвижное зеркало 17 (рис. 2) на матированное стекло. Из неподвижной ёмкости выходит трубка 18 (рис. 2), присоединенная к плюсовому штуцеру. Трубка 19 (рис. 2) находится внутри корпуса микроманометра и соединяет гидравлически обе ёмкости (показана условно).

Микровинт 21 (рис. 2) и гайка 22 (рис. 2) представляют собой прецизионную ШВП, предназначенную для перемещения по ней подвижной ёмкости 23 (рис. 2).

1.4.4 Данный микроманометр относится к жидкостным приборам компенсационного типа, работающим на принципе сообщающихся сосудов, в котором разность давления воздуха над жидкостью одного сосуда компенсируется (уравновешивается) давлением, создаваемым столбом жидкости другого сосуда. В качестве рабочей жидкости применяется дистиллированная вода, как наиболее изученная и имеющая подходящие характеристики. Таким образом, измерение давления практически сводится к измерению линейной величины столба жидкости, а также учета и корректировки показаний в соответствии с температурой и атмосферным давлением. Формула расчета давления в единицах давления Па, таблица перевода между различными единицами давления, таблица плотности воды, таблица плотности воздуха при различной температуре и атмосферном давлении приведены в приложениях А, Б. В данном микроманометре создание необходимого столба жидкости осуществляется подъемом подвижной ёмкости 23 (рис. 2) относительно неподвижной ёмкости 20 (рис. 2), соединенных трубкой 19 (рис. 2). Таким образом, измерение/задача давления сводится к поднятию подвижного стакана на определенную высоту при постоянном уровне жидкости в неподвижном стакане. Подъем подвижного стакана осуществляется микровинтом ШВП 21 (рис. 2), приводимым во вращение лимбом 3 (рис. 1) либо ручкой 4 (рис. 1). Шаг винта ШВП 21 (рис. 2) составляет 2 мм. Лимб 3 (рис. 1) имеет 200 деле-

ний, соответственно цена одного деления лимба составляет 0,01 мм. Контроль величины подъема подвижного стакана осуществляется линейкой 2 (рис. 1) и указателем 13 (рис. 1), также точное положение отсчитывается по лимбу 3 (рис. 1) и указателю 14 (рис. 1). Контроль неизменности уровня в неподвижном стакане производится методом сравнения положения уровня дистиллированной воды относительно отсчетной иглы 15 (рис. 2).

## **1.5 Маркировка**

1.5.1 На прикрепленной к микроманометру табличке нанесены следующие знаки и надписи:

- знак утверждения типа средства измерений;
- наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение микроманометра;
- класс точности;
- диапазон измерений давления, Па;
- обозначение технических условий;
- порядковый номер микроманометра по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год изготовления.

## **1.6 Упаковка**

1.6.1 Упаковывание микроманометров производится в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 15 °С до 40 °С и относительной влажности до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.6.2 Упаковка и консервация микроманометров проводится в соответствии с ГОСТ 9.014-78.

Варианты временной противокоррозионной защиты — ВЗ-10.

Срок консервации (переконсервации) — 6 месяцев.

1.6.3 Микроманометр упаковывается во внутреннюю упаковку типа ВУ-II по ГОСТ 9.014-78, исключающую возможность его механического повреждения и прямого воздействия влаги, пыли, грязи и солнечной радиации.

1.6.4 Эксплуатационная документация должна быть упакована в водонепроницаемый пакет из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 или полихлорвиниловой пленки по ГОСТ 16272 и уложена в тару с микроманометром.

Товаросопроводительная документация должна быть размещена внутри транспортной тары.

## **2 Использование по назначению**

### **2.1 Меры безопасности**

2.1.1 Данный раздел направлен на обеспечение безопасной работы персонала, на сохранность микроманометра и другого оборудования, используемого совместно с ним.

2.1.2 Запрещается использовать прибор для работ, не указанных в данном руководстве.

#### **Внимание!**

Не допускаются загрязнения и механические повреждения швп, линейки, лимба, а также отсчётной иглы, зеркала, увеличительного стекла и матированного стекла.

Использовать только дистиллированную воду во избежание неверных показаний прибора, а также отложения твердых осадков на внутренних полостях прибора.

2.1.3 Перед работой с прибором внимательно осмотрите его, убедитесь в отсутствии механических повреждений, надёжном креплении его элементов.

2.1.4 Не допускайте попадания посторонних жидкостей и других загрязнений во внутреннюю систему микроманометра.

2.1.5 При использовании ЛВЖ (бензин, ацетон) во время проведения технического обслуживания необходимо выполнять требования техники безопасности при работе с данными жидкостями.

### **2.2 Подготовка к использованию**

2.2.1 Распакуйте микроманометр и протрите все его части чистыми салфетками.

2.2.2 Установите микроманометр на прочную ровную поверхность исключая прогибы и вибрацию при работе прибора. Прибор должен находиться в отдалении от отопительных приборов и систем кондиционирования. Прямой солнечный свет также может исказить показания.

2.2.3 Отрегулируйте микроманометр по встроенному пузырьковому уровню 12 (рис. 1) с помощью опор 11 (рис. 1), Пузырек должен



находится в пределах обозначенного кольца на уровне. Настройте зеркало на подвижном кронштейне 17 (рис. 2) таким образом, чтобы отраженный от зеркала свет максимально освещал матированное стекло 16 (рис. 2).

2.2.4 Установите неподвижную ёмкость приблизительно в среднее положение по высоте с помощью маховика 6 (рис. 1), ориентируясь по краям направляющей неподвижной ёмкости.

2.2.5 Подготовьте дистиллированную воду. Она должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 58144-2018. Проверьте срок годности воды.

### **Внимание!**

Запрещается использовать водопроводную, фильтрованную, кипяченую воду. Использование воды, отличной от дистиллированной, приведёт к неверным результатам измерений.

2.2.6 Установите высоту подвижной ёмкости на максимум, вращая лимб 3 (рис. 1) или ручку 4 (рис. 1). Выходные штуцеры при этом должны быть сообщены с атмосферой.

2.2.7 Наберите дистиллированную воду в спринцовку и подайте через штуцер плюсовой 5 (рис. 1). Если вода неуверенно перетекает в неподвижную ёмкость, то, возможно, в соединительной трубке образовались пузыри. Для их устранения можно использовать ту же спринцовку только без воды. Подавайте воздух поочередно в минусовой и плюсовой штуцеры. Как только вы увидите должную чувствительность уровня воды от приложенного давления, можно продолжить далее.

2.2.8 Установите высоту подвижной ёмкости на ноль. Откройте заглушку заливного отверстия 7 (рис. 1). Произведите корректировку уровня дистиллированной воды через заливное отверстие с помощью шприца. Корректировку производить до достижения уровнем воды острия отчетной иглы 20 (рис. 2). При переливе можно забрать часть воды с помощью шприца с иглой.

2.2.9 Закрутите заглушку заливного отверстия 7 (рис. 1) на свое место, предварительно проверив целостность уплотнения. Закручивать без приложения усилий, уплотнение мягкое и не требует излишних усилий при затяжке.

2.2.10 Произведите трехкратный полный подъем и опускание подвижной ёмкости. Это необходимо, чтобы все оставшиеся пузырьки в трубке ушли в ёмкости.

2.2.11 Установите положение подвижной ёмкости на ноль.

2.2.12 Произведите визуальный контроль уровня через увеличительное стекло 8 (рис. 1). Точную корректировку уровня дистиллированной воды необходимо производить маховиком 6 (рис. 1). Возможные положения отсчетной иглы показаны на рисунке 3. Если уровень дистиллированной воды слишком велик, то положение иглы будет соответствовать правому рисунку. Отраженное изображение острия отсчетной иглы будет на расстоянии от основного. Значит необходимо поднять неподвижную ёмкость. Если уровень дистиллированной воды слишком низок, то положение иглы будет соответствовать среднему рисунку. Значит необходимо опустить неподвижную ёмкость. Необходимо добиться положения отсчетной иглы, показанного на левом рисунке. Игла должна максимально приблизиться к ее отраженному изображению на поверхности дистиллированной воды, но соприкосновения иглы с поверхностью дистиллированной воды необходимо избегать из-за появления искажений поверхности вследствие поверхностного натяжения, серьезно ухудшающего точность позиционирования.

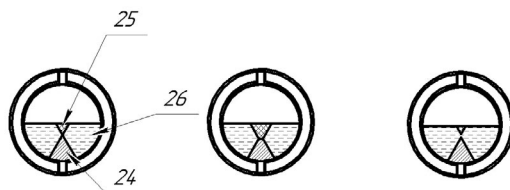


Рис. 3. Положения отсчетной иглы

24 — отсчетная игла; 25 — отражение отсчетной иглы на поверхности воды; 26 — дистиллированная вода.

2.2.13 После установки нулевого уровня и выдержки в течение не менее 8 часов, необходимой для выравнивания температуры, можно приступить к непосредственной работе с прибором.

## 2.3 Использование изделия

2.3.1 Перед непосредственным использованием микроманометра необходимо произвести подготовку к измерениям, выполнив следующие операции:

2.3.1.1 Произведите внешний осмотр, очистите от загрязнений и пыли сухой чистой салфеткой.

2.3.1.2 Проверьте целостность трубок.

2.3.1.3 Проверить отсутствие пузырьков воздуха в соединяющей трубке (по свободному перетеканию дистиллированной воды).

2.3.1.4 Проверьте чистоту увеличительного стекла 8 (рис. 1) неподвижной ёмкости и в случае его загрязнения протрите чистой, сухой специальной салфеткой из микрофибры (предназначенной для ухода за оптикой).

2.3.1.5 Проверьте вертикальность микроманометра по пузырьковому уровню 12 (рис. 1).

2.3.1.6 Проверьте легкость хода с помощью ручки 4 (рис. 1).

2.3.2 Для измерения положительного избыточного давления подключите трубку с измеряемым давлением к штуцеру 5 (рис. 1). А штуцер 10 (рис. 1) оставьте неподключенным.

2.3.3 Для измерения отрицательного избыточного давления подключите трубку с измеряемым давлением к штуцеру 10 (рис. 1). А штуцер 5 (рис. 1) оставьте неподключенным.

2.3.4 Для измерения дифференциального давления (разности давлений) подключите большее давление к штуцеру 5 (рис. 1), а меньшее (опорное) к штуцеру 10 (рис. 1), при этом опорное давление должно соответствовать допускаемым значениям атмосферного давления, указанным в таблице 1.

2.3.5 Присоединять необходимо подходящей по диаметру полиуретановой или резиновой трубкой без чрезмерного усилия при соединении. Силиконовые трубки не подходят для соединения ввиду сильного пропускания газа через их стенки.

2.3.6 С помощью ручки 4 (рис. 1) поднимите подвижную ёмкость в крайнее верхнее положение (либо немного больше предполагаемого измеряемого давления).

2.3.7 Подайте измеряемое давление на прибор.

2.3.8 С помощью ручки 4 (рис. 1) опускайте подвижную ёмкость, ориентируясь на изображение отсчетной иглы в увеличительном стекле 8 (рис. 1). Добейтесь изображения отсчетной иглы и ее отражения как указано в п. 2.2.12. При этом подводить уровень жидкости в неподвижном сосуде следует подводить снизу вверх для исключения влияния зазора между микрометрическим винтом и гайкой.

2.3.9 Снимите показания с линейки 2 (рис. 1) соответственно указателю 13 (рис. 1), что укажет на количество целых миллиметров водяного столба. Также снимите показания с лимба 3 (рис. 1) соответ-

ственно указателю 14 (рис. 1), что укажет количество сотых миллиметра. Зафиксируйте показания температуры и атмосферного давления. Рассчитайте значение давления в соответствии с формулой, приведенной в приложении А.

2.3.10 Произведите необходимое количество измерений, соответственно с необходимой методикой поверкой поверяемого СИ.

2.3.11 Сравните измеряемое давление, установите положение подвижной ёмкости на ноль. Надежно соедините штуцеры 5 и 10 (рис. 1) с атмосферой.

2.3.12 Проверьте положение отсчетной иглы, через увеличительное стекло 8 (рис. 1). Если уровень дистиллированной воды сместился не более 0,025 мм по лимбу 3 (рис. 1) и указателю 14 (рис. 1), то серию измерений можно считать удачной.

### **3 Техническое обслуживание**

3.1 Для поддержания микроманометра в исправном состоянии необходимо проводить техническое обслуживание.

3.2 Техническое обслуживание.

3.2.1 Выполнить операции п.2.3.1.

3.2.2 Проверьте наличие смазки на микровинте ШВП. Заглянуть в прорезь, где ходит указатель 13 (рис. 1) и штуцер 10 (рис. 1), в случае полного отсутствия тонкого слоя смазки, слегка смажьте винт кисточкой. Используйте консистентную смазку Shell GADUS S2 V220AC 2.

3.2.3 Внешнюю поверхность микроманометра протрите с небольшим нажимом мягкой, безворсовой тканью, смоченной чистым бензином (Б 70 — ТУ 38.101913-82, Галоша — ТУ 38.401-67-108-92, Нефрас — ГОСТ 8505-80).

3.2.4 Смените дистиллированную воду, для чего под соединительный штуцер, соединенный с отсчетной иглой 15 (рис. 2), подставьте пустую ёмкость, разъедините трубку 19 (рис. 2) и штуцер и слейте воду из обеих частей.

3.2.5 Соедините штуцер и трубку и произведите заливку новой дистиллированной водой согласно пунктам 2.2.4–2.2.12.

3.2.6 Пункты технического обслуживания проводить по мере необходимости, но не реже 1 раза в 3 месяца.

3.3 Периодическая поверка микроманометров в эксплуатации проводится по методике поверке, установленной при утверждении

типа средства измерений, в аккредитованных лабораториях; периодичность поверки — в соответствии с установленным интервалом между поверками.

### 3.4 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 5. Возможные неисправности и методы их устранения

| Неисправность                                     | Причина неисправности  | Метод устранения                                |
|---|--|---|
| Лимб 3 (рис. 1) не вращается, либо туго вращается | Отсутствует смазка на микровинте ШВП                         | Смажьте винт согласно пункту 3.2.2              |
|   | Поврежден корпус микроманометра                              | Обратиться в сервис предприятия-изготовителя    |
|   | Повреждены подшипниковые узлы                                | Обратиться в сервис предприятия-изготовителя    |
| Уход уровня дистиллированной воды со временем     | Присутствует утечка через поврежденную трубку или уплотнение | Обратиться в сервис предприятия-изготовителя    |
| Отсутствие герметичности                          | Применены силиконовые трубки для внешних соединений          | Заменить трубку на полиуретановую или резиновую |
|   | Повреждено уплотнение или воздушная трубка                   | Заменить уплотнение или трубку на идентичные    |

## 4 Хранение

### 4.1 Хранение микроманометра в лабораторных условиях.

4.1.1 При хранении микроманометра в лабораторных условиях необходимо протереть его чистыми салфетками и накрыть полиэтиленовым колпаком.

4.1.2 При длительном хранении в лаборатории необходимо слить воду и один раз в 6 месяцев проводить переконсервацию согласно пунктам 10.2.2, 10.2.3.

### 4.2 Хранение микроманометра в складском помещении.

4.2.1 Перед постановкой микроманометра на хранение необходимо слить воду и провести техническое обслуживание согласно пунктам 10.2.2, 10.2.3.

4.2.2 Микроманометр должен храниться в сухом, отапливаемом помещении при температуре не ниже +5 °С и относительной влажности воздуха не более 80%.

## 5 Транспортирование

5.1 Микроманометры должны транспортироваться всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах (в том числе авиатранспортом – в неотапливаемых, герметизированных отсеках) в соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

5.2 Транспортирование должно производиться в транспортной таре предприятия-изготовителя или другой таре, обеспечивающей сохранность микроманометра во время его транспортирования.

5.3 Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования микроманометров, упакованных в транспортную тару, они не должны подвергаться ударам и воздействию атмосферных осадков. Способ укладки транспортной тары, должен исключать возможность перемещения микроманометра.

5.4 Коробки с микроманометрами должны транспортироваться и храниться в соответствии с обозначенными манипуляционными знаками.



5.5 Условия транспортирования микроманометров должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С.

## 6 Утилизация

6.1 Микроманометры не содержат драгметаллов, ядовитых, токсичных и взрывчатых веществ. Особых мер защиты при проведении утилизации не требуется.

6.2 Утилизация микроманометров в процессе эксплуатации производится эксплуатирующей организацией любым приемлемым для нее способом.

## Приложение А

### Формула измерений

Формула расчета давления в Па:

$$P = (\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{воздуха}}) \cdot g \cdot h \cdot K, \text{ где}$$

$P$  — расчетное значение давления в Па;

$\rho_{\text{воды}}$  — плотность воды (значение берут из таблицы А.1);

$\rho_{\text{воздуха}}$  — плотность воздуха (значение берут из таблицы А.3);

$g$  — местное ускорение свободного падения (значение должно быть известно с погрешностью не более 0,002 %), м/с<sup>2</sup>;

$h$  — показание шкал микроманометра при измерении, мм;

$K$  — поправочный коэффициент на изменение длины ШВП в зависимости от температуры (значение берут из таблицы А.2).

Промежуточные значения из таблиц А.1, А.2, А.3 рассчитываются методом линейной интерполяции.

Для расчета в других единицах давления следует использовать переводные коэффициенты согласно таблицы Б.1 приложения Б.

Таблица А.1. Значения плотности дистиллированной воды при температурах 15 – 25 °С

| Температура воды, °С | Плотность воды, кг/м <sup>3</sup> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                      | Десятые доли, °С                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|                      | 0,0                               | 0,1     | 0,2     | 0,3     | 0,4     | 0,5     | 0,6     | 0,7     | 0,8     | 0,9     |
| 15                   | 999,099                           | 999,084 | 999,069 | 999,053 | 999,038 | 999,022 | 999,006 | 998,991 | 998,975 | 998,959 |
| 16                   | 998,942                           | 998,926 | 998,910 | 998,893 | 998,876 | 998,860 | 998,843 | 998,826 | 998,809 | 998,792 |
| 17                   | 998,774                           | 998,757 | 998,739 | 998,722 | 998,704 | 998,686 | 998,668 | 998,650 | 998,632 | 998,613 |
| 18                   | 998,595                           | 998,576 | 998,558 | 998,539 | 998,520 | 998,501 | 998,482 | 998,463 | 998,443 | 998,424 |
| 19                   | 998,404                           | 998,385 | 998,365 | 998,345 | 998,325 | 998,305 | 998,285 | 998,265 | 998,244 | 998,224 |
| 20                   | 998,203                           | 998,183 | 998,162 | 998,141 | 998,120 | 998,099 | 998,078 | 998,056 | 998,035 | 998,013 |
| 21                   | 997,992                           | 997,970 | 997,948 | 997,926 | 997,904 | 997,882 | 997,860 | 997,838 | 997,815 | 997,793 |
| 22                   | 997,770                           | 997,747 | 997,724 | 997,701 | 997,678 | 997,655 | 997,632 | 997,609 | 997,585 | 997,562 |
| 23                   | 997,538                           | 997,514 | 997,490 | 997,466 | 997,442 | 997,418 | 997,394 | 997,370 | 997,345 | 997,321 |
| 24                   | 997,296                           | 997,271 | 997,246 | 997,222 | 997,197 | 997,171 | 997,146 | 997,121 | 997,095 | 997,070 |
| 25                   | 997,044                           | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |

Значения плотности воды были рассчитаны в соответствии с ГСССД 355-2019.

Таблица А.2. Значения поправочного коэффициента на изменение длины ШВП в зависимости от температуры

|               | Температура, °С |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | 15              | 16       | 17       | 18       | 19       | 20       | 21       | 22       | 23       | 24       | 25       |
| Коэффициент К | 0,999942        | 0,999954 | 0,999965 | 0,999977 | 0,999988 | 1,000000 | 1,000012 | 1,000023 | 1,000035 | 1,000046 | 1,000058 |

Значения поправочного коэффициента на изменение длины ШВП рассчитаны с учетом значения коэффициента линейного расширения  $\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6}$ .



Таблица А.3. Значения плотности воздуха в зависимости от атмосферного (опорного) давления и температуры окружающей среды

| Атмосферное (опорное) давление, кПа | Температура окружающей среды, °С |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
|-------------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
|                                     | 15                               | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    |  |  |  |
| 84                                  | 1,012                            | 1,008 | 1,004 | 1,001 | 0,997 | 0,993 | 0,990 | 0,986 | 0,982 | 0,979 | 0,975 |  |  |  |
| 85                                  | 1,024                            | 1,020 | 1,016 | 1,013 | 1,009 | 1,005 | 1,001 | 0,998 | 0,994 | 0,990 | 0,986 |  |  |  |
| 86                                  | 1,036                            | 1,032 | 1,028 | 1,025 | 1,021 | 1,017 | 1,013 | 1,010 | 1,006 | 1,002 | 0,998 |  |  |  |
| 87                                  | 1,048                            | 1,044 | 1,040 | 1,037 | 1,033 | 1,029 | 1,025 | 1,021 | 1,018 | 1,014 | 1,010 |  |  |  |
| 88                                  | 1,060                            | 1,056 | 1,053 | 1,049 | 1,045 | 1,041 | 1,037 | 1,033 | 1,029 | 1,025 | 1,022 |  |  |  |
| 89                                  | 1,072                            | 1,068 | 1,065 | 1,061 | 1,057 | 1,053 | 1,049 | 1,045 | 1,041 | 1,037 | 1,033 |  |  |  |
| 90                                  | 1,085                            | 1,081 | 1,077 | 1,073 | 1,069 | 1,065 | 1,061 | 1,057 | 1,053 | 1,049 | 1,045 |  |  |  |
| 91                                  | 1,097                            | 1,093 | 1,089 | 1,085 | 1,081 | 1,077 | 1,073 | 1,069 | 1,065 | 1,061 | 1,057 |  |  |  |
| 92                                  | 1,109                            | 1,105 | 1,101 | 1,096 | 1,092 | 1,088 | 1,084 | 1,080 | 1,076 | 1,072 | 1,068 |  |  |  |
| 93                                  | 1,121                            | 1,117 | 1,113 | 1,108 | 1,104 | 1,100 | 1,096 | 1,092 | 1,088 | 1,084 | 1,080 |  |  |  |
| 94                                  | 1,133                            | 1,129 | 1,125 | 1,120 | 1,116 | 1,112 | 1,108 | 1,104 | 1,100 | 1,096 | 1,092 |  |  |  |
| 95                                  | 1,145                            | 1,141 | 1,137 | 1,132 | 1,128 | 1,124 | 1,120 | 1,116 | 1,112 | 1,108 | 1,103 |  |  |  |
| 96                                  | 1,157                            | 1,153 | 1,149 | 1,144 | 1,140 | 1,136 | 1,132 | 1,128 | 1,123 | 1,119 | 1,115 |  |  |  |
| 97                                  | 1,169                            | 1,165 | 1,161 | 1,156 | 1,152 | 1,148 | 1,144 | 1,139 | 1,135 | 1,131 | 1,127 |  |  |  |
| 98                                  | 1,181                            | 1,177 | 1,173 | 1,168 | 1,164 | 1,160 | 1,155 | 1,151 | 1,147 | 1,143 | 1,138 |  |  |  |
| 99                                  | 1,193                            | 1,189 | 1,185 | 1,180 | 1,176 | 1,172 | 1,167 | 1,163 | 1,159 | 1,154 | 1,150 |  |  |  |
| 100                                 | 1,205                            | 1,201 | 1,197 | 1,192 | 1,188 | 1,184 | 1,179 | 1,175 | 1,170 | 1,166 | 1,162 |  |  |  |
| 101                                 | 1,218                            | 1,213 | 1,209 | 1,204 | 1,200 | 1,195 | 1,191 | 1,187 | 1,182 | 1,178 | 1,174 |  |  |  |
| 102                                 | 1,230                            | 1,225 | 1,221 | 1,216 | 1,212 | 1,207 | 1,203 | 1,198 | 1,194 | 1,190 | 1,185 |  |  |  |
| 103                                 | 1,242                            | 1,237 | 1,233 | 1,228 | 1,224 | 1,219 | 1,215 | 1,210 | 1,206 | 1,201 | 1,197 |  |  |  |
| 104                                 | 1,254                            | 1,249 | 1,245 | 1,240 | 1,236 | 1,231 | 1,227 | 1,222 | 1,218 | 1,213 | 1,209 |  |  |  |
| 105                                 | 1,266                            | 1,261 | 1,257 | 1,252 | 1,248 | 1,243 | 1,238 | 1,234 | 1,229 | 1,225 | 1,220 |  |  |  |
| 106                                 | 1,278                            | 1,273 | 1,269 | 1,264 | 1,259 | 1,255 | 1,250 | 1,246 | 1,241 | 1,237 | 1,232 |  |  |  |
| 107                                 | 1,290                            | 1,285 | 1,281 | 1,276 | 1,271 | 1,267 | 1,262 | 1,257 | 1,253 | 1,248 | 1,244 |  |  |  |

Значения плотности воздуха были рассчитаны в соответствии с ГОСТ ОИМЛ R 111-1-2009 для номинальной относительной влажности воздуха 50 %.

## Приложение Б (справочное)

### Соотношение между различными единицами

Таблица Б.1. Соотношение между различными единицами давления

| Единица            | Па      | даПа     | гПа       | кПа        | мбар       | мм вод. ст. (4 °С) | кгс/м <sup>2</sup> |
|--------------------|---------|----------|-----------|------------|------------|--------------------|--------------------|
| Па                 | 1       | 0,1      | 0,01      | 0,001      | 0,01       | 0,101974           | 0,101972           |
| даПа               | 10      | 1        | 0,1       | 0,01       | 0,1        | 1,01974            | 1,01972            |
| гПа                | 100     | 10       | 1         | 0,1        | 1          | 10,1974            | 10,1972            |
| кПа                | 1000    | 100      | 10        | 1          | 10         | 101,974            | 101,972            |
| мбар               | 100     | 10       | 1         | 0,1        | 1          | 10,1974            | 10,1972            |
| мм вод. ст. (4 °С) | 9,80638 | 0,980638 | 0,0980638 | 0,00980638 | 0,0980638  | 1                  | 0,999972           |
| кгс/м <sup>2</sup> | 9,80665 | 0,980665 | 0,0980665 | 0,00980665 | 0,00980665 | 1,000027           | 1                  |

## Приложение В (рекомендуемое) Вспомогательные средства измерений

Таблица В.1. Вспомогательные средства измерения,  
обеспечивающие функционирование микроманометра

| Наименование средства измерения  | Контролируемый параметр         | Диапазон контролируемого параметра | Предельная погрешность измерения контролируемого параметра |
|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| Прибор комбинированный TESTO 622 (рег. № 53505-13):<br>- диапазон измерений атмосферного давления 30...120 кПа, $\Delta = \pm 0,5$ кПа;<br>- диапазон измерений относительной влажности воздуха 10...98 %, $\Delta = \pm 3$ %. | Атмосферное давление            | от 84 до 106,7 кПа                 | $\pm 1$ кПа  |
|  | Относительная влажность воздуха | не более 80 %                      | $\pm 5$ %  |
| Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (рег. № 61806-15):<br>- диапазон измерений температуры -50...199,99 °С, $\Delta = \pm 0,05$ °С.  | Температура                     | от + 15 до +25 °С                  | $\pm 0,2$ °С   |

## Особые отметки