

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

« 17 » 02 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ УРОВНЕМЕРОВ КМС-УПУ

Методика поверки

МП 208-007-2023

г. Москва
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр средства измерений	5
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
9 Определение метрологических характеристик средства измерений.....	8
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям...	12
11 Оформление результатов поверки	12

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ (далее – установки), изготавливаемых ООО «КМС», г. Челябинск, и используемых в качестве рабочих эталонов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов.

1.2. Прослеживаемость установок к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459.

1.3. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод непосредственных сличений.

1.4. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Исполнение установки	Дискретность измерений уровня, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, мм	Диапазон измерений уровня, мм
А	0,02	± 0,3	от 0 до 30000
Б		± 0,5	
В		± 1,0	
Примечание – Диапазон измерений уровня зависит от заказа и указывается в эксплуатационной документации.			

1.5. Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измерительных величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
5. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
6. Оформление результатов	11	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды от 19 до 25 °С;
- изменение температуры воздуха в помещении в течение часа не более 1 °С;
- максимальная разность температур в различных точках линейной части не более 2 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %.

3.2. Поверяемые установки и средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски и ударов.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки применяют средства измерений (далее – СИ) и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 9	СИ температуры, диапазон измерений температуры окружающего воздуха от 15 °С до 30 °С, ПГ ±0,2 °С СИ относительной влажности воздуха, диапазон измерений от 30 до 80 %, ПГ ±3 % СИ атмосферного давления, диапазон измерений от 840 до 1060 гПа, ПГ ±3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М 7-Д, рег. № 71394-18
7.3	СИ сопротивления постоянному току, диапазон измерений сопротивления 999 МОм, ПГ ± (0,03·R + 3 е.м.р.) Ом	Мегаомметр Е6-31/1, рег. № 53668-13
7.4, 7.5	СИ горизонтального положения плоских поверхностей, цена деления продольной ампулы уровня 0,05 мм/м, длина рабочей поверхности 150 мм	Уровни брусковые 150-0,05 ГОСТ 9392-89, рег. № 33071-12
7.6	СИ вертикального положения плоских поверхностей, цена деления продольной ампулы уровня 0,02 мм/м, длина рабочей поверхности 200 мм	Уровни рамные 200x200-0,02 ГОСТ 9392-89, рег. № 33071-12
7.7	Весы с НПВ 10000 г, класс точности III (средний) по ГОСТ OIML R 76-1-2011	Весы электронные лабораторные CBW12KH, рег. № 59811-15
7, 9	СИ из части 3 Приказа Росстандарта от 29.12.2018 № 2840 (головки измерительные, индикаторы часового типа, скобы, микрометры, высотомеры и пр.) в диапазоне от 0 до 2000 мм	Глубиномеры микрометрические, рег. № 60451-15, индикаторы часового типа и с цифровым отсчётным устройством, рег. № 81400-21
7, 9	Рабочий эталон единицы длины 2-го разряда из части 2 Приказа Росстандарта от 29.12.2018 № 2840, (измеритель линейных перемещений лазерный в диапазоне от 0 до 80000 мм) или эталон 3-го разряда, ПГ от ±(0,02+0,5·L) мкм до ±(10+5·L), где L – измеряемое перемещение, м	Система лазерная измерительная XL-80, рег. № 35362-13 или лента измерительная 2 или 3 разряда

Примечание – В случае использования в качестве основного средства поверки системы лазерной измерительной XL-80 по пунктам МП 7.9, 7.10 необходимость использования других СИ длины, указанных в таблице, отпадает.

4.2. Допускается использовать при поверке другие аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на установку, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр средства измерений

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки;
- наличие действующих свидетельств о поверке или оттисков поверительных клейм в эксплуатационной документации, подтверждающих проведение поверки каждого СИ из состава установки (при наличии).

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проконтролировать условия проведения поверки на соответствие разделу 3.

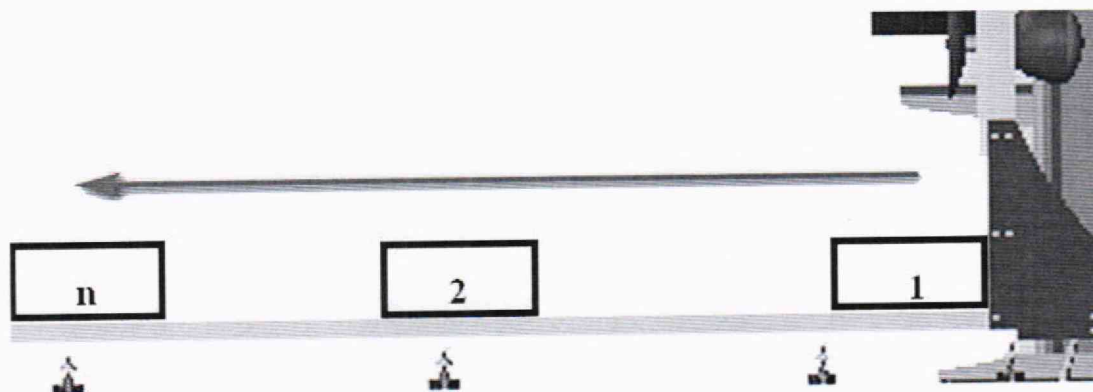
7.2. Подготовить СИ в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3. Проверка электрического сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции измерить мегаомметром рабочим напряжением 500 В между объединёнными выводами силовых цепей и зажимом заземления при отключенном питании установки.

Результат проверки электрического сопротивления изоляции считают положительным, если показание мегаомметра составляет не менее 20 МОм.

7.4. Проверка отклонения от горизонтального положения линейной части установки



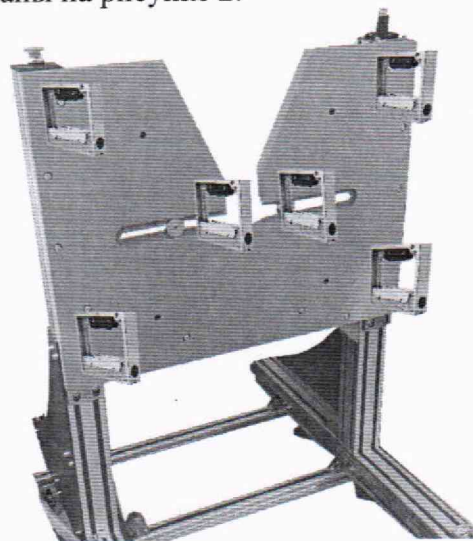
Р и с у н о к 1 – Порядок определения отклонения от горизонтального положения линейной части установки

Для определения отклонения от горизонтального положения линейной части установки необходимо установить уровень брусковый рабочей поверхностью на горизонтальную плоскость линейного основания, начиная от неподвижного основания. Проверку произвести над каждой опорой линейной части, перекладывая уровень брусковый вдоль установки с шагом не менее одного метра.

Результат проверки отклонения от горизонтального положения линейной части установки считают положительным, если отклонение от горизонтальности, измеренное уровнем брусковым, в каждом проверяемом положении, не превышает 0,4 мм/м.

7.5. Проверка отклонения от вертикального положения неподвижного основания установки

Для определения отклонения от вертикального положения неподвижного основания установки необходимо установить уровень рамный вертикальной рабочей поверхностью на плоскость установочной плиты неподвижного основания установки в шести точках. Места установки уровня рамного показаны на рисунке 2.



Р и с у н о к 2 – Места установки уровня рамного при определении отклонения от вертикального положения неподвижного основания установки

Результат проверки отклонения от вертикального положения неподвижного основания установки считают положительным, если отклонение от вертикальности, измеренное уровнем рамным, в каждой из проверенных точек, не превышает 0,4 мм/м.

7.6. Проверка отклонения от вертикального положения контактной поверхности подвижной части установки

Для определения отклонения от вертикального положения контактной поверхности подвижной части установки необходимо установить уровень рамный вертикальной рабочей поверхностью на плоскость контактной пластины подвижной части установки в пяти точках. Места установки уровня рамного показаны на рисунке 3.

Результат проверки отклонения от вертикального положения контактной пластины подвижной части установки считают положительным, если отклонение от вертикальности, измеренное уровнем рамным, в каждой из проверенных точек, не превышает 0,4 мм/м.

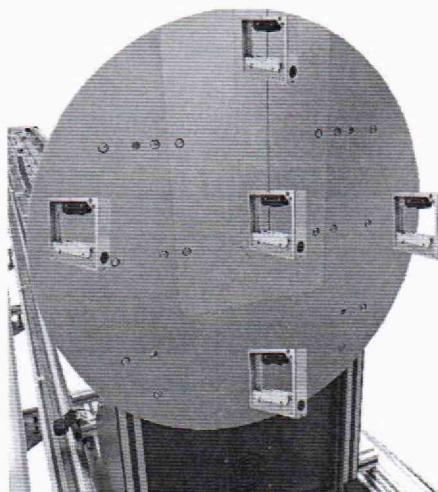


Рисунок 3 – Места установки уровня рамного при определении отклонения от вертикального положения контактной пластины подвижной части установки

7.7. Проверка усилия натяжения ленты измерительной (при наличии)

Проверку усилия натяжения ленты измерительной (при наличии) проводить путём взвешивания массы навески.

Результаты проверки при нормальном ускорении свободного падения $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$ считать положительными, если суммарная масса грузов находится в пределах:

- от 0,9 до 1,1 кг, что соответствует усилию натяжения $(10 \pm 1) \text{ Н}$ – для установки с диапазоном измерений от 1 до 5 м;
- от 4,9 до 5,1 кг, что соответствует усилию натяжения $(49 \pm 1) \text{ Н}$ – для установки с диапазоном измерений от 5 до 10 м;
- от 9,2 до 10,2 кг, что соответствует усилию натяжения $(100 \pm 10) \text{ Н}$ – для установки с диапазоном измерений от 10 до 30 м.

7.8. Опробование

Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

Опробование проводить путём последовательного смещения подвижной части с помощью управляющей программы на расстояния 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений установки, как в прямом, так и обратном направлении.

Проверить, что воспроизводимая установкой единица уровня отображается на мониторе ПК при перемещении подвижной части и имеет заданные значения при остановке подвижной части.

Результат опробования считать положительным, если:

- передвижение подвижной части происходит плавно, без заеданий;
- начало движения подвижной части сопровождается плавным ускорением, а остановка – плавным замедлением;
- считываемые установкой показания изменяются соответствующим образом и транслируются на монитор ПК;
- не возникает сообщений об ошибках работы управляющей программы.

7.9. Проверка точности позиционирования подвижной части относительно неподвижного основания установки

Допускается совместить с определением метрологических характеристик.

7.9.1. Проверку точности позиционирования подвижной части относительно неподвижного основания с помощью глубиномера микрометрического проводят в следующем порядке:

- а) с помощью программного обеспечения перемещают подвижную часть в начало рабочего диапазона – точку «0» в режим удержания;
- б) после выхода установки в начало рабочего диапазона, производят измерение показаний в произвольных участках плиты неподвижного основания, прикладывая опорную измерительную поверхность глубиномера и упирая измерительный стержень в плиту каретки. Необходимо произвести не менее 3-х измерений;
- в) с помощью программного обеспечения задают произвольное значение для перемещения подвижной части и, далее, возвращают каретку в точку «0» в режим удержания;
- г) процедуру измерения повторяют в соответствии с пунктом «б».

7.9.2. Результаты проверки считают удовлетворительными, если разница между измеренными значениями не превышает $\pm 0,05$ мм.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) доступны для просмотра через пункт меню «О программе»

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Идентификационные данные ПО

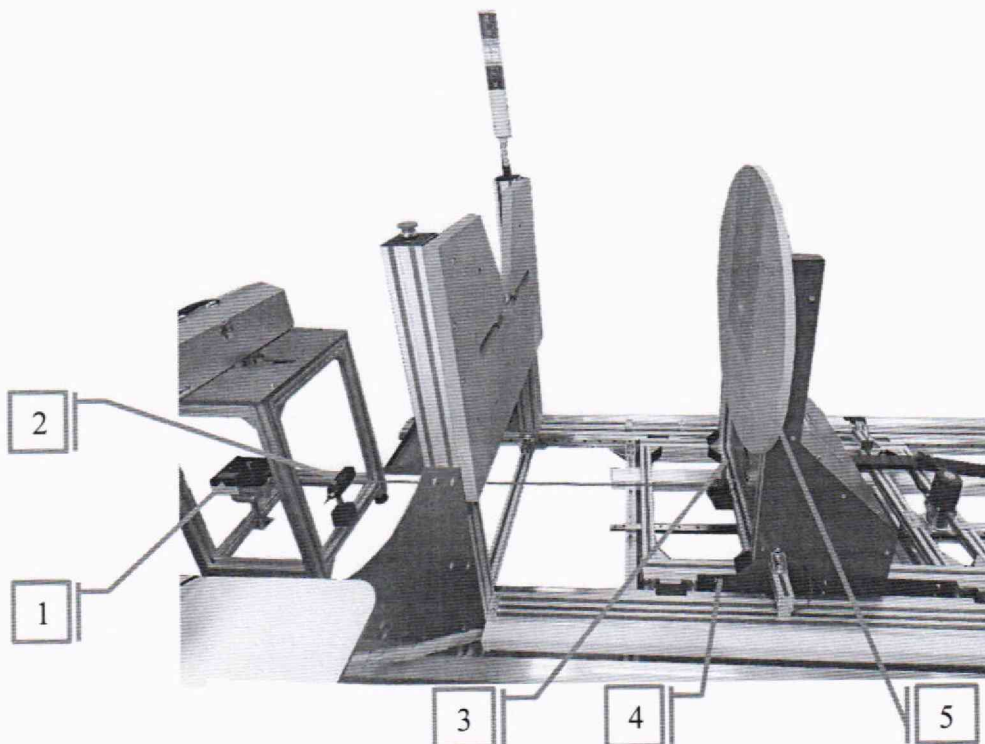
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	АРМ-КМС-УПУ
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 1.0.0.0
Идентификационное наименование метрологически значимой части ПО	kms-lvl.so
Цифровой идентификатор метрологической значимой части (алгоритм CRC32)	0xA6D409AC

9. Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1. Определение верхнего предела диапазона измерений установки

9.1.1 Определение диапазона измерений установки с помощью системы лазерной измерительной XL-80 проводят в следующем порядке:

- закрепляют систему XL-80 на установке в соответствии с рисунком 4;
- жёстко закрепляют лазерный излучатель системы и блок оптический на линейной части установки, а отражатель системы – на подвижной части установки с помощью установочных приспособлений, входящих в комплект лазерной измерительной системы XL-80 (см. рисунок 4);



Р и с у н о к 4 – Размещение лазерной измерительной системы XL-80 на установке.
1 – лазерный излучатель системы XL-80; 2 – блок оптический системы XL-80;
3 – отражатель системы XL-80; 4 – линейная часть, 5 – подвижная часть.

- с помощью программного обеспечения перемещают подвижную часть в начало рабочего диапазона – точку «0»;
- после выхода установки в начало рабочего диапазона, производят сброс показаний XL-80 на «0»;
- с помощью программного обеспечения задают значение верхнего предела диапазона измерений установки;
- фиксируют значение, измеренное системой лазерной измерительной XL-80.

Результат проверки диапазона измерений установки считают удовлетворительным, если значение, полученное в процессе измерения, соответствует данным, приведённым в эксплуатационной документации на установку.

9.1.2 Определение диапазона измерений установки с помощью ленты измерительной проводят в следующем порядке:

- с помощью программного обеспечения перемещают подвижную часть в начало рабочего диапазона – точку «0»;
- жёстко закрепляют кольцо начала ленты измерительной в блоке «2» (рисунок 5а) при этом добиваются грубой регулировки положения начала отсчёта ленты по видео отображению в программном обеспечении ПК и закрепляют винт «1» (рисунок 5а);
- с помощью программного обеспечения регулировкой линии начала отсчёта (поз. «б» рисунок 5г) добиваются тонкой подстройки по боковой кромке штриха нулевой отметки ленты;
- с помощью программного обеспечения задают значение верхнего предела диапазона измерений установки;
- фиксируют значение, измеренное лентой при помощи видео-фиксации;

Результат проверки диапазона измерений установки считают удовлетворительным, если значение, полученное в процессе измерения, соответствует данным, приведённым в эксплуатационной документации на установку.

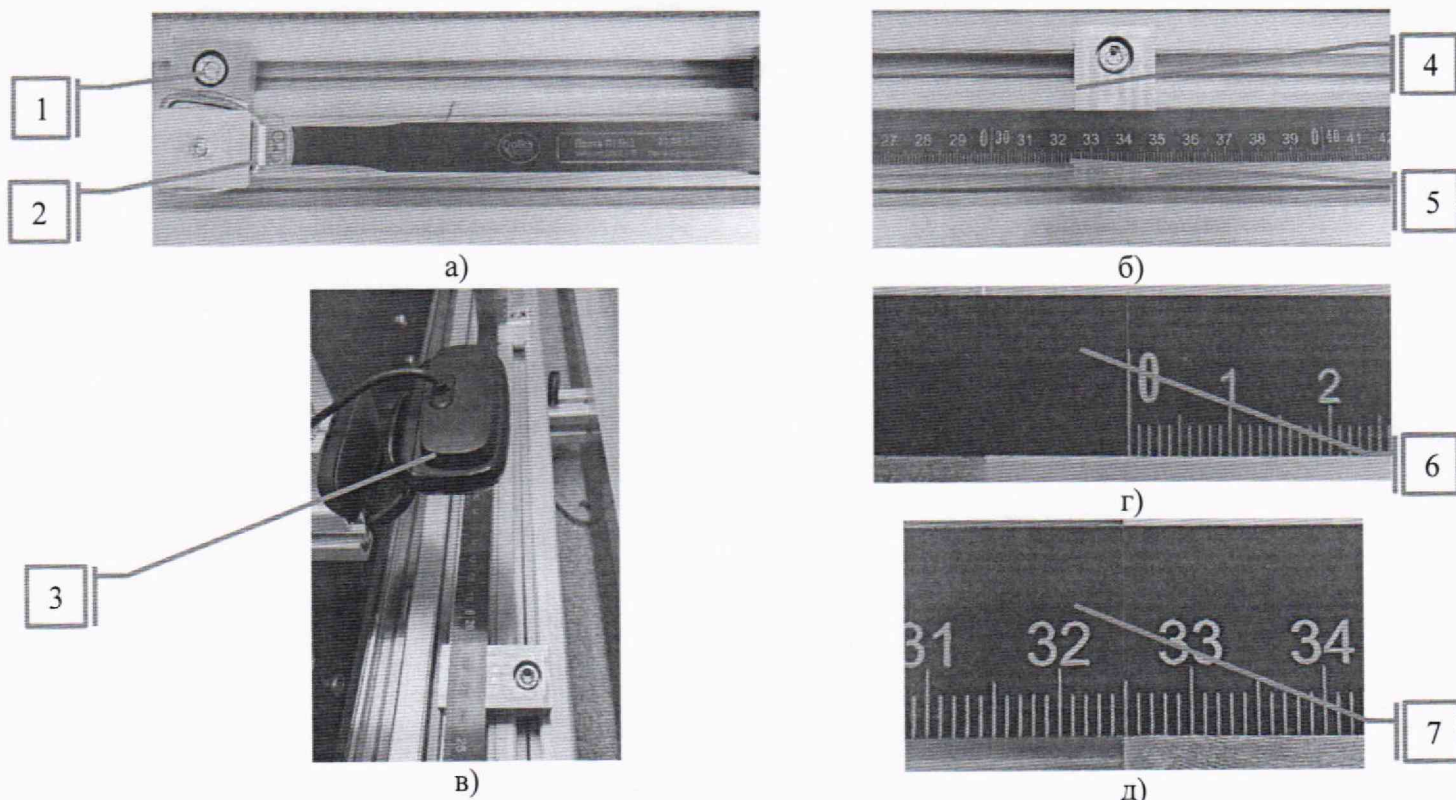


Рисунок 5 а) блок фиксации измерительной ленты, б) ложемент укладки измерительной ленты, в) блок видео-фиксации измерительной ленты, установленный на подвижной каретке, г) процесс совмещение ноля ленты измерительной и установки и д) процесс снятия показаний (измерение абсолютного значения воспроизведения длины установки).

9.2. Определение дискретности перемещения подвижной части установки

9.2.1. Определение дискретности перемещения подвижной части установки с помощью системы лазерной измерительной XL-80 проводить в следующем порядке:

- закрепляют систему XL-80 на установке;
- с помощью программного обеспечения задают произвольное значение для перемещения подвижной части;
- производят сброс показаний XL-80 на «0»;
- с помощью программного обеспечения задают значение перемещения подвижной части 20 мкм;
- фиксируют значение, измеренное системой лазерной измерительной XL-80.

Результат определения дискретности перемещения подвижной части установки считают удовлетворительным, если значение перемещения подвижной части, измеренная XL-80, не превышает (20 ± 5) мкм.

9.2.2. Определение дискретности перемещения подвижной части установки с помощью индикатора часового типа проводить в следующем порядке:

- с помощью программного обеспечения задают произвольное значение для перемещения подвижной части;
- закрепляют индикатор часового типа при помощи магнитной базы или любого другого средства на неподвижном основании установки, упирая индикаторную головку в произвольном месте каретки;
- производят настройку индикатора часового типа на «0»;
- с помощью программного обеспечения задают значение перемещения подвижной части 20 мкм;
- фиксируют значение, измеренное индикатором часового типа.

Результат определения дискретности перемещения подвижной части установки считают удовлетворительным, если значение перемещения подвижной части, измеренная индикатором часового типа, не превышает (20 ± 5) мкм.

9.3. Определение абсолютной погрешности измерений длины (уровня) установки

9.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений длины (уровня) установки с помощью системы лазерной измерительной XL-80 проводят в следующем порядке:

- закрепляют систему XL-80 на установке;
- с помощью программного обеспечения перемещают подвижную часть в начало рабочего диапазона – точку «0»;
- после выхода установки в начало рабочего диапазона, производят сброс показаний XL-80 на «0»;
- с помощью программного обеспечения задают перемещение подвижной части, соответствующее поверочным точкам с дискретностью 1 м;
- фиксируют показания установки $L_{изм}$ и показания системы XL-80 (эталона) $L_э$ в каждой поверочной точке на прямом и обратном ходе.

Абсолютную погрешность измерений при каждом измерении на каждой поверочной точке определяют по формуле

$$\Delta L_i = L_{изм(i)} - L_{э(i)}, \quad (1)$$

где $L_{э(i)}$ – показания эталона на установленной поверочной точке, мм;
 $L_{изм(i)}$ – показания установки на установленной поверочной точке, мм.

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений длины (уровня) при каждом измерении не превышают пределов, указанных в таблице 1.

9.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений длины (уровня) установки с помощью ленты измерительной проводят в следующем порядке:

- с помощью программного обеспечения перемещают подвижную часть в начало рабочего диапазона – точку «0»;
- жёстко закрепляют кольцо начала ленты измерительной в блоке «2» (рисунок 5а) при этом добиваются грубой регулировки положения начала отсчёта ленты по видео отображению в программном обеспечении ПК и закрепляют винт «1» (рисунок 5а);
- с помощью программного обеспечения регулировкой линии начала отсчёта (поз. «б» рисунок 5г) добиваются тонкой подстройки по боковой кромке штриха нулевой отметки ленты;
- с помощью программного обеспечения задают перемещение подвижной части, соответствующее поверочным точкам, с дискретностью 1 м;
- фиксируют показания установки $L_{изм}$ и показания ленты (эталона) $L_э$ в каждой поверочной точке на прямом и обратном ходе (значение $L_э$ необходимо учитывать в соответствии с действительными значениями ленты измерительной).

Абсолютную погрешность измерений при каждом измерении на каждой поверочной точке определяют по формуле (1).

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений длины (уровня) при каждом измерении не превышают пределов, указанных в таблице 1.

При определении абсолютной погрешности измерений длины (уровня) установки с помощью ленты измерительной пределы допускаемой погрешности установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ не зависимо от исполнения принимают равными $\pm 1,0$ мм.

10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. При подтверждении соответствия установки метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

10.2. Установку допускают к применению в качестве эталона 1-го или 2-го разряда из части 1 в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459, в зависимости от метрологических характеристик и положительных результатах выполнения всех процедур, описанных в разделах 6 – 9.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3. При положительном результате поверки по заявлению владельца оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными документами. Знак поверки на СИ не наносится.

11.4. При отрицательных результатах поверки установку к эксплуатации не допускают и оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин