

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОПТИМЕТР. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ
РАЗМЕРОВ КАЛИБРОВ-ПРОБОК И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ**

Методические указания
для выполнения лабораторной работы
для студентов, обучающихся по направлениям
27.03.01, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01,
23.03.01, 23.03.02, 44.03.01, 23.05.01, 23.05.02

Курган 2019

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов»

Дисциплины: «Взаимозаменяемость и нормирование точности» (направление 27.03.01), «Метрология, стандартизация и сертификация» (направления 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01, 23.03.02, 23.05.01, 23.05.02), «Основы стандартизации, метрологии и технических измерений» (направление 44.03.01).

Составлены на основы переработанных и дополненных методических указаний к выполнению лабораторной работы «Вертикальный оптиметр. Расчет исполнительных размеров калибров – пробок и их измерение» / В. В. Марфицын, В. Н. Орлов – Курган : КГУ, 2009. – 20 с.

Составили: канд. техн. наук, доцент В. Е. Овсянников
канд. техн. наук, доцент В. В. Марфицын

Утверждены на заседании кафедры «18» апреля 2019 г.

Рекомендованы методическим советом университета «14» марта 2019 г.

Содержание

Введение	4
1 Цель работы.	4
2 Перечень необходимого лабораторного оборудования для выполнения работы	4
3 Конструкция и принцип работы оптиметра	4
4 Настройка вертикального оптиметра	8
5 Измерение изделия	10
6 Гладкие калибры и их измерение с помощью оптико-механических приборов	11
6.1 Типы и конструкции калибров	11
6.2 Расчет предельных размеров гладких калибров	12
6.3 Пример расчета исполнительных размеров гладкого калибра-пробки	14
6.4 Заключение о годности калибров	15
7 Порядок выполнения работы	16
8 Вопросы для контроля	17
Список литературы	18
Приложение А	19

Введение

Для измерения с высокой точностью геометрических параметров деталей невозможно использовать широко применяемые в машиностроении штангенциркули и микрометры, так как цена деления нониусных шкал у первых составляет 0,1 или 0,05 мм, а цена деления барабанчика у вторых – 0,01 мм. В связи с этим для точного контроля размеров деталей весьма часто используют оптико-механические приборы, к которым относятся вертикальные оптиметры. Данные приборы применяют, как правило, для измерения по относительному методу, т. е. для измерения методом сравнения с мерой, что обусловлено малыми показаниями шкал приборов [2].

При относительном методе измерения прибор настраивается на нуль по блоку концевых мер (плиток). Заменяя блок плиток измеряемой деталью, по шкале определяют искомое значение ΔX .

Для определения действительного размера детали X необходимо к размеру блока плиток A прибавить или отнять от него (в зависимости от направления смещения стрелки или нулевого штриха) полученное отклонение [2]

$$X=A\pm\Delta X.$$

В производстве очень важно оценить годность предельных рабочих калибров. В настоящих методических указаниях приведена методика оценки годности гладких калибров-пробок для проверки отверстий путем сравнения их действительных размеров, определяемых при помощи вертикального оптиметра с результатами расчета исполнительных размеров.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является ознакомление с устройством и принципом работы вертикального оптиметра, освоение относительного метода измерения деталей на примере контроля гладких калибров-пробок, расчет предельных размеров калибров и их измерение.

2 ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Вертикальный оптиметр.
- 2 Набор плоскопараллельных концевых мер.
- 3 Бензин (растворитель), обтирочный материал.
- 4 Контролируемые изделия – гладкие калибры-пробки.

3 КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ОПТИМЕТРА

Вертикальный оптиметр типа ИКВ предназначен для контактных измерений наружных линейных размеров в пределах от 0 до 180 мм и диаметров от 0 до 150 мм относительным методом [1]. Основным узлом оптиметра является

трубка. Характеристика трубки оптиметра: цена деления шкалы 0,001 мм, предел измерения по шкале $\pm 0,1$ мм, увеличение 960 крат.

Общий вид вертикального оптиметра показан на рисунке 1 [1].

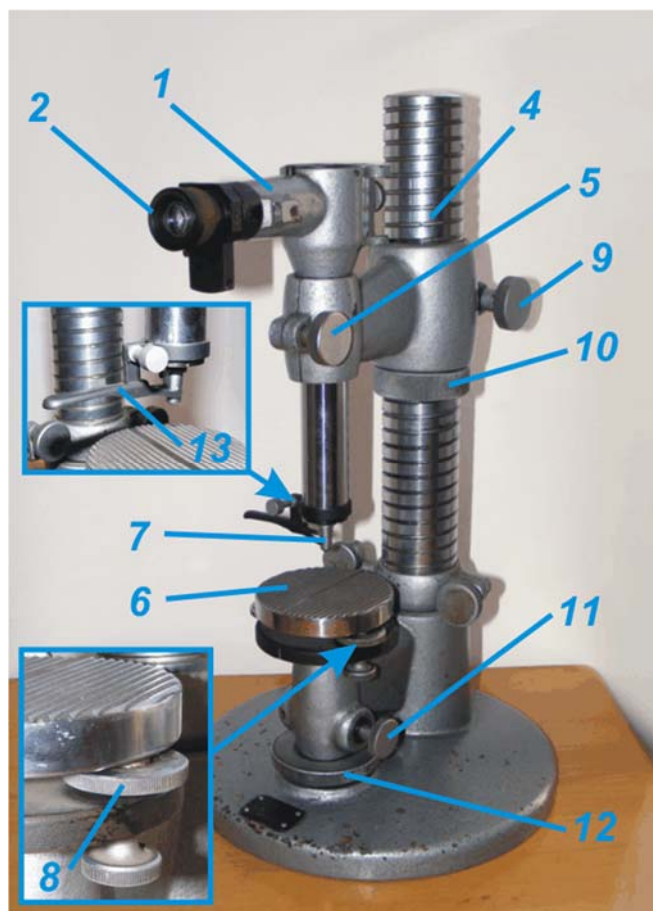


Рисунок 1 – Вертикальный оптиметр и его составные части

Измерительной головкой оптиметра (рисунок 1) является трубка 1 оптиметра. Корпус трубки оптиметра изогнут под прямым углом. В передней части трубки расположен окуляр 2, в который наблюдается изображение шкалы прибора. Трубку 1 укрепляют в кронштейне 4 и зажимают винтом 5. Верхняя плоскость основного столика имеет гладкую или ребристую поверхность. На основном столике производится измерение наружных размеров деталей. Верхняя плоскость основного столика 6 должна быть перпендикулярна оси измерительного стержня.

Для проверки взаимной перпендикулярности плоскости столика и оси перемещения измерительного стержня, на стержне укрепляют плоский измерительный наконечник 7. Затем к столику прибора слегка притирают плоскопараллельную концевую меру длины небольшого размера (10...20 мм). Зеркальцем 3 направляют свет в осветительную щель. Отпустив винт 9, вращением гайки 10 опускают кронштейн с трубкой до соприкосновения измерительного наконечника 7 с мерой длины. Столик должен быть при этом застопорен винтом 11. Момент касания будет заметен по движению изображения шкалы в окуляре. Застопорив винтом 11 столик, производят ряд перемещений концевой

меры. Вращением установочных винтов 8 добиваются такого положения столика, чтобы при продвижении концевой меры по столику под измерительным наконечником в любом направлении, показания прибора оставались бы неизменными, при этом край концевой меры должен доходить только до середины измерительной поверхности наконечника. В дальнейшем в процессе работы винты 8 не вращать.

В основу оптической схемы прибора положен принцип телескопической автоколлимационной трубы [2; 3].

Оптическая схема трубки оптиметра изображена на рисунке 2 [3].

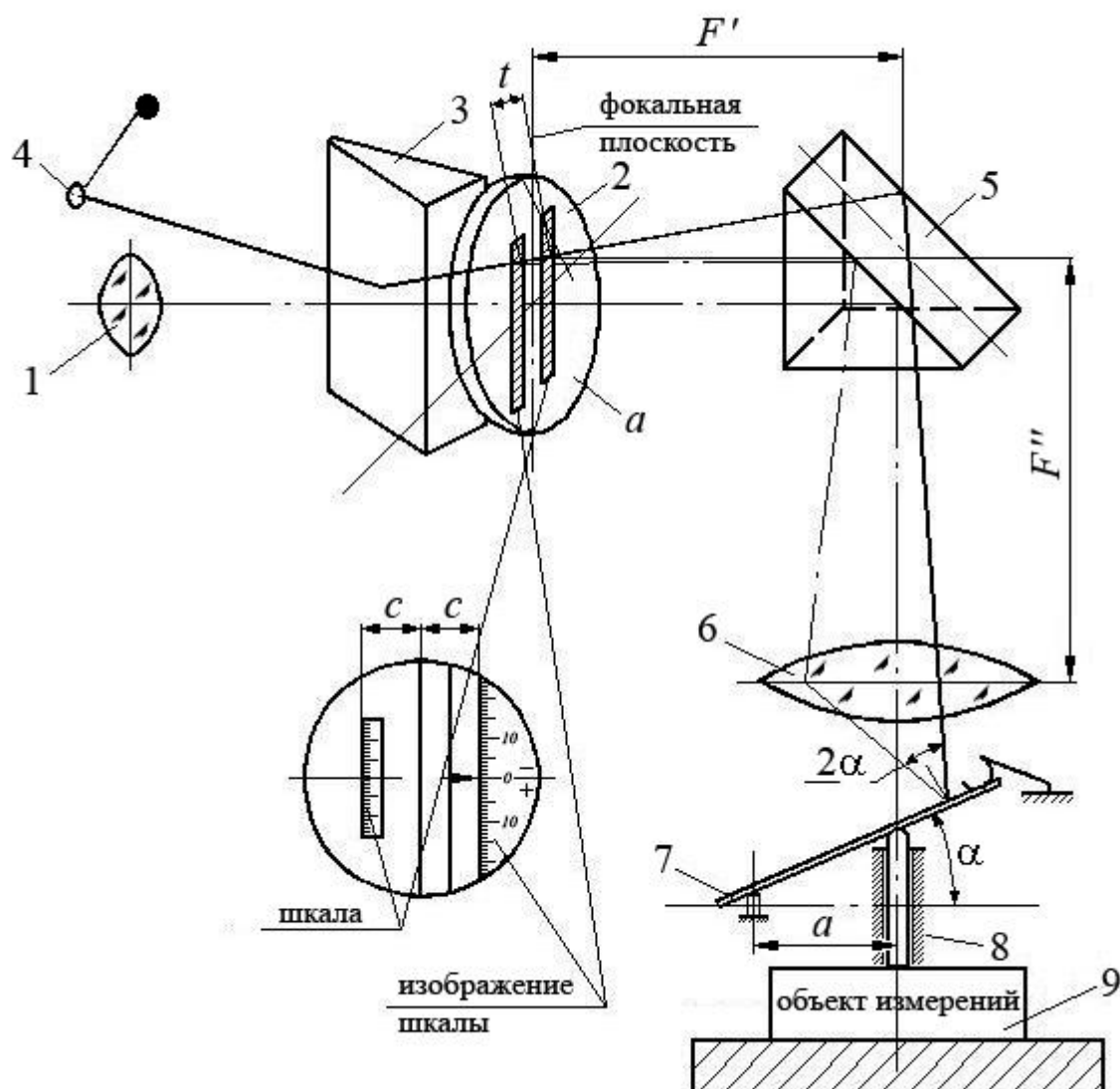


Рисунок 2 – Принципиальная схема оптиметра

Свет от внешнего источника направляется шарнирно закрепленным зеркалом 4 через призму 3 на смещенную относительно оси прозрачную полоску со шкалой в левой затемненной части плоской стеклянной пластинки 2, помещенной в фокальной плоскости объекта 6. Пучок света попадает на объектив 6 через призму полного внутреннего отражения 5 и направляется на подвижное

зеркальце 7, которое может поворачиваться вокруг оси на незначительный угол под действием измерительного наконечника 8, соприкасающегося с проверяемой деталью 9.

Параллельный пучок света, отразившись от зеркальца 7 и пройдя объектив 6 и призму 5, даст на правой части пластинки 2 изображение шкалы с делением.

Перемещение шкалы в вертикальном направлении относительно неподвижного указателя, размещенного на правой части пластинки 2, вызывается поворотом зеркальца 7.

Изображение шкалы и указатель рассматривается через окуляр 1.

Между величиной перемещения измерительного наконечника и величиной перемещения изображения шкалы существует следующая зависимость: перемещение наконечника (штифта) на величину h (рисунок 3) вызывает наклон зеркала на угол φ , величина которого определяется из соотношения [3]:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{b},$$

где b – длина плеча, равная расстоянию от оси вращения зеркала до точки касания штифта A . Луч MN при отражении от зеркала отклоняется на угол 2φ и точка M вследствие этого переместится в точку M_1 .

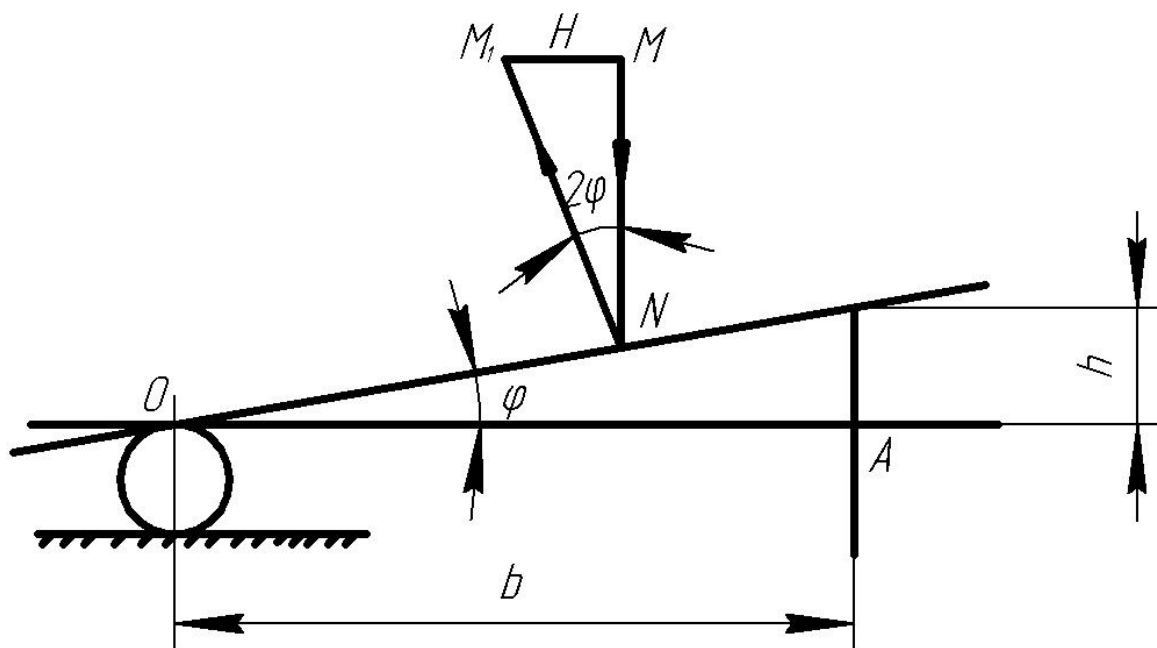


Рисунок 3 – Расчетная схема

Из треугольника MNM_1 , имеем:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{H}{MN},$$

где H – величина перемещения луча при наклоне зеркала на угол φ ; MN – фокусное расстояние.

Так как в обоих случаях речь идет о малых углах, то значения $\operatorname{tg}\varphi$ и $\operatorname{tg}2\varphi$ можно заменить величинами φ и 2φ . После некоторых преобразований получим искомую величину передаточного отношения

$$\frac{H}{h} = 2 \frac{MN}{b}.$$

Шкала имеет 200 делений (± 100) с ценой 1 мкм.

4 НАСТРОЙКА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОПТИМЕТРА

Для настройки оптиметра надо выбрать и закрепить измерительный наконечник (в большинстве случаев сферический, что объясняется трудностью регулировки ножевидных и плоских наконечников параллельно плоскости стола) [4]; установить на стол блок концевых мер, соответствующий номинальному размеру измеряемого изделия (рисунок 4).

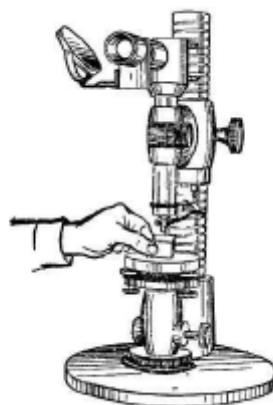


Рисунок 4 – Установка блока концевых мер на стол

Далее необходимо установить кронштейн (12) на колонке 11 по размеру, который немного больше блока концевых мер (рисунок 5) и закрепить кронштейн (рисунок 6).

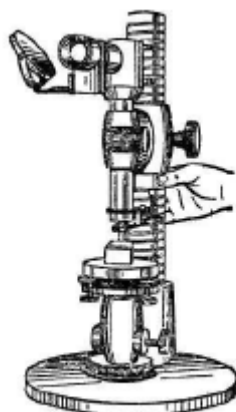


Рисунок 5 – Установка кронштейна

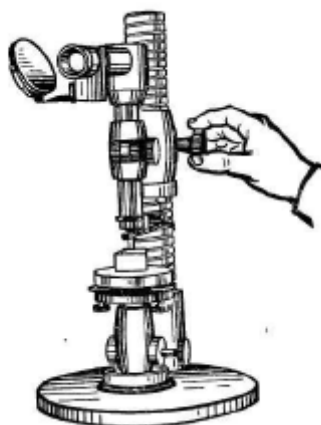


Рисунок 6 – Закрепление кронштейна

Наблюдая в окуляр, установить перемещением стола с блоком концевых мер нулевой штрих шкалы против указателя (рисунок 7) и закрепить стол (рисунок 8).

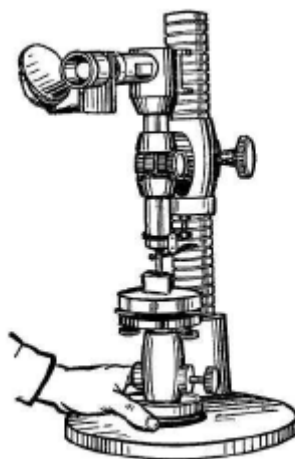


Рисунок 7 – Установка стола

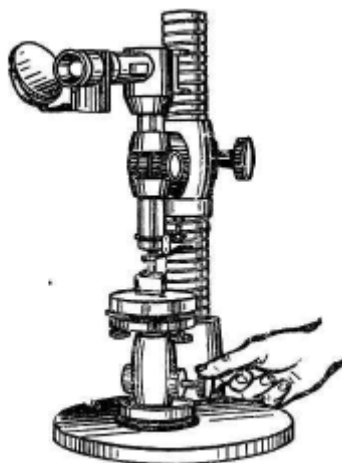


Рисунок 8 – Закрепление стола

Арретированием проверить правильность нулевой установки (рисунок 9) и снять блок концевых мер со стола, предварительно подняв арретиром наконечник.

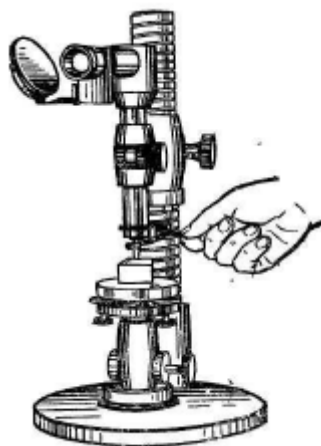


Рисунок 9 – Арретирование

5 ИЗМЕРЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

С помощью арретира надо поднять измерительный стержень с наконечником; ввести под него измеряемое изделие; отпустить измерительный наконечник до соприкосновения с изделием, арретированием проверив постоянство показаний; определить по шкале трубки оптиметра отклонение от размера блока концевых мер и подсчитать действительный размер измеряемого изделия (рисунок 10).

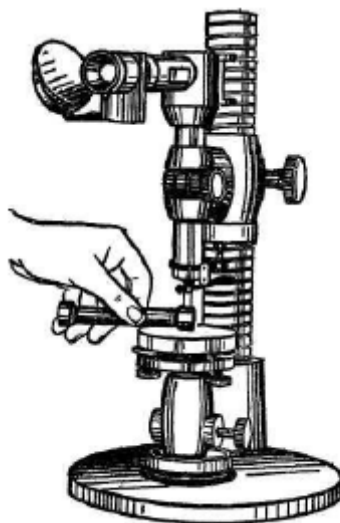


Рисунок 10 – Установка изделия

При измерении диаметров сферическим наконечником перемещением изделия находят наибольший размер.

6 ГЛАДКИЕ КАЛИБРЫ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

6.1 Типы и конструкции калибров

В условиях среднесерийного, крупносерийного и массового производства для контроля годности деталей, размеры которых выполнены с допусками по 6-17 квалитетам, широко используются предельные калибры. Преимуществом метода контроля размеров деталей предельными калибрами является его высокая производительность, простота и экономичность.

Калибры – это бесшкальные контрольные инструменты, с помощью которых проверяют размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей, глубин и высот выступов, а также расположение поверхностей [2]. В отличие от приборов и универсальных измерительных инструментов, снабженных отчетными устройствами (шкалой), калибры не позволяют определить действительное значение контролируемого размера, а лишь устанавливают, находится ли данный размер в границах поля допуска.

Поскольку поле допуска ограничено двумя предельными размерами, то для контроля детали необходимо иметь два калибра, один из которых позволяет установить, выходит ли действительный размер детали за наибольший, а второй – за наименьший предельный размеры.

Такие калибры называются предельными. В зависимости от формы контролируемых деталей калибры подразделяются на гладкие, резьбовые, шлицевые и т. п.

Комплект гладких рабочих предельных калибров для контроля размеров цилиндрических деталей состоит из проходного ПР и непроходного НЕ калибров (рисунок 11) [5].

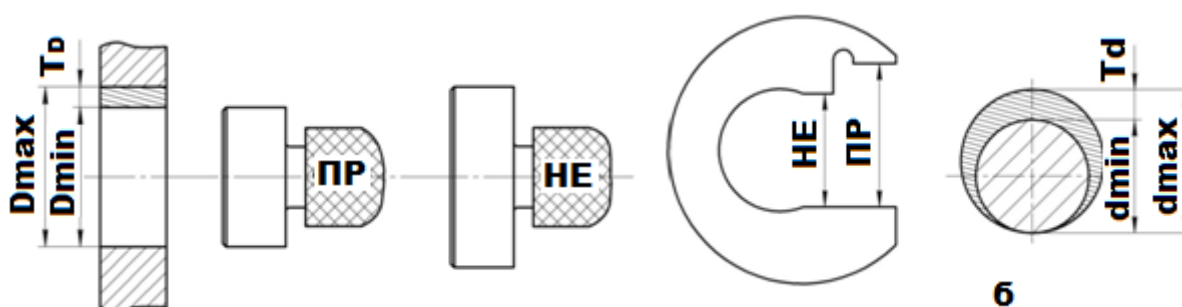


Рисунок 11 – Схемы контроля гладкими предельными калибрами отверстия (а) и вала(б)

Для контроля размеров отверстий применяют калибры – пробки (рисунок 11 а). Назначение проходной пробки ПР – отсеивание всех деталей с размером меньше D_{min} . Если калибр ПР в отверстие не входит, то это означает брак, но исправимый; отверстие требует дополнительной обработки. Назначение непроходной пробки НЕ – отсеивание всех деталей с размером больше D_{max} . Если в отверстие входит калибр НЕ, то это означает неисправимый брак. Деталь счи-

тается годной, т. е. размеры отверстия лежат в заданных пределах, если проходная пробка под действием собственного веса или усилия примерно равного ему, входит в контролируемое отверстие, а непроходная пробка в него не входит.

Внешне проходная пробка отличается от непроходной большей высотой.

Конструктивное исполнение калибров – пробок может быть различным [5].

По назначению калибры разделяются на рабочие и контрольные. Рабочие калибры (ПР, НЕ) применяются для контроля размеров деталей. Контрольные калибры (К-ПР, К-НЕ) предназначаются для контроля размеров скоб в процессе их изготовления и эксплуатации.

6.2 Расчет предельных размеров гладких калибров

Для того, чтобы проходные ПР и непроходные НЕ калибры выполняли свои функции, необходимо определенным образом рассчитать их исполнительные размеры. Под исполнительными размерами калибра понимают размеры, проставленные на его рабочем чертеже и содержащие номинальный размер и предельные отклонения.

В основу расчета гладких калибров положены предельные размеры контролируемых деталей [5]. Так, в основу расчета непроходных калибров-пробок положен наибольший размер отверстия D_{max} , а в основу расчета проходных калибров – наименьший предельный размер отверстия D_{min} .

На рисунках 12 и 13 даны схемы расположения полей допусков гладких калибров-пробок для номинальных размеров до 180 мм [2; 5].

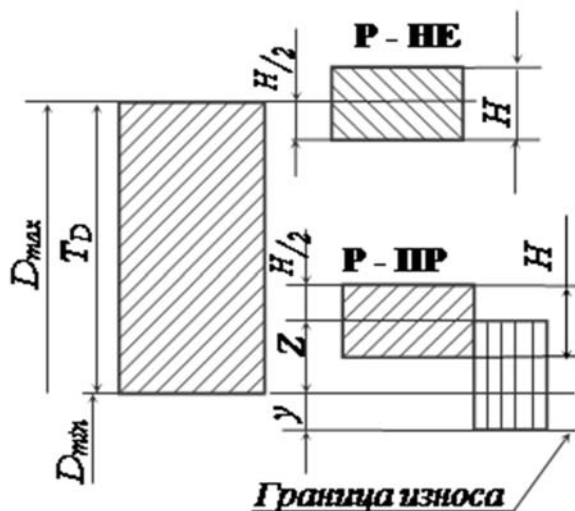


Рисунок 12 – Схема расположения полей допусков гладких калибров для контроля отверстий с допуском изготовления по IT6 – IT8

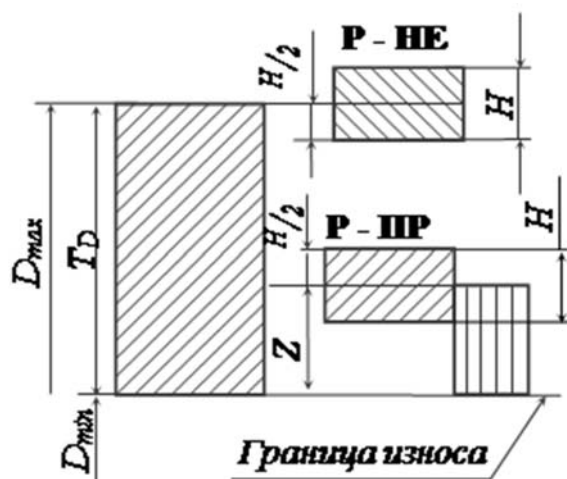


Рисунок 13 – Схема расположения полей допусков гладких калибров для контроля отверстий с допуском изготовления по IT9 – IT17

Как видно из рисунков 12 и 13, поле допуска на неточность изготовления непроходных пробок (Н) располагается симметрично относительно размера D_{max} . В то же время поле допуска на неточность изготовления проходных пробок (Н) располагается несимметрично относительно размера D_{min} и смещено внутрь поля допуска отверстия на величину Z .

Указанное различие в расположении полей допусков непроходных и проходных калибров связано с тем, что в процессе контроля проходные калибры изнашиваются, в связи с чем им необходимо обеспечить достаточный срок службы. Поэтому для проходных калибров устанавливается определенный допуск на износ, граница которого определяется координатой Y и выходит за пределы поля допуска на изготовление детали при контроле отверстий, выполненных по 6-8 квалитетам (рисунок 12). При контроле отверстий, изготовленных по 9-17 квалитетам, граница износа проходных пробок совпадает с D_{min} , т. е. величина $Y=0$ (рисунок 13).

Схемы полей допусков гладких калибров для номинальных размеров свыше 180 мм приведены в ГОСТе 24853-81.

Допуск и отклонения калибров в зависимости от номинального размера контролируемой детали и квалитета также установлены ГОСТом 24853-81.

Формулы для определения исполнительных размеров рабочих калибров – пробок приведены в таблице 1, а необходимые для расчета значения величин H , Z , Y – в таблице 2.

Таблица 1 – Формулы для определения исполнительных размеров рабочих калибров-пробок

Калибр-пробка	Номинальный размер отверстия до 180 мм	
	Размер	Допуск
Проходная сторона новая	$D_{min}+Z$	$\pm \frac{H}{2}$
Проходная сторона изношенная	$D_{min}-Y$	-
Непроходная сторона	D_{max}	$\pm \frac{H}{2}$

Примечание. При подсчете исполнительных размеров калибров (наибольших для отверстий) необходимо пользоваться следующими правилами округления [2]:

1 Округление размеров рабочих калибров (наибольших для отверстий) для изделий 15-17 квалитетов следует производить до целого микрометра.

2 Для изделий 6-14 квалитетов размеры калибров следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется.

3 Размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм в сторону уменьшения допуска изделия.

Таблица 2 – Допуски и отклонения калибров

Квалитет допуска деталей	Обозначения допусков и отклонения калибров	Интервалы размеров, мм					
		Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Допуски и отклонения, мкм</i>							
6	Z	2	2	2.5	2.5	3	4
	Y	1.5	1.5	2	2	3	3
	H	2	2.5	2.5	3	4	5
7	Z	2.5	3	3.5	4	5	6
	Y	2	3	3	3	4	4
	H	3	4	4	5	6	8
8	Z	4	5	6	7	8	9
	Y	4	4	5	5	6	6
	H	3	4	4	5	6	8
9	Z	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	3	4	4	5	6	8
10	Z	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	3	4	4	5	6	8
11	Z	16	19	22	25	28	32
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	8	9	11	13	15	18
12	Z	16	19	22	25	28	32
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	8	9	11	13	15	18
13	Z	32	36	42	48	54	60
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	18	21	25	30	35	40
14	Z	32	36	42	48	54	60
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	18	21	25	30	35	40

6.3 Пример расчета исполнительных размеров гладкого калибра-пробки

Калибр предназначен для контроля отверстия Ø 60E9.

1 По таблицам ГОСТа 25347-82 для номинального размера 60мм определяем предельные отклонения и допуск на изготовление отверстия.

ES= +134 мкм; EI =+60 мкм; IT9= 74 мкм.

2 Определяем предельные размеры отверстия:

$$D_{\min} = D + EI = 60 + 0,060 = 60,060 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = D + ES = 60 + 0,134 = 60,134 \text{ мм}.$$

3 По таблице 2 для номинального размера 60 мм и 9-го качества определяем числовые значения отклонений и допусков гладкого калибра-пробки:

$$H = 5 \text{ мкм}; Y = 0; Z = 13 \text{ мкм}.$$

4 Строим схему расположения полей допусков для калибров-пробок (рисунок 14).

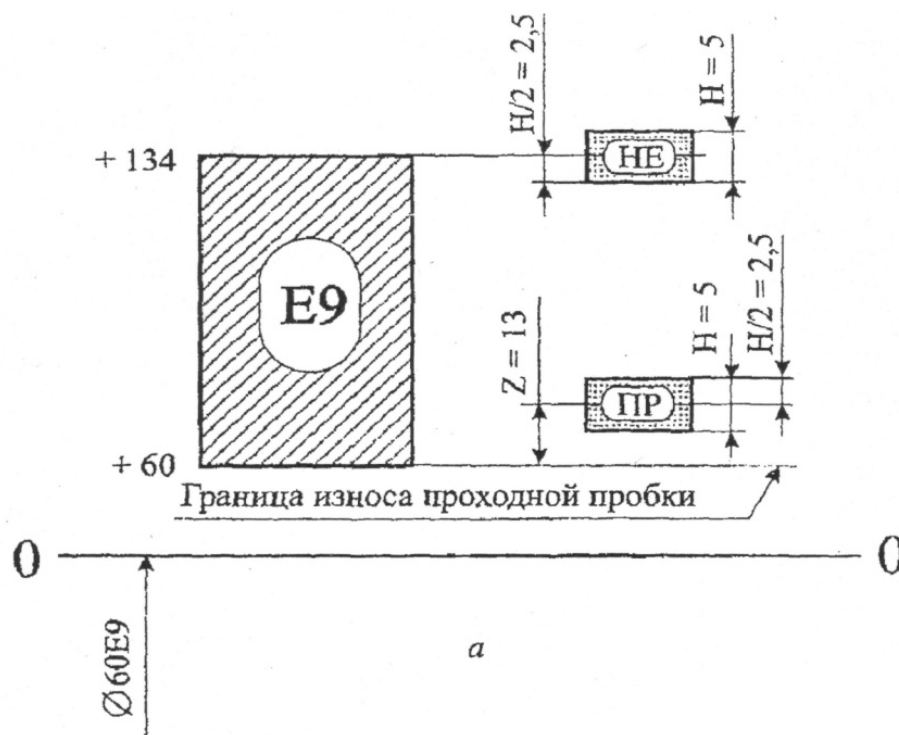


Рисунок 14 – Расположение полей допусков гладких калибров для контроля отверстия Ø 60E9

5 Используя формулы таблицы 1, определяем исполнительные размеры калибров-пробок:

$$PP_{\text{нов}} = (D_{\min} + Z) \pm H/2 = (60,060 + 0,013) \pm 0,0025 = 60,073 \pm 0,0025 \text{ мм};$$

$$PP_{\text{изн}} = D_{\min} - Y = 60,060 - 0 = 60,060 \text{ мм};$$

$$HE = D_{\max} \pm H/2 = 60,134 \pm 0,0025 \text{ мм}.$$

6.4 Заключение о годности калибров

Результаты измерений действительных размеров проходной и непроходной пробок-калибров заносятся в таблицы отчета (приложение А).

На основании сравнения действительных размеров проходной и непроходной пробок с соответствующими допустимыми предельными размерами по

ГОСТу 24853-81 делается вывод о годности калибра. Калибр будет годен в том случае, если его действительные размеры будут располагаться в пределах поля допуска на изготовление нового калибра. Если действительный размер пробки ПР меньше его наименьшего размера, но укладывается в поле допуска на износ, а размер пробки НЕ находится в пределах поля допуска, то калибр считается частично изношенным.

7 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Ознакомиться с настоящими методическими указаниями.

2 Ознакомиться с конструкцией и принципом действия вертикального оптиметра.

3 Ответить на контрольные вопросы преподавателя и получить калибры-пробки для измерения.

4 Протереть рабочие поверхности измеряемых рабочих калибров – пробок и стол оптиметра мягкой льняной тряпкой.

5 Протереть сухой ваткой или замшей окуляр оптиметра и осветительное зеркальце.

6 Отрегулировать положение осветительного зеркальца так, чтобы при наблюдении в окуляр шкала оптиметра была хорошо освещена и видна. Для этого необходимо измерительный стержень поднимать и опускать легким нажатием арретира 8.

7 При нечетком изображении делений шкалы оптиметра навести окуляр на резкость путем вращения диоптрийного кольца.

8 Собрать блок плоскопараллельных концевых мер по номинальному размеру контролируемых калибров и установить на середину стола, предварительно переведя его в нижнее положение (рисунок 4).

9 Установить кронштейн 12, вращая гайку 14, чтобы расстояние от измерительной поверхности наконечника 7 до плоскости стола 6 было на 1-1,5 мм больше размера блока плоскопараллельных концевых мер. После этого затянуть винт 13 (рисунки 5 и 6).

10 Поднять измерительный стол оптиметра, вращая гайку 2, предварительно освободив стопор 3. Подъем стола производится до тех пор, пока нулевое деление шкалы не совпадет с неподвижным указателем. Затянуть стопор 3. Нулевую установку шкалы проверить 2-3 раза, поднимая и опуская измерительный наконечник 7 арретиром 8 (рисунки 7, 8, 9). Если показания оптиметра не совпадают, то установку на нуль повторить.

11 Предварительно нажав на рычаг арретира 8, сдвинуть блок мер со стола, перемещая его параллельно плоскости стола.

12 Удерживая рычаг арретира, поместить на стол вместо блока концевых мер контролируемую пробку ПР и подвести ее под измерительный наконечник (рисунок 10).

13 Определить отклонение действительного размера пробки от размера блока концевых мер, прокатывая пробку под измерительным наконечником,

добиваясь наибольшего отклонения соответствующего диаметру пробки в измеряемом сечении. Измерения в продольном и поперечном сечениях повторить по четыре раза.

14 Результаты измерений калибра-пробка записать в таблицу отчета (приложение А).

15 Снять пробку со стола, предварительно нажав на арретир.

16 Повторить пункты 12-15 для пробки НЕ.

17 Определить действительные размеры измеренных калибров-пробок.

18 Изобразить схему расположения полей допусков калибров.

19 Рассчитать исполнительные размеры калибров.

20 Сделать вывод о годности калибров и оформить отчет.

8 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1 Дать характеристику относительного метода измерения.

2 Рассказать об устройстве оптиметра и принципе его работы.

3 Рассказать о последовательности настройки оптиметра на измерение.

4 Рассказать о последовательности выполнения измерений.

5 Объяснить назначение проходной и непроходной калибров-пробок.

6 Какие размеры положены в основу проходных и непроходных калибров?

7 Как определяются исполнительные размеры рабочих калибров-пробок?

8 Каким образом делается вывод о годности калибров?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Берков, В. И. Технические измерения / В. И. Берков. – Москва : Высшая школа, 1988. –128с.

2 Скуратов, Д. Л. Измерение геометрических параметров деталей на рычажно–механических и оптико–механических приборах : методические указания / Д. Л. Скуратов, В. Н. Трусов. – Самара: Самарский гос. аэрокосм. ун-т, 2005. – 30 с.

3 Пахоменко, А. Н. Измерение гладких деталей относительным методом: методические указания / А. Н. Пархоменко, О. Г. Романова. – Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2005. –13 с.

4 Никитин, В. А. Методы и средства измерений, испытаний и контроля / В. А. Никитин, С. В. Бойко. – Оренбург : Оренбургский гос. ун-т, 2004. – 396 с.

5 Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация / Я. М. Радкевич и др. – Москва : Высшая школа, 2006. – 800 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Кафедра АПП

Студент _____

Группа _____

Дата _____

Отчет по лабораторной работе

«Вертикальный оптиметр. Расчет исполнительных размеров калибров –
пробок и их измерение»

1 Эскиз калибра – пробки

2 Результаты измерения калибра – пробки Р-ПР

Направление измерения	Величина отклонения от нулевого значения, мкм				Среднее арифметическое значение 8 величин отклонений, (ΔX), мкм	Размер блока концевых мер (А), мм	Действительный размер калибра (X), мм
	1	2	3	4			
Продольное							
Поперечное							

3 Результаты измерения калибра – пробки Р-НЕ

Направление измерения	Величина отклонения от нулевого значения, мкм				Среднее арифметическое значение 8 величин отклонений, (ΔX), мкм	Размер блока концевых мер (А), мм	Действительный размер калибра (X), мм
	1	2	3	4			
Продольное							
Поперечное							

4 Схема расположения полей допусков калибров

5 Расчеты исполнительных размеров калибров

6 Заключение о годности калибров

Преподаватель _____

Овсянников Виктор Евгеньевич
Марфицын Валерий Владимирович

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОПТИМЕТР. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ
РАЗМЕРОВ КАЛИБРОВ-ПРОБОК И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ**

Методические указания
для выполнения лабораторной работы
для студентов, обучающихся по направлениям
27.03.01, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01,
23.03.01, 23.03.02, 44.03.01, 23.05.01, 23.05.02

Редактор Н. М. Быкова

Подписано в печать 30.09.19	Формат 60×84 1/16	Бумага 65 г/м ³
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,25	Уч.-изд. л. 1,25
Заказ 131	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.