

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Стандартизация, сертификация и управление качеством»

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

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплинам: «Взаимозаменяемость», «Методы и средства измерений,
испытаний и контроля», «Метрология, стандартизация и сертификация» для
студентов специальностей:

200503, 151001, 151002, 190201, 190202, 190603, 190601, 280101, 190702



Курган 2009

Кафедра : «Стандартизация, сертификация и управление качеством»

Дисциплины: «Взаимозаменяемость» (специальность 200503);

«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»
(специальность 200503);

«Метрология, стандартизация и сертификация»
(специальности 151001, 151002, 190201, 190202, 190601,
190603, 280101, 190702)

Составили: канд.техн.наук, профессор В.Н. Орлов (общая редакция,
разделы 1, 2, 3, 4, 5);

канд.техн.наук, доцент В.В. Марфицын (введение, разделы 6,
7, 8, приложение)

Составлены на основы переработанных и дополненных методических
указаний к выполнению лабораторной работы «Вертикальный оптиметр» / С.Б.
Курилова. – Курган: КМИ, 1987.-14с.

Утверждены на заседании кафедры «5» июня 2009 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«2» июля 2009 г.

Содержание

Введение	4
1 Цель работы	4
2 Перечень необходимого лабораторного оборудования для выполнения работы	4
3 Конструкция и принцип работы оптиметра	5
4 Настройка вертикального оптиметра	8
5 Измерение изделия	9
6 Гладкие калибры и их измерение с помощью оптико-механических приборов	10
6.1 Типы и конструкции калибров	10
6.2 Расчет предельных размеров гладких калибров	12
6.3 Пример расчета исполнительных размеров гладкого калибра-пробки.....	15
6.4 Заключение о годности калибров	16
7 Порядок выполнения работы	16
8 Вопросы для контроля	17
Список литературы	18
Приложение	19

ВВЕДЕНИЕ

Для измерения с высокой точностью геометрических параметров деталей невозможно использовать широко применяемые в машиностроении штангенинструменты 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). Заменив 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]

$$X=A+\Delta X.$$

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 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^{\times} .

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

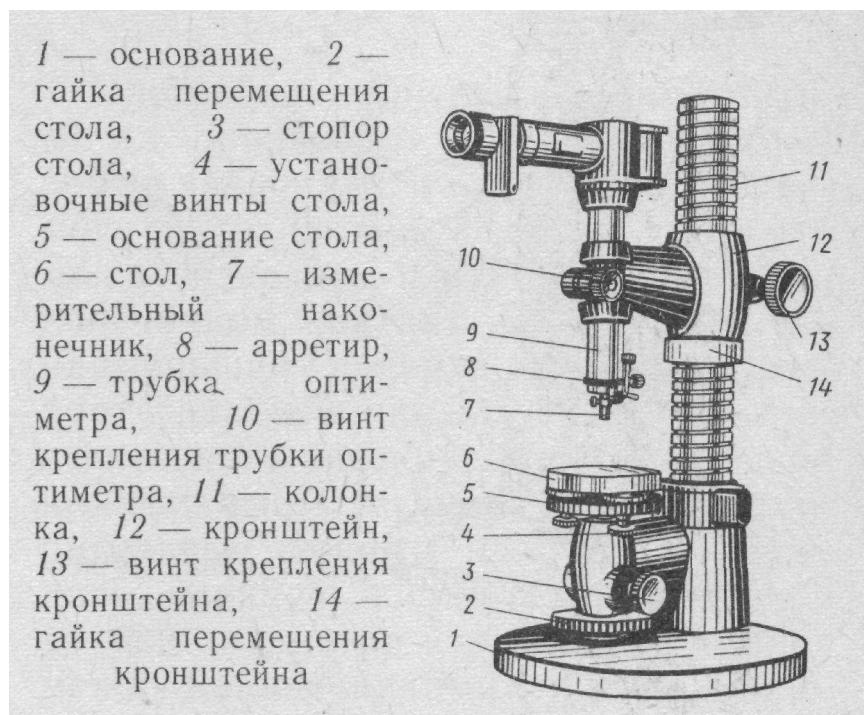


Рисунок 1 – Вертикальный оптиметр и его основные части

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

Зеркало, которое служит для получения автоколлимационного изображения, связано с измерительным стержнем и при перемещении стержня отклоняется на соответствующий угол.

Наблюдаемое в поле зрения автоколлимационное изображение шкалы, расположенное в фокальной плоскости объекта перемещается относительно неподвижного указателя пропорционально перемещению измерительного стержня.

В оптиметре линия измерения расположена вертикально. Контактной измерительной поверхностью служат поверхности наконечников, надеваемых на измерительный стержень трубки оптиметра. Измеряемое изделие помещается на столе. Отсчеты производятся в процессе наблюдения в окуляр трубки оптиметра.

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

В нее входят: зеркало 1, объектив 2, призма 3 полного внутреннего отражения, сетка 4 и окуляр 5. Осветительную систему составляет зеркало 6 в оправе и призма 7, установленная в рамке окуляра. Сетка 4 представляет собой стеклянную плоскопараллельную пластину со шкалой и указателем, причем деления шкалы нанесены на одной половине пластинки, а указатель – на другой. Шкала со стороны окуляра закрыта так, что через него можно видеть только указатель и изображение шкалы, отраженное от зеркала 1. Сетка установлена в фокальной плоскости объектива.

Лучи света, отражаясь от зеркала 6, через призму 7 освещают шкалу, пройдя призму 3 и объектив 2, они параллельным пучком попадают на зеркало 1, отражаются от него и снова попадают в глаз наблюдателя.

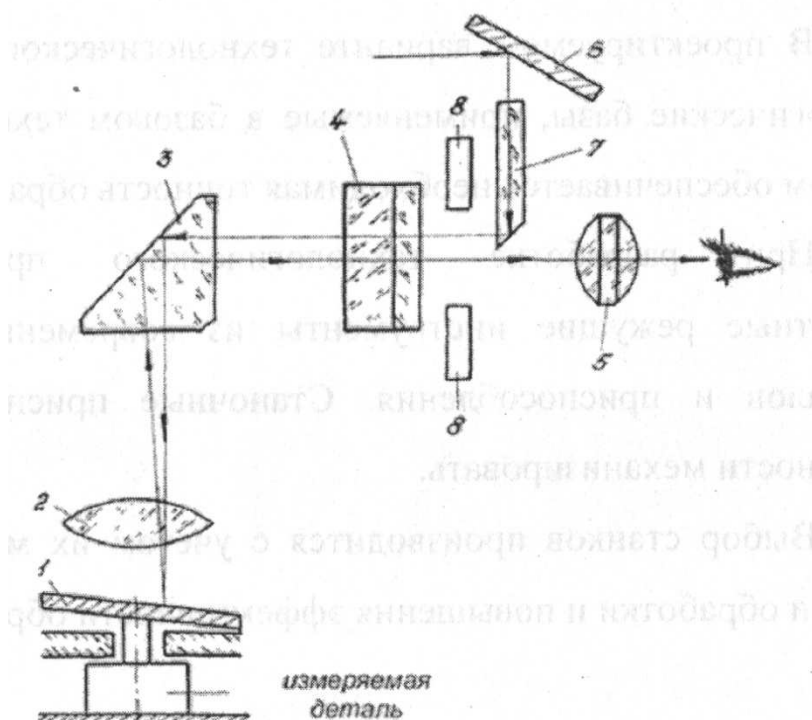


Рисунок 2 – Принципиальная схема оптиметра

Таким образом, принцип автоколлимации – это свойство объектива превращать пучок расходящихся лучей, исходящих из точечного источника света, расположенного в фокусе объектива, в пучок параллельных лучей, который после отражения зеркалом собираются в том же фокусе объектива.

Увеличенное изображение шкалы наблюдается через окуляр оптиметра.

Если плоскость зеркала 1 располагается перпендикулярно главной оптической оси (такое положение зеркало принимает при настройке оптиметра по блоку плиток), то исходная шкала и ее изображение будут находиться на одном уровне по вертикали и нулевой штрих изображения шкалы будет совпадать с указателем.

Если при измерении окажется, что размер детали отличается от размера блока концевых мер, то измерительный стержень 7 (рисунок 1) переместится вверх или вниз, зеркало при этом отклонится на некоторый угол ϕ , вследствие

чего изображение шкалы в поле зрения окуляра также будет перемещаться относительно неподвижного индекса (указателя).

Величина смещения будет соответствовать отклонению действительного размера детали от размера блока концевых мер, по которому был настроен оптиметр.

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]:

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

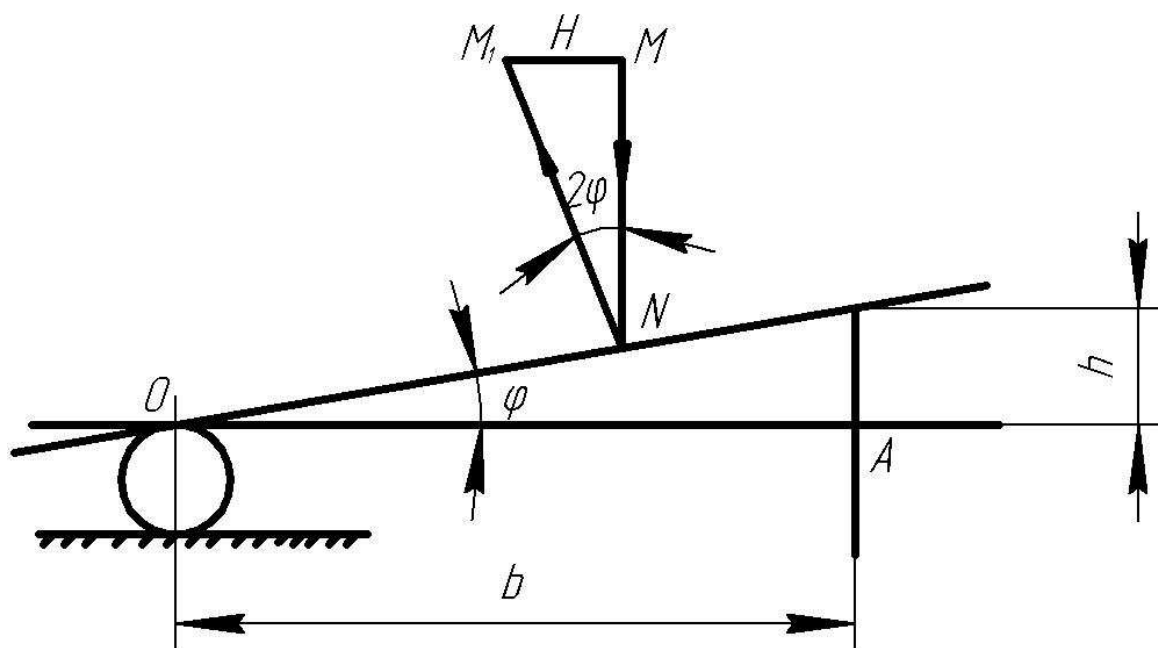


Рисунок 3 – Расчетная схема

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 .

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).

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

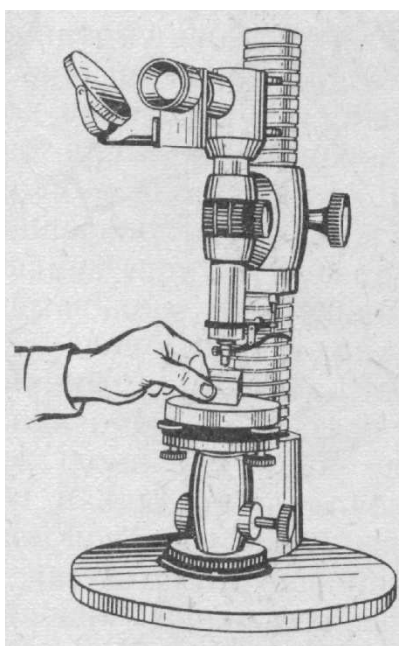


Рисунок 4 – Установка блока концевых мер на стол

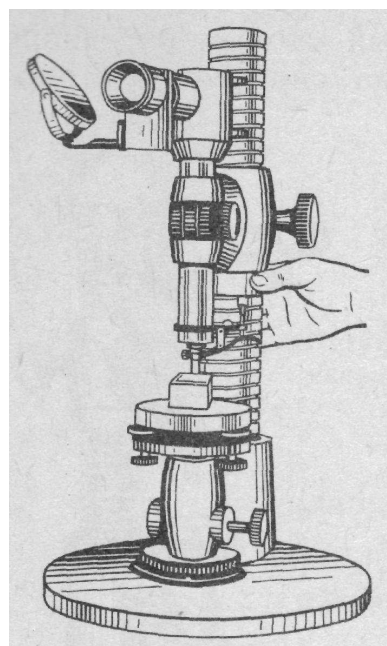


Рисунок 5- Установка кронштейна

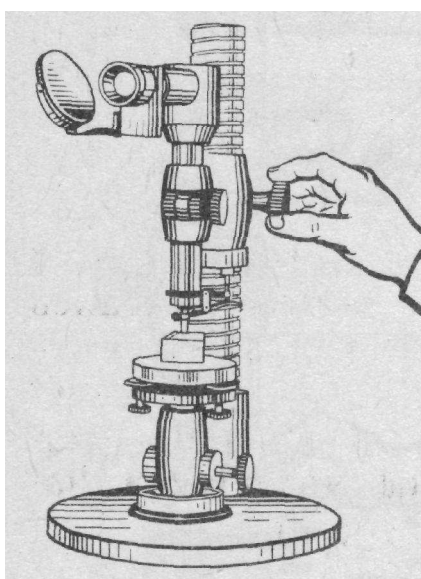


Рисунок 6 –Закрепление кронштейна

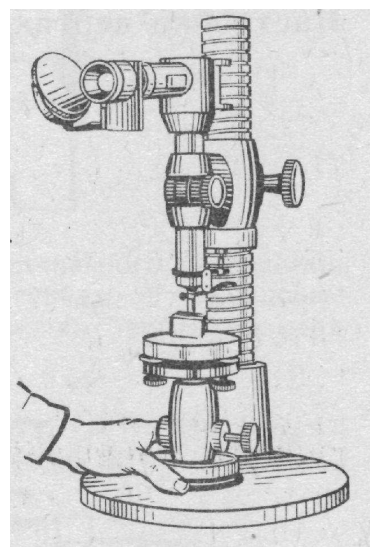


Рисунок 7 – Установка стола

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

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

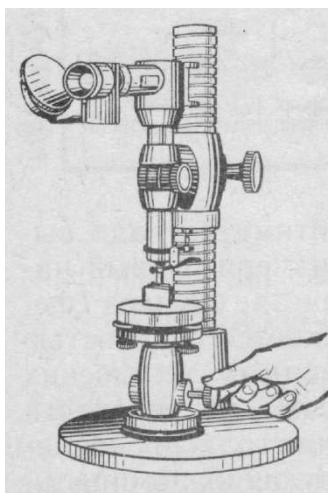


Рисунок 8 – Закрепление
стола

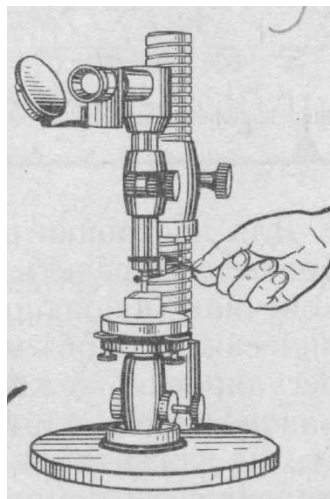


Рисунок 9 – Арретирование

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).

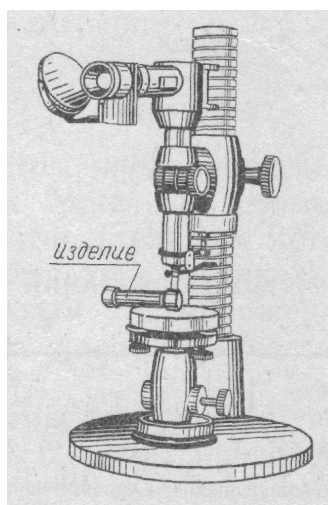


Рисунок 10 – Установка изделия

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].

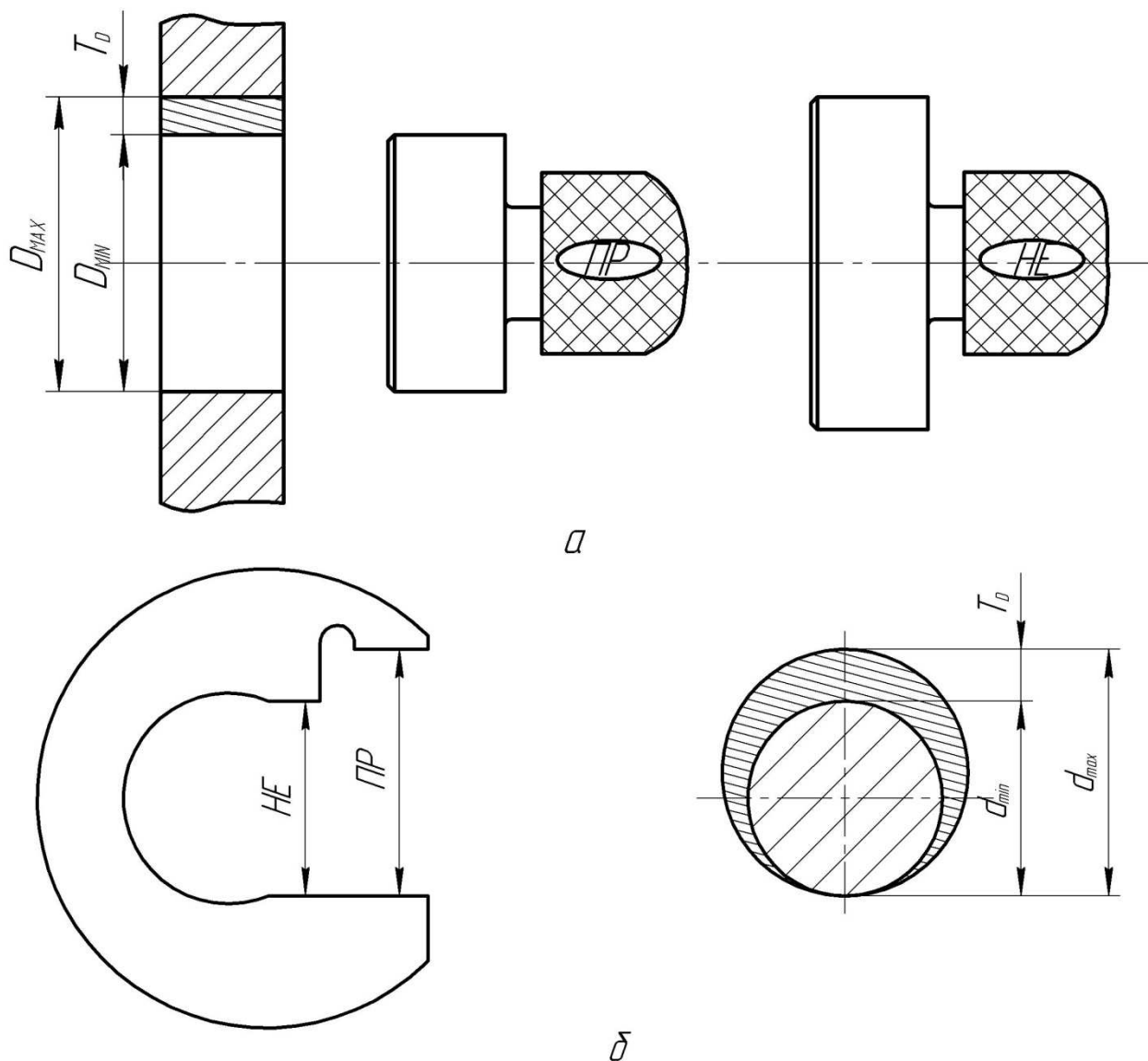


Рисунок 11 – Схемы контроля гладкими предельными калибрами отверстия (а) и вала(б)

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 считается 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) предназначены 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 рисунке 12 и 13 даны схемы расположения полей допусков гладких калибров-пробок для номинальных размеров до 180 мм [2,5].

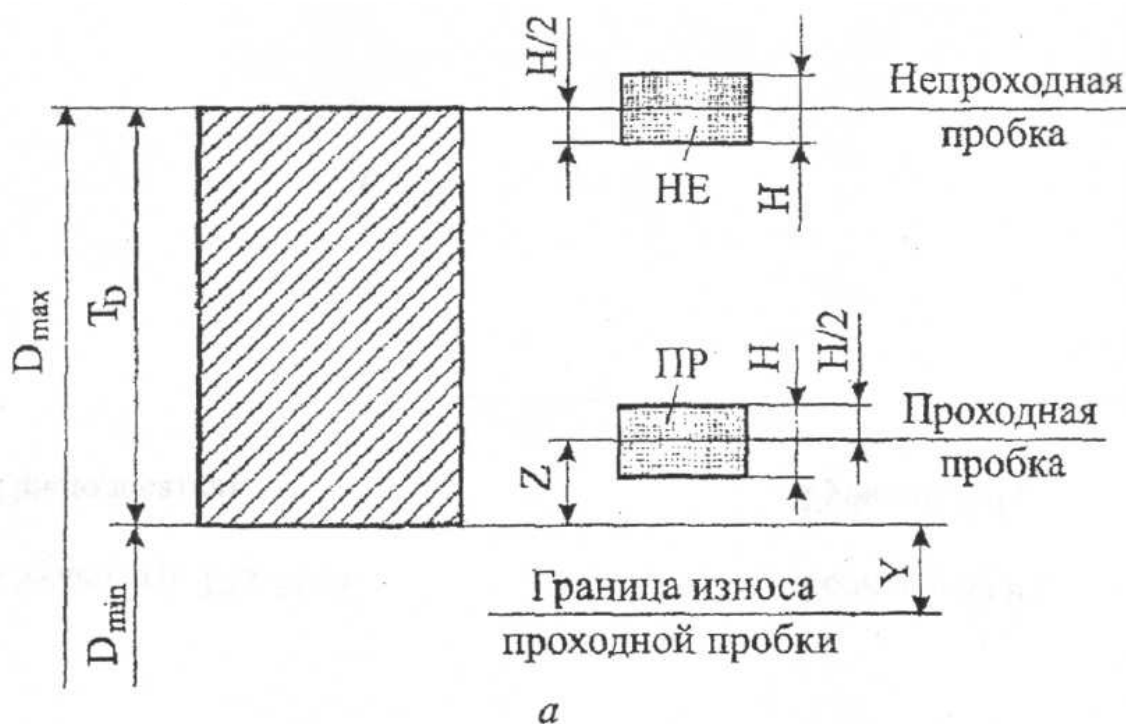


Рисунок 12 – Схема расположения полей допусков гладких калибров для контроля отверстий с допуском изготовления по IT6 – IT8

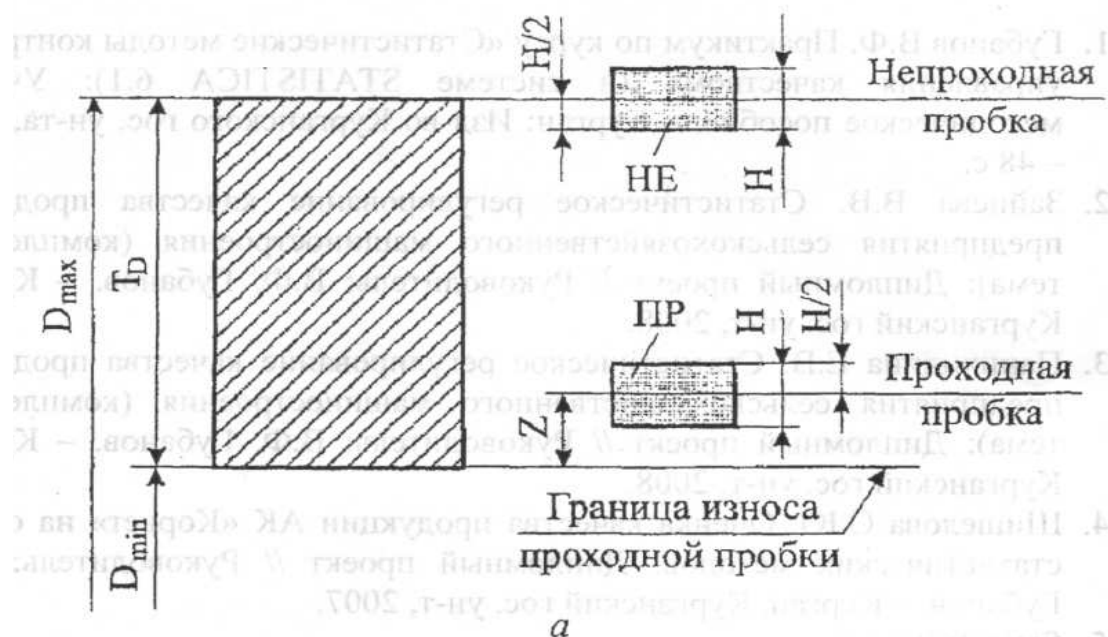


Рисунок 13 – Схема расположения полей допусков гладких калибров для контроля отверстий с допуском изготовления по IT9 – IT17

Как видно из рисунка 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 $\varnothing 60E9$.

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 60мм и 9-го качества определяем числовые значения отклонений и допусков гладкого калибра-пробки:

$H = 5$ мкм; $Y = 0$; $Z = 13$ мкм.

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

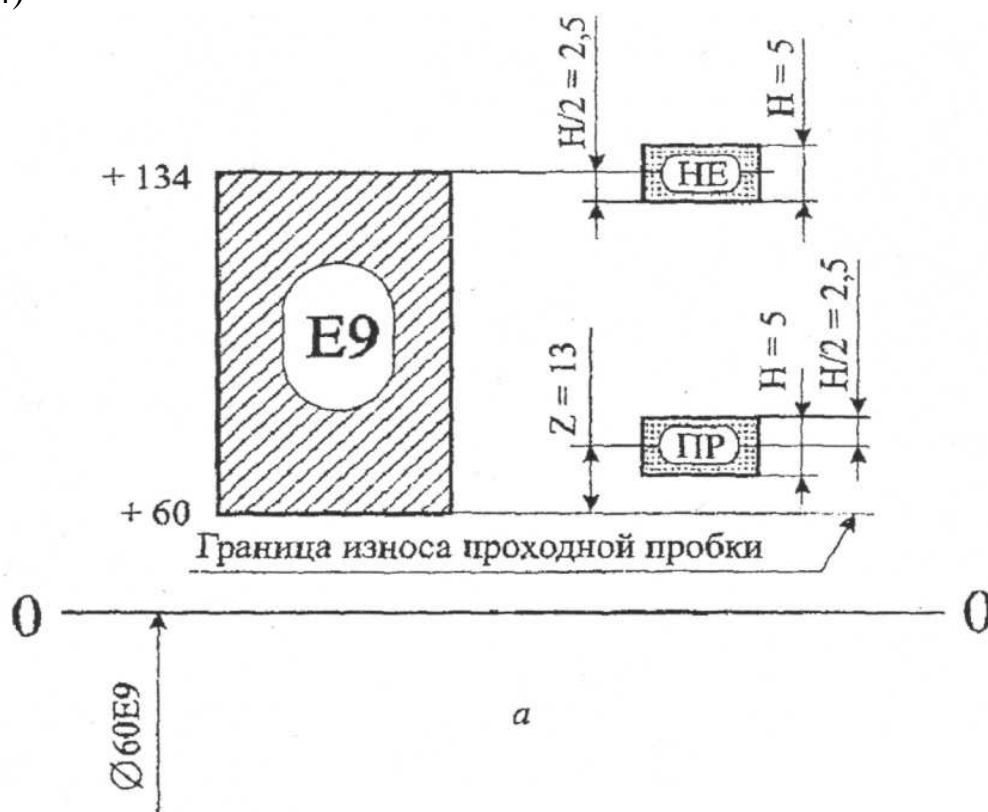


Рисунок 14 – Расположение полей допусков гладких калибров для контроля отверстия $\varnothing 60E9$

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

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

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

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

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 HE 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 (рисунок 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).

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. – М.: Высш. шк., 1988.-128с.
- 2 Скуратов Д.Л., Трусов В.Н. Измерение геометрических параметров деталей на рычажно–механических и оптико–механических приборах: Метод. указания . – Самара: Самар.гос.аэрокосм.ун-т, 2005. – 30 с.
- 3 Пахоменко А.Н, Романова О.Г. Измерение гладких деталей относительным методом: Метод указания. – Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2005.-13 с.
- 4 Никитин В.А., Бойко С.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. – Оренбург: Оренбургский гос.ун-т, 2004.-396 с.
- 5 Радкевич Я.М., Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высш.шк., 2006.-800 с.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Кафедра ССиУК

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-ми величин отклонений, (ΔX), мкм	Размер блока концевых мер (А), мм	Действительный размер калибра (Х), 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-ми величин отклонений, (ΔX), мкм	Размер блока концевых мер (А), мм	Действительный размер калибра (Х), мм
	1	2	3	4			
Продольное							
Поперечное							

4. Схема расположения полей допусков калибров

5. Расчеты исполнительных размеров калибров

6. Заключение о годности калибров

Преподаватель _____

Орлов Валерий Николаевич
Марфицын Валерий Владимирович

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

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплинам: «Взаимозаменяемость», «Методы и средства измерений,
испытаний и контроля», «Метрология, стандартизация и сертификация» для
студентов специальностей:
200503, 151001, 151002, 190201, 190202, 190603, 190601, 280101, 190702

Редактор Н.М. Устюсова

Подписано к печати	Формат 60×84 1/16	Бумага тип №1
Печать трафаретная	Усл.печ.л.	Уч.-изд.л.
Заказ	Тираж	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г.Курган, ул.Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.