

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ,
МЕР И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
СССР

Поверка мер и механических приборов для измерения длин и углов

СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ

Издание официальное

1965 Издательство стандартов

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ,
МЕР И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СССР

Поверка мер и механических приборов для измерения длин и углов

СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ

Издание официальное

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СТАНДАРТОВ,
МЕР И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СССР
Москва • 1965

УДК 531.774.089.6

Сборник ***„Поверка мер и механических приборов для измерения длин и углов“*** *включает инструкции и методические указания, утвержденные до 1 мая 1965 г.*

В ряде инструкций сборника вместо ссылки на отмененный ОСТ 85000—39 «Меры длины концевые плоскопараллельные. Определение. Классификация. Метрологические и технические требования. Назначение и применение. Условия поверки» в части классов мер 4 и 5 и разрядов 1—5 приведена инструкция Государственного комитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР 100—60 «По поверке плоскопараллельных концевых мер».

В связи с тем, что инструкции и методические указания периодически пересматриваются и в них вносятся изменения, необходимо при пользовании сборником проверять действие инструкций и методических указаний по «Указателю инструкций, методических указаний и правил по поверке мер и измерительных приборов», наличие изменений к ним — по «Информационному указателю стандартов».

Методические указания разработаны Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологии им. Д. И. Менделеева; утверждены Советом института 29 января 1963 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 221

ПО ПОВЕРКЕ АМПУЛ УРОВНЕЙ С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 1 и 2″

Методические указания устанавливают методы и средства поверки ампул уровней с ценой деления 1 и 2″, находящихся в применении и выпускаемых из производства.

I. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО

1. Ампулы уровней являются основными чувствительными элементами уровней, применяемых для установки инструментов,

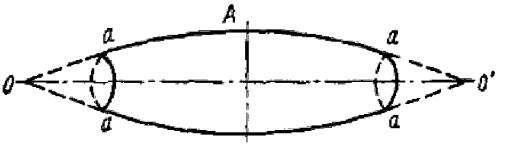

Рис. 1

приборов и оборудования или их частей (узлов) в горизонтальное или вертикальное положение, а также для измерения малых углов наклона.

2. Ампулы уровней с ценой деления 1 и 2″ представляют собой стеклянный сосуд (рис. 1), внутренняя поверхность которого, за исключением его боковых участков *aa*, является частью поверхности вращения дуги OAO′ окружности вокруг стягивающей ее хорды *OO′*, совпадающей с горизонтальной осью ампулы.

3. На рис. 2 приведено схематическое изображение ампулы уровней с ценой деления 1 и 2″. Цилиндрический запаянный стеклянный сосуд *1* наполнен жидкостью *2* и небольшим количеством газа или пара с таким расчетом, чтобы остался пузырек *3*. С одной стороны ампулы имеется камера *4*, образованная при помощи перегородки *5* с отверстием *6*. Часть пузырька *7*, превы-

шающая его установленную длину, размещается в камере *4*. На верхней части ампулы наносится шкала *8* с наименьшим расстоянием между штрихами 2 *мм*.

4. Применение ампул уровней основано на следующем принципе. В результате совместного влияния формы ампулы, смачи-

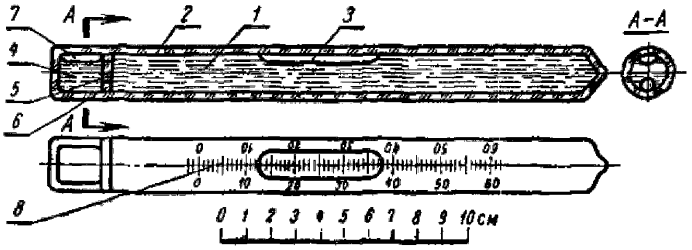

Рис. 2

ваемости ее стенок, сил молекулярного сцепления и силы тяжести газ или пар в ампуле, вследствие меньшей плотности по сравнению с жидкостью, занимает наивысшее возможное для него положение и принимает форму пузырька, нижняя часть которого прогибает поверхность жидкости, а верхняя совпадает с некоторым участком верхней части ампулы. Этот пузырек, вследствие упомянутых свойств жидкости и газов, в наивысшей своей части касается уровенной поверхности. Наклон ампулы, в результате которого изменится наивысшая точка ее внутренней поверхности, вызовет перемещение середины пузырька в эту точку. Дуга окружности рабочей поверхности ампулы, на которую переместился пузырек, служит угловой мерой наклона ампулы.

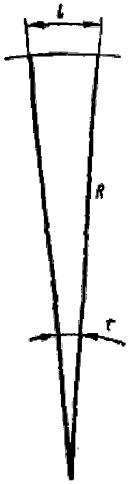

Рис. 3

5. Основным параметром ампулы уровня является ее *цена деления*. Она определяется из следующих соображений. Если вдоль цилиндрической ампулы нанесены штрихи, расстояние между которыми равно l, тогда ценой деления τ называется центральный, соответствующий одному делению угол заданного радиуса кривизны R или угол, на который надо наклонить ось уровня, чтобы его пузырек переместился на одно деление. Из рис. 3 легко установить зависимость между l, τ и R.

$$\tau = \frac{l}{R}\rho,$$

где ρ — число секунд в угле, равном 1 *рад*. Согласно ГОСТ 2386—62 расстояние между штрихами установлено 2 *мм*, тогда при τ, равном 1 и 2″, радиус кривизны ампулы соответственно будет равен 412530 и 206265 *мм*.

6. Пузырек ампулы должен быть достаточно подвижным. Время затухания колебания пузырька согласно ГОСТ 2386—62, для ампул с ценой деления 1″ и 2″ соответственно должно быть 56 и 36 *сек.*

7. Так как стекло ампулы уровня и ее наполнитель имеют различные объемные коэффициенты расширения (например, для эфира $163 \cdot 10^{-5}$, а для стекла $3 \cdot 10^{-5}$), пузырек ампулы с увеличением температуры уменьшается и с понижением — увеличивается. Это изменение становится тем больше, чем ампула точнее, так как более точные ампулы имеют меньший объем пузырька по отношению к объему наполнителя. Для регулировки длины пузырька в нужных пределах и служит камера ампулы. Наклоняя ампулу, часть пузырька через отверстие перегородки можно перегнать в камеру или, наоборот, из камеры в основную часть сосуда.

II. ОПЕРАЦИИ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ПРИ ПОВЕРКЕ, И ПРИМЕНЯЕМЫЕ СРЕДСТВА

8. Операции, производимые при поверке, и применяемые средства приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п.	Операции, производимые при поверке	Номер пункта методических указаний	Средства поверки	Когда производится поверка
1	Наружный осмотр	9	Невооруженный глаз, лупа 6×, инструментальный микроскоп	Все операции поверки производятся при выпуске ампул из производства или находящихся в эксплуатации
2	Определение плавности перемещения пузырька ампулы	10—13	Экзаменатор уровней с ценой деления 1″	
3	Определение цены деления ампулы, ее качественных характеристик и величины, характеризующей влияние внешних условий на положение пузырька ампулы	14, 15	Экзаменатор уровня с ценой деления 1″	

III. ПОВЕРКА

9. При наружном осмотре к ампулам предъявляются следующие требования:

а) штрихи и цифры шкалы должны быть окрашены в черный, красный или зеленый цвет;

б) шкала должна быть отчетливой: не допускаются разрывы штрихов, превышающие их ширину и утолщения, половину ширины штриха. Разрывов и утолщений, не превышающих указанных выше размеров, не должно быть более десяти;

в) на внутренней поверхности ампулы не должно быть заметных кристаллических образований;

г) в стекле ампулы на участке ее шкалы не допускаются камни, пузыри, капилляры, влияющие на точность отсчета;

д) на поверхности ампулы, занятой шкалой, не допускаются: царапины шириной более 0,01 *мм*, проходящие через всю поверхность трубки; царапины от протравки длиной более длины короткого штриха и шириной более 0,05 *мм*; точки от наждака, протравки и выколки круглой формы размером более 0,3 *мм*, если они мешают отсчетам; общая площадь, занятая этими дефектами, не должна превышать 0,5% всей поверхности, занятой шкалой;

е) ампула не должна иметь каких-либо загрязнений на внутренней поверхности или в жидкости;

ж) цифры на шкале должны быть нанесены так, чтобы было ясно, к какому из штрихов они относятся;

з) разница между длинами штрихов, имеющими одинаковую номинальную длину, не должна превышать 0,4 *мм*; линия, соединяющая концы этих штрихов, должна совпадать с образующей цилиндра ампулы с точностью до 2°.

Наружный осмотр по подпунктам *а*, *б* и *в* производится без применения увеличительных приборов; для выполнения подпунктов *г*, *д*, *е* и *ж* используется лупа 6×; для выполнения условий подпункта *з* применяется инструментальный микроскоп.

10. После предварительного осмотра ампулы приступают к поверке ее на экзаменаторе уровней, предварительно поверенного по инструкции 130—56 «По поверке экзаменаторов уровней».

Экзаменатор устанавливается на массивном основании, обеспечивающем достаточную устойчивость в помещении с температурой воздуха 20±2° С (ГОСТ 2386—62). Во время поверок на экзаменаторе должны быть приняты меры защиты против температурного влияния наблюдателя, осветительных устройств и т. п. на экзаменатор и поверяемую ампулу. Обеспечение хорошей температурной изоляции предусмотрено в экзаменаторе нового типа ГАО. При использовании других типов экзаменаторов, не имеющих температурной изоляции, необходимо изготовить специальную камеру к данному экзаменатору.

11. Перед началом проверки плавности перемещения пузырька ампулы и определения цены деления ее шкалы экзаменатор уровней устанавливается следующим образом.

Вращением микрометрического винта устанавливают штангу экзаменатора так, чтобы ее резьбовое отверстие приходилось на середину винта, т. е. чтобы количество витков, видимых с обеих сторон резьбового отверстия, было приблизительно одинаковым. Нуль на лимбе винта совмещается с индексом. После этого, пользуясь установочными винтами и накладными уровнями, нивелируют штангу экзаменатора.

12. На подвижные призматические подставки, плотно прижатые к штанге экзаменатора, укладывается поверяемая ампула с отрегулированной нормальной рабочей длиной пузырька, равной $^1/_2$ рабочей части ампулы, т. е. той части, на которой нанесена шкала (для ампулы с перекрестием рабочая часть принимается равной 0,6 длины ампулы). Ампула поворачивается вокруг ее горизонтальной оси до тех пор, пока пузырек не займет симметричного положения по отношению к штрихам ее шкалы.

Вращением установочного винта пузырек ампулы устанавливается в крайнее положение ее шкалы, после чего ампула оставляется на экзаменаторе на 2—3 *ч* для того, чтобы она приняла температуру окружающей среды. После этого приступают к проверке.

13. Плавность перемещения пузырька ампулы проверяется путем медленного изменения наклона штанги экзаменатора. При этом пузырек ампулы должен передвигаться плавно, без заметных на глаз произвольных скачков и остановок. Операция проводится не менее двух раз в двух противоположных направлениях. Ампулы, не удовлетворяющие требованию настоящего пункта, дальнейшей поверке не подлежат.

14. Поверка цены деления ампулы, ее качественных характеристик и влияния внешних условий на положение пузырька проводится только на рабочей части ампулы, причем длина ее пузырька, так же как и при поверке неравномерности его движения, должна составлять $^1/_2$ длины шкалы.

При данной поверке ампулы пузырек перемещается на небольшое количество делений (два—три) его шкалы, так как в этом случае лучше, чем при больших перемещениях, выявляются все дефекты шлифовки рабочей поверхности ампулы.

Полная программа поверки состоит из двух приемов, каждый из которых включает две серии измерений.

В первой серии первого приема лимб микрометрического винта экзаменатора устанавливается ввинчиванием на нулевой отсчет (т. е. в нормальное положение). При помощи регулировочных винтов штанге экзаменатора придается такой наклон, при котором наименьший отсчет по одному из концов будет 5—8 делений; при ввинчивании микрометрического винта пузырек уровня будет перемещаться к другому концу трубки. Перед первой парой отсчетов вращением лимба винта выводят пузырек ампулы на 2—3 деления в направлении, противоположном его движению, намеченному в данной серии измерений. Первую пару отсчетов по концам

пузырька производят при установке лимба микрометрического винта на нулевую отметку. Последующие отсчеты по шкале ампулы производят при установке лимба винта через равные промежутки, соответствующие перемещению пузырька на 2—3 деления по всей рабочей части шкалы. Каждую пару отсчетов производят через двухминутные интервалы. Эти измерения составляют прямой ход первой серии. В обратном ходе отсчеты по шкале ампулы производят на тех же отметках шкалы микрометрического винта, что и в прямом ходе, но в порядке обратного их чередования. Микрометрический винт в обратном ходе устанавливают только вывинчиванием.

Перед началом выполнения второй серии измерений лимб микрометрического винта устанавливают не на нулевую отметку, как в первой серии, а на отметку, соответствующую половине его оборота. После этого порядок операции при выполнении второй серии такой же, как и в первой, причем поверка ведется на том же обороте винта, что и в первой серии. При переходе от серии к серии пузырек ампулы перемещается в крайнее положение рабочей части шкалы регулировочными винтами экзаменатора.

15. По окончании первого приема ампула на призматических подставках перекладывается на 180°.

Порядок операции при выполнении второго приема такой же, как и первого, с тем лишь отличием, что в прямом ходе каждой серии измерений второго приема требуемый отсчет по лимбу устанавливается вывинчиванием винта, следовательно, второй прием поверки должен начинаться не с нулевой установки лимба винта, а с последней его установки в первом приеме, но на другом обороте, смежным с оборотом, на котором производился первый прием.

16. Этот способ позволяет определить с достаточной точностью цену деления ампулы τ и, кроме того, определить значения характеристик Z и P, выраженные в делениях шкалы ампулы. Величины Z и P означают:

Z — коэффициент, учитывающий влияние внешних условий на положение пузырька за 2 *мин*;

P — влияние несовершенства шлифовки трубки уровня на положение пузырька, зависящего от первоначального направления его движения.

Определяется также средняя квадратическая погрешность μ единицы веса и средняя квадратическая погрешность μ_1 одного определения положения пузырька уровня.

Введем обозначения:

$L_к$ — положение пузырька уровня (в делениях), соответствующее отсчету $\beta_к$ по лимбу микрометрического винта экзаменатора в момент $t_к$;

β_0 — начальный отсчет по лимбу микрометрического винта экзаменатора в момент t_0;

X — положение пузырька (в делениях), соответствующее начальному отсчету β_0 по лимбу микрометрического винта экзаменатора;

Y — отношение цены деления барабана микрометрического винта c к $\frac{\tau}{2}$, т. е.

$$Y = \frac{c}{\tau/2} \tag{1}$$

Положение пузырька ампулы определяется выражением:

$$L_к = X + (\beta_к - \beta_0) Y + P + (t_к - t_0) Z \tag{2}$$

Если обозначим:

$L'_к$ — отсчитанное значение положения пузырька;

$\lambda_к$ — погрешность в определении $L'_к$, обусловленная погрешностью отсчетов по концам пузырька, неправильностями кривизны трубки и несовершенством ее шлифовки, тогда будет справедливо уравнение (3):

$$L_к = L'_к - \lambda_к \tag{3}$$

Из уравнения (2) и (3) получим уравнение погрешностей:

$$\lambda_к = X + (\beta_к - \beta_0) Y + P + (t_к - t_0) Z - L'_к \tag{4}$$

Число уравнений погрешностей будет равно числу установок экзаменатора. Решив эти уравнения по способу наименьших квадратов, получим искомые неизвестные: X, Y, P и Z.

17. Погрешности μ и μ_1 вычисляются по формулам:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n-2}}, \tag{5}$$

где δ — уклонение положения пузырька от его ожидаемого положения при равномерном его перемещении;

n — число поправок.

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\sum_1^{\kappa} \sum_1^{\kappa} v^2}{2 \cdot 2\kappa (s-i)}}, \tag{6}$$

где μ_1 — средняя квадратическая погрешность определения положения пузырька ампулы по отсчетам его концов;

v — уклонение отдельных значений длины пузырька ампулы от его среднего значения для каждой серии приема;

κ — число приемов;

s — число значений длины пузырька в приеме;

i — число серий в приеме.

18. Допуски для ампул не должны превышать следующих величин:

μ	$\pm 0{,}25$	деления	шкалы	ампулы
Z	0,05	»	»	»
P	0,20	»	»	»
p_1	0,08	»	»	»

Наибольшая величина δ для рабочей части ампулы не должна превышать $\pm 0{,}25$ деления ее шкалы.

Значения δ представляют собой разность поправок в положения левого и правого концов пузырька, обусловленные неравномерностью кривизны ампулы в местах перемещения концов этого пузырька.

В приложении приведен пример поверки ампулы по изложенному способу.

IV. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

19. Результаты поверки ампул, удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, оформляются свидетельством по форме, установленной Государственным комитетом стандартов, мер и измерительных приборов СССР или делается отметка в паспорте, составленном органами ведомственного надзора на поверяемую ампулу.

20. Поверка ампул органами ведомственного надзора оформляется в порядке, установленном на данном предприятии и в данной организации.

21. Ампулы уровней, не удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, бракуются и не допускаются к применению.

Исследование подвесного уровня фотоэлектрического пассажного инструмента Бамберга № 75464 на экзаменаторе. Шкала уровня имеет 80 делений, подпись делений от 0 до 80, нуль делений со стороны запасной камеры уровня. Экзаменатор SIP; измерительный лимб винта разделен на 60 частей. Цена деления лимба винта равна 0″,96. 1 прием (первое положение уровня — запасная камера слева). Начало 10 ч 00 *мин*, $t_{нач} = +19{,}1°$ С. Конец 11 ч 52 *мин*, $t_{кон} = 19{,}2°$ С

Таблица 1

Номер серии	Установка винта экзаменатора	Прямой ход: Время отсчета	Прямой ход: Отсчеты уровня: л—левый край пузырька	Прямой ход: Отсчеты уровня: п—правый край пузырька	Прямой ход: Положение пузырька $L = л + п$	Прямой ход: Перемещение пузырька (прямой ход) $r_{пр} = L_{i+1} - L_i$	Обратный ход: Время отсчета	Обратный ход: Отсчеты уровня: л—левый край пузырька	Обратный ход: Отсчеты уровня: п—правый край пузырька	Обратный ход: Положение пузырька $L = л + п$	Обратный ход: Перемещение пузырька (обратный ход) $r_{обр} = L_{i+1} - L_i$	$r_m = \frac{r_{пр} + r_{обр}}{2}$	$\delta' = r_{ср} - r_m$	Длина пузырька, l: Прямой ход: $l_{пр} = (п - л)_{пр}$	Прямой ход: $v_{пр} = l_{ср} - l_{пр}$	Обратный ход: $l_{обр} = (п - л)_{обр}$	Обратный ход: $v_{обр} = l_{ср} - l_{обр}$
1	0	10 ч 00 *мин*	5,1	54,9	60,0		10 ч 54 *мин*	5,2	54,7	59,9				49,8	—0,16	49,6	+0,04
	2	2	6,6	56,3	62,9	2,9	52	6,7	56,1	62,8	2,9	2,90	+0,21	49,7	—0,06	49,4	+0,24
	4	4	8,2	58,0	66,2	3,3	50	8,2	57,8	66,0	3,2	3,25	—0,14	49,8	—0,16	49,6	+0,04
	6	6	9,7	59,5	69,2	3,0	48	9,8	59,2	69,0	3,0	3,00	+0,11	49,8	—0,16	49,4	+0,24
	8	8	11,3	61,1	72,4	3,2	46	11,4	60,9	72,3	3,3	3,25	—0,14	49,8	—0,16	49,5	+0,14
	10	10	12,8	62,4	75,2	2,8	44	12,8	62,3	75,1	2,8	2,80	+0,31	49,6	+0,04	49,5	+0,14
	12	12	14,3	64,1	78,4	3,2	42	14,4	64,0	78,4	3,3	3,25	—0,14	49,8	—0,16	49,6	+0,04
	14	14	15,9	65,5	81,4	3,0	40	15,9	65,4	81,3	2,9	2,85	+0,16	49,6	+0,04	49,5	+0,14
	16	16	17,5	67,2	84,7	3,3	38	17,4	67,0	84,4	3,1	3,20	—0,09	49,7	—0,06	49,6	+0,04
	18	18	19,0	68,7	87,7	3,0	36	18,9	68,5	87,4	3,0	3,00	+0,11	49,7	—0,06	49,6	+0,04
	20	20	20,5	70,2	90,7	3,0	34	20,4	70,0	90,4	3,0	3,00	+0,11	49,7	—0,06	49,6	+0,04
	22	22	22,0	71,7	93,7	3,0	32	22,0	71,7	93,7	3,3	3,15	—0,04	49,7	—0,06	49,7	—0,06
	24	24	23,6	73,2	96,8	3,1	30	23,5	73,1	96,6	2,9	3,00	+0,11	49,6	+0,04	49,6	+0,04
	26	26	25,2	74,9	100,1	3,3	28	24,9	74,5	99,4	2,8	3,05	+0,06	49,7	—0,04	49,6	+0,04

$l_{ср} = 49{,}64$

Продолжение

Номер серии	Установка винта экзаменатора	Прямой ход: Время отсчета	Прямой ход: Отсчеты уровня: a — левый край пузырька	Прямой ход: Отсчеты уровня: n — правый край пузырька	Прямой ход: Положение пузырька $L = a + n$	Прямой ход: Перемещение пузырька (прямой ход) $r_{пр} = L_{i+1} - L_i$	Обратный ход: Время отсчета	Обратный ход: Отсчеты уровня: a — левый край пузырька	Обратный ход: Отсчеты уровня: n — правый край пузырька	Обратный ход: Положение пузырька $L = a + n$	Обратный ход: Перемещение пузырька (обратный ход) $r_{обр} = L_{i+1} - L_i$	$r_m = \frac{r_{пр} + r_{обр}}{2}$	$b' = r_{ср} - r_m$	Длина пузырька, l: Прямой ход: $l_{пр} = (n - a)_{пр}$	Прямой ход: $v_{пр} = l_{ср} - l_{пр}$	Обратный ход: $l_{обр} = (n-a)_{обр}$	Обратный ход: $v_{обр} = l_{ср} - l_{обр}$
2	30	10 ч 58 мин	5,2	54,7	59,9	3,2	11 ч 52 мин	5,2	54,4	59,8	2,8	3,00	+0,11	49,5	—0,28	49,2	+0,02
	32	11 00	6,8	56,3	63,1	3,3	50	6,7	55,9	62,6	3,1	3,20	—0,09	49,5	—0,28	49,2	+0,02
	34	2	8,5	67,9	76,4	2,9	48	8,3	57,4	65,7	3,2	3,05	+0,06	49,4	—0,18	49,1	+0,12
	36	4	10,0	59,3	69,3	3,1	46	9,9	59,4	68,9	3,7	3,40	—0,29	49,3	—0,08	49,1	+0,12
	37	6	11,7	60,7	72,4	3,2	44	11,7	60,9	72,6	2,7	2,95	+0,16	49,0	+0,22	49,2	+0,02
	38	8	13,2	62,4	75,7	3,3	42	13,1	62,2	75,3	3,2	3,25	—0,14	49,2	+0,02	49,1	+0,12
	40	10	14,8	64,1	78,9	3,3	40	14,7	63,8	78,5	3,4	3,35	—0,24	49,3	—0,08	49,1	+0,12
	42	12	16,4	65,8	82,2	3,2	38	16,4	65,5	81,9	3,2	3,20	—0,09	49,4	—0,18	49,1	+0,12
	44	14	18,1	67,3	85,4	2,7	36	18,0	67,1	85,1	3,3	3,00	+0,11	49,2	+0,02	49,1	+0,12
	46	16	19,4	68,7	88,1	3,3	34	19,6	68,8	88,4	2,9	3,10	+0,01	49,3	—0,08	49,2	+0,02
	48	18	21,1	70,3	91,4	3,2	32	21,1	70,2	91,3	3,2	3,20	—0,09	49,2	+0,02	49,1	+0,12
	50	20	22,7	71,9	94,6	2,7	30	22,7	71,8	94,5	2,9	2,80	+0,31	49,2	+0,02	49,1	+0,12
	52	22	24,0	73,3	97,3	3,3	28	24,1	73,3	97,4	3,2	3,25	—0,14	49,3	—0,08	49,2	+0,02
	54	24	25,7	74,9	100,6		26	25,7	74,9	100,6				49,2	+0,02	49,2	+0,02

$l_{ср} = 49,22$

Продолжение

Номер серии	Установка винта экзаменатора	Прямой ход: Время отсчета	Прямой ход: Отсчеты уровня: л—левый край пузырька	Прямой ход: Отсчеты уровня: п—правый край пузырька	Прямой ход: Положение пузырька $L = л + п$	Прямой ход: Перемещение пузырька (прямой ход) $r_{пр} = L_{i+1} - L_i$	Обратный ход: Время отсчета	Обратный ход: Отсчеты уровня: л—левый край пузырька	Обратный ход: Отсчеты уровня: п—правый край пузырька	Обратный ход: Положение пузырька $L = л + п$	Обратный ход: Перемещение пузырька (обратный ход) $r_{обр} = L_{i+1} - L_i$	$r_m = \frac{r_{пр} + r_{обр}}{2}$	$v = r_{ср} - r_m$	Длина пузырька l: Прямой ход: $l_{пр} = (п - л)_{пр}$	Прямой ход: $v_{пр} = l_{ср} - l_{пр}$	Обратный ход: $l_{обр} = (п - л)_{обр}$	Обратный ход: $v_{обр} = l_{ср} - l_{обр}$
II прием (второе положение уровня — запасная камера справа). Начало 11 *ч* 56 *мин*, $t_{нач} = +19{,}2°$ С. Конец 13 *ч* 48 *мин*, $t_{кон} = 19{,}2°$ С																	
1	26	11 *ч* 56 *мин*	54,6	5,5	60,1		12 *ч* 50 *мин*	54,4	5,3	59,7				49,1	—0,06	49,1	—0,06
	24	58	56,3	7,2	63,5	3,4	48	56,0	6,9	62,9	3,2	3,30	—0,19	49,1	—0,06	49,1	—0,06
	22	12 00	57,7	8,6	66,3	2,8	46	57,5	8,5	66,0	3,1	2,95	+0,16	49,1	—0,06	49,0	+0,04
	20	2	59,3	10,3	69,6	3,3	44	59,0	10,0	69,0	3,0	3,15	—0,04	49,0	+0,04	49,0	+0,04
	18	4	60,8	11,8	72,6	3,0	42	60,7	11,7	72,4	3,4	3,20	—0,09	49,0	+0,04	49,0	+0,04
	16	6	62,3	13,2	75,5	2,9	40	62,2	13,2	75,4	3,0	2,95	+0,16	49,1	—0,06	49,0	+0,04
	14	8	64,0	14,9	78,9	3,4	38	63,8	14,8	78,6	3,2	3,30	—0,14	49,1	—0,06	49,0	+0,04
	12	10	65,4	16,3	81,7	2,8	36	65,3	16,3	81,6	3,0	2,90	+0,21	49,1	—0,06	49,0	+0,04
	10	12	67,0	18,0	85,0	3,3	34	66,9	17,9	84,8	3,2	3,25	—0,14	49,0	+0,04	49,0	+0,04
	8	14	68,5	19,5	88,0	3,0	32	68,6	19,6	88,2	3,4	3,20	—0,09	49,0	+0,04	49,0	+0,04
	6	16	70,0	21,0	91,0	3,0	30	70,1	21,1	91,2	3,0	3,00	+0,11	49,0	+0,04	49,0	+0,04
	4	18	71,7	22,6	94,3	3,3	28	71,6	22,6	94,2	3,0	3,15	—0,04	49,1	—0,06	49,0	+0,04
	2	20	73,1	24,0	97,1	2,8	26	73,1	24,1	97,2	3,0	2,90	+0,21	49,1	—0,06	49,0	+0,04
	0	22	74,7	25,6	100,3	3,2	24	74,7	25,7	100,4	3,2	3,20	—0,09	49,1	—0,06	49,0	+0,04
														$l_{ср} = 49{,}04$			

Продолжение

Номер серии	Установка винта экзаменатора	Прямой ход: Время отсчета	Прямой ход: Отсчеты уровня: л — левый край пузырька	Прямой ход: Отсчеты уровня: п — правый край пузырька	Прямой ход: Положение пузырька $L = л + п$	Прямой ход: Перемещение пузырька (прямой ход) $r_{пр} = L_{i+1} - L_i$	Обратный ход: Время отсчета	Обратный ход: Отсчеты уровня: л — левый край пузырька	Обратный ход: Отсчеты уровня: п — правый край пузырька	Обратный ход: Положение пузырька $L = л + п$	Обратный ход: Перемещение пузырька (обратный ход) $r_{обр} = L_{i+1} - L_i$	$r_m = \frac{r_{пр} + r_{обр}}{2}$	$\delta' = r_{ср} - r_m$	Длина пузырька, l: Прямой ход: $l_{пр} = (п - л)_{пр}$	Прямой ход: $v_{пр} = l_{ср} - l_{пр}$	Обратный ход: $l_{обр} = (п - л)_{обр}$	Обратный ход: $v_{обр} = l_{ср} - l_{обр}$
2	56	12 ч 54 мин	54,8	5,8	60,6	3,2	13 ч 48 мин	54,6	5,6	60,2	3,2	3,20	—0,09	49,0	—0,05	49,0	—0,05
	54	56	56,4	7,4	63,8	3,0	46	56,2	7,2	63,4	3,0	3,00	+0,11	49,0	—0,05	49,0	—0,05
	52	58	57,9	8,9	66,8	3,2	44	57,7	8,7	66,4	3,2	3,20	—0,09	49,0	—0,05	49,0	—0,05
	50	13 00	59,5	10,5	70,0	3,0	42	59,3	10,3	69,6	3,2	3,10	+0,01	49,0	—0,05	49,0	—0,05
	48	2	61,0	12,0	73,0	3,2	40	60,9	11,9	72,8	2,9	3,05	+0,06	49,0	—0,05	49,0	—0,05
	46	4	62,6	13,6	76,2	3,2	38	62,3	13,4	75,7	3,4	3,30	—0,19	49,0	—0,05	48,9	+0,05
	44	6	64,2	15,2	79,4	3,1	36	64,0	15,1	79,1	3,0	3,05	+0,06	48,9	+0,05	48,9	+0,05
	42	8	65,7	16,8	82,5	3,1	34	65,5	16,6	82,1	3,2	3,15	—0,04	49,0	—0,05	48,9	+0,05
	40	10	67,3	18,3	85,6	3,5	32	67,1	18,2	85,3	3,3	3,40	—0,28	48,9	+0,05	48,9	+0,05
	38	12	69,0	20,1	89,1	3,2	30	68,7	19,9	88,6	2,9	3,05	+0,06	48,9	+0,05	48,9	+0,05
	36	14	70,6	21,7	92,3	3,0	28	70,2	21,3	91,5	3,2	3,10	+0,01	48,9	+0,05	48,9	+0,05
	34	16	72,1	23,2	95,3	3,2	26	71,8	22,9	94,7	3,1	3,15	—0,04	48,9	+0,05	48,9	+0,05
	32	18	73,7	24,8	98,5	2,8	24	73,4	24,4	97,8	3,3	3,05	+0,06	48,9	+0,05	49,0	—0,05
	30	20	75,1	26,2	101,3		22	75,0	26,1	101,1				48,9	+0,05	48,9	+0,05

$l_{ср} = 48,95$

$r_{ср} = 3,11 \qquad \sum\sum v^2 = 0,9018$

$r_{ср}$ — среднее арифметическое r_m из I и II приемов

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\sum\sum v^2}{r_1 r \cdot \kappa\,(s - i)}} = \sqrt{\frac{0,9018}{2,2 \cdot 2\,(56 - 2)}} = \pm 0,04$$

Таблица 2

Положения пузырьков

№ п/п.	I прием				II прием			Среднее из I и II приемов	
	Среднее из I и II приемов				Среднее из I и II приемов				
	Прямой ход L_1	Обратный ход L_2	$L_I = \frac{L_1 + L_2}{2}$	$L_{II} = \frac{L_2 - L_1}{2}$	Прямой ход L_1	Обратный ход L_2	$L_{II} = \frac{L_1 + L_2}{2}$	$\Delta L = \frac{L_{II} - L_I}{2}$	$L = \frac{L_I + L_{II}}{2}$
	τ/2	τ/2	τ/2	τ/2	τ/2	τ/2	τ/2	τ/2	τ/2
1	59,95	59,85	59,90	—0,05	60,35	59,95	60,15	—0,20	60,02
2	63,00	62,70	62,85	—0,15	63,65	63,15	63,40	—0,25	63,12
3	66,30	65,85	66,08	—0,17	66,55	66,20	66,38	—0,18	66,23
4	69,25	68,95	69,10	—0,15	69,80	69,30	69,55	—0,25	69,32
5	72,40	72,45	72,42	—0,02	72,80	72,60	72,70	—0,10	72,56
6	75,40	75,20	75,30	—0,10	75,85	75,55	75,70	—0,15	75,50
7	78,65	78,45	78,55	—0,10	79,15	78,85	79,00	—0,15	78,78
8	81,80	81,60	81,70	—0,10	82,10	81,85	81,98	—0,13	81,84
9	85,05	84,75	84,90	—0,15	85,05	85,30	85,18	—0,13	85,04
10	87,90	87,90	87,90	0,00	88,55	88,40	88,48	—0,08	88,19
11	91,05	90,85	90,95	—0,10	91,65	91,35	91,50	—0,15	91,22
12	94,15	94,10	94,12	—0,02	94,80	94,45	94,62	—0,18	94,37
13	97,05	97,00	97,02	+0,05	97,80	97,50	97,65	—0,15	97,34
14	100,35	100,00	100,18	—0,18	100,80	100,75	100,78	—0,03	100,48

Таблица 3

Коэффициенты уравнений погрешностей для определения *X* и *Y*

№ п/п.	Коэффициенты		*L*	*δ*
	a при *X*	*b* при *Y*		
1	+1	—13	— 60,02	—0,01
2	+1	—12	— 63,12	+0,01
3	+1	—11	— 66,23	+0,02
4	+1	—10	— 69,32	+0,05
5	+1	— 9	— 72,56	—0,07
6	+1	— 8	— 75,50	+0,11
7	+1	— 7	— 78,78	—0,05
8	+1	— 6	— 81,84	+0,01
9	+1	— 5	— 85,04	—0,09
10	+1	— 4	— 88,19	—0,11
11	+1	— 3	— 91,22	—0,02
12	+1	— 2	— 94,37	—0,05
13	+1	— 1	— 97,34	+0,10
14	+1	0	— 100,48	+0,08
			$\Sigma = -1124,01$	$\Sigma\delta^2 = 0,0622$

Нормальные уравнения в обозначениях Гаусса будут иметь вид:

$$[aa]\,X + [ab]\,Y + [aL] = 0 \qquad (1)$$

$$[ab]\,X + [bb]\,Y + [bL] = 0, \qquad (2)$$

где скобки обозначают сумму.

Решаем уравнения следующим образом: равенство (1) делим на $[aa]$, получим:

$$-X - \frac{[ab]}{[aa]}\,Y - \frac{[aL]}{[aa]} = 0 \qquad (3)$$

Затем умножаем равенство (3) на $[ab]$

$$\left\{-[ab]\,X - \frac{[ab]\,[ab]}{[aa]}\right\} Y - \left\{\frac{[ab]\,[aL]}{[aa]}\right\} = 0 \qquad (4)$$

Сложив (2) и (4) получим:

$$\left\{[bb] - \frac{[ab]\,[ab]}{[aa]}\right\} Y - \left\{\frac{[ab]\,[aL]}{[aa]} - [bL]\right\} = 0 \qquad (5)$$

откуда находим значение Y.

Номера равенства соответствуют номерам строчек, приведенным в табл. 4

Таблица 4

Коэффициенты		L
a при X	b при Y	
+14	−91	−1124,01
− 1	+6,5	+ 80,29
−91	+819	+6596,69
+91	−591,5	−7306,06
	+227,5	− 709,63

$$Y = \frac{709{,}63}{227{,}5} = 3{,}119; \quad X = 80{,}29 + 3{,}119 \cdot 6{,}5 = 100{,}56.$$

Средняя квадратичная погрешность единицы веса

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{h-2}} = \sqrt{\frac{0{,}0622}{12}} = \pm 0{,}07'' = \pm 0{,}04' = \pm 0{,}06$$

Цена одного деления

$$\tau'' = \frac{2{,}2 \cdot 0{,}96}{3{,}119} = 1'',231.$$

Таблица 5

Коэффициенты уравнений погрешностей для определения P и Z

I прием				II прием			
№ п.п.	P	Z	ΔL_I	№ п/п.	P	Z	ΔL_{II}
1	+1	−13	−0,05	1	+1	+13	−0,20
2	+1	−12	−0,15	2	+1	+12	−0,25
3	+1	−11	−0,17	3	+1	+11	−0,18

Продолжение

I прием				II прием			
№ п/п.	P	Z	ΔL_I	№ п/п.	P	Z	ΔL_{II}
4	+1	—10	—0,15	4	+1	+10	—0,25
5	+1	— 9	—0,02	5	+1	+ 9	—0,10
6	+1	— 8	—0,10	6	+1	+ 8	—0,15
7	+1	— 7	—0,10	7	+1	+ 7	—0,15
8	+1	— 6	—0,10	8	+1	+ 6	—0,13
9	+1	— 5	—0,15	9	+1	+ 5	—0,13
10	+1	— 4	0,00	10	+1	+ 4	—0,08
11	+1	— 3	—0,10	11	+1	+ 3	—0,15
12	+1	— 2	—0,02	12	+1	+ 2	—0,18
13	+1	— 1	+0,05	13	+1	+ 1	—0,15
14	+1	0	—0,18	14	+1	0	—0,03

Таблица 6

Коэффициенты нормальных элементов

I прием			II прием		
Коэффициенты при		ΔL_I	Коэффициенты при		ΔL_{II}
P	Z		P	Z	
14	—91	—1,24	14	+91	— 2,13
	+6,5	+0,089		— 6,5	+ 0,152
$P = +\overset{\tau/2}{0},061$			$P = +\overset{\tau/2}{0},080$		
	+819	+9,04		+819	—16,24
	—591,5	—8,06		—591,5	+13,84
	+227,5	+0,98		+227,5	— 2,40

$$Z_I = -\overset{\tau/2}{0},004 \qquad Z_{II} = +\overset{\tau/2}{0},011$$

Нормальные уравнения P и Z составляются и решаются так же как и для X и Y.

Средняя квадратическая погрешность определения цены деления:

$$\mu_\tau = \frac{2,2 \cdot 0,96}{Y^2} \cdot \mu \sqrt{\frac{1}{P_y}} = \frac{2,2 \cdot 0,96}{3,119^2} \cdot 0,07 \sqrt{\frac{1}{227}} = 0,002$$

Цена деления ампулы (при длине пузырька $l = 49,2$ и $t = +19,2°$ C).

$$\tau'' = 1'',231 \pm 0'',002.$$

Средняя квадратическая погрешность определения положения пузырька ампулы по колебаниям длины пузырька уровня $\mu_l = \pm\overset{\tau}{0},04$.

Результаты определения P и Z:

из I приема: $P_I = +\overset{\tau}{0},030$; $Z_I = -\overset{\tau}{0},002$;

из II приема: $P_{II} = +\overset{\tau}{0},040$; $Z_{II} = +\overset{\tau}{0},006$.

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция 160—60 По поверке плоскопараллельных концевых мер длины. Общие положения 3

Инструкция 101—55 По поверке принадлежностей к концевым плоскопараллельным мерам длины 15

Инструкция 133—55 По поверке миниметров 28

Инструкция 143—55 По поверке рычажных скоб 40

Инструкция 144—63 По поверке микрометров рычажных с ценой деления 0,002 *мм* 52

Методические указания № 235 По поверке микрометров рычажных с ценой деления 0,005 и 0,01 *мм* 70

Инструкция 142—63 По поверке рычажно-зубчатых измерительных головок с ценой деления 0,001 и 0,002 *мм* 96

Инструкция 150—63 По поверке микрокаторов 108

Инструкция 12—64 По поверке точных штриховых мер (шкал) длиной до 1 *м* 144

Инструкция 141—55 По поверке индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 *мм* 160

Инструкция 145—64 По поверке индикаторных нутромеров с ценой деления 0,01 *мм* 172

Инструкция 123—57 По поверке индикаторных скоб с ценой деления 0,01 *мм* 182

Инструкция 124—57 По поверке индикаторных глубиномеров 190

Инструкция 132—58 По поверке индикаторных толщиномеров 197

Инструкция 134—63 По поверке рычажно-зубчатых индикаторов с ценой деления 0,01 *мм* 205

Методические указания № 189 По поверке многооборотных индикаторов с ценой деления 0,001 и 0,002 *мм* 218

Инструкция 154—63 По поверке нутромеров с ценой деления 0,001 и 0,002 *мм* 233

Инструкция 136—57 По поверке микрометрических нутромеров 248

Инструкция 137—57 По поверке микрометрических глубиномеров . . . 262

Инструкция 138—64 По поверке штангенциркулей с пределами измерений до 1000 *мм* 273

Инструкция 153—63 По поверке штангенциркулей с верхним пределом измерений свыше 1000 *мм* 288

Инструкция 139—64 По поверке штангенрейсмассов 299

Инструкция 140—64 По поверке штангенглубиномеров 308

Инструкция 125—64 По поверке микрометров со вставками 315

Инструкция 126—57 По поверке измерительных ножей 339

Инструкция 127—63 По поверке проволочек и роликов для измерения среднего диаметра резьбы 345

Инструкция 67—63 По поверке угловых призматических мер 360
Инструкция 99—57 По поверке угольников 404
Инструкция 128—54 По поверке угломеров 437
Инструкция 129—63 По поверке синусных линеек 452
Инструкция 131—61 По поверке технических уровней 476
Инструкция 76—58 По поверке микрометрических уровней 490
Инструкция 130—56 По поверке экзаменаторов 499
Методические указания № 221 По поверке ампул уровней с ценой деления 1 и 2″ 513
Методические указания № 253 По поверке ампул уровней с ценой деления 4″ и грубее 528
Методические указания № 163 По поверке приборов типа КПУ-1 539
Методические указания № 205 По поверке угломеров типа 2-УРИ для контроля геометрических параметров режущих инструментов . . 546
Методические указания № 206 По поверке маятниковых угломеров типа 3-УРИ для контроля геометрических параметров режущих инструментов 554
Инструкция 148—59 По поверке профилометров 559
Инструкция 149—59 По поверке профилографов 575
Инструкция 281—59 По поверке электроконтактных датчиков 590
Инструкция 282—59 По поверке пневмоэлектрических датчиков 605
Инструкция 283—59 По поверке приборов для контроля размеров (диаметров) деталей в процессе обработки на круглошлифовальных станках 615
Инструкция 197—57 По поверке магнитных толщемеров МТ-2 и МТ-ДАЗ 627
Инструкция 71—58 По поверке калибров для валов и отверстий . . . 642
Инструкция 73—58 По поверке конических резьбовых калибров . . . 669
Инструкция 74—58 По поверке калибров для конусов инструментов . . 707
Инструкция 10—64 По поверке самопишущих электрических приборов для линейных измерений 723

„ПОВЕРКА МЕР И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИН И УГЛОВ"

Редактор изд-ва *М. И. Кузнецова*
Технический редактор *Е. З. Рашевская*
Корректор *Г. М. Гапенкова*

Т-10749. Сдано в набор 19.VI.1965 г. Подписано
в печать 4.IX.1965 г. Формат бумаги 60 × 90¹/₁₆.
Бум. л. 23,25. Печ. л. 46,5. Уч.-изд. л. 41,21.
Тираж 6000. Цена в перепл. № 5 2 руб. 16 коп.
Заказ 267.

Издательство стандартов
Москва, К-1, ул. Щусева, 4

2-я типография Военного издательства
Министерства обороны СССР
Ленинград, Д-65, Дворцовая пл., 10

gost.e-ecolog.ru