

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Стандартизация, сертификация и управление качеством»

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
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)

Составил: канд. техн. наук, доцент П.А. Гудков

Составлены на основы переработанных и дополненных методических указаний к выполнению лабораторной работы «Плоскопараллельные концевые меры длины» / П.А. Гудков. – Курган: КМИ, 1984.-18с.

Утверждены на заседании кафедры «5» июня 2009 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«3» декабря 2009 г.

Содержание

Введение	4
1 Цель работы	4
2 Перечень необходимого лабораторного оборудования для выполнения работы	4
3 Плоскопараллельные концевые меры длины	4
4 Составление блока концевых мер	6
5 Калибры гладких валов и отверстий	7
6 Измерение концевыми мерами размеров калибра-скобы	9
7 Установка гладких регулируемых скоб на размер по концевым мерам	11
8 Принадлежности к концевым мерам длины	11
9 Последовательность выполнения работы	13
Список литературы.....	15
Приложение	16

ВВЕДЕНИЕ

Единство измерений обеспечивается установлением единиц измерений, разработкой эталонов единиц и передачей размера единиц рабочим измерительным средствам. Сеть государственных и ведомственных метрологических органов и их деятельность, направленная на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений в стране, составляет метрологическую службу. Плоскопараллельные концевые меры длины являются наиболее точным средством измерения длины в машиностроении. В России принята международная система единиц СИ, в которой основной единицей длины является метр. От Государственного эталона размер единицы длины передаётся эталонам-копиям и эталонам сравнения, а затем рабочим эталонам. Основными средствами измерения для передачи размера единицы от эталонов к изделию являются плоскопараллельные концевые меры.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

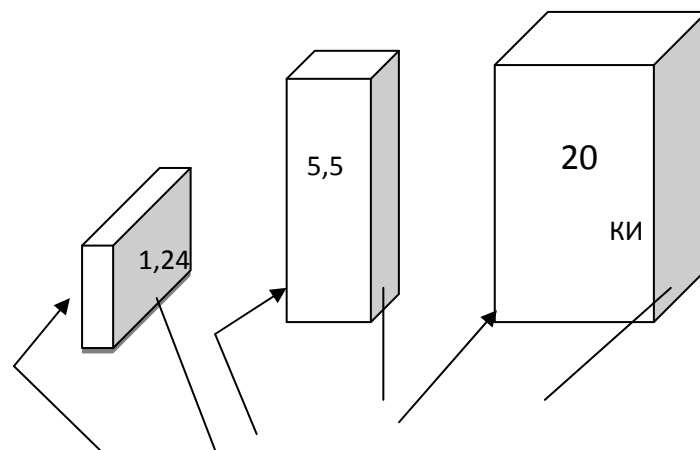
Ознакомить студентов с эксплуатационными и метрологическими характеристиками плоскопараллельных концевых мер длины, привить навыки в обращении с ними и закрепить полученные на лекциях основные понятия о Единой системе допусков и посадок СЭВ.

2 ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Набор плоскопараллельных концевых мер длины.
- 2 Набор принадлежностей к концевым мерам длины.
- 3 Авиационный бензин, обтирочный материал.
- 4 Калибры гладких валов и отверстий.
- 5 Контролируемые изделия.

3 ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Плоскопараллельной концевой мерой длины называется мера в виде бруска прямоугольного сечения с двумя плоскими взаимнопараллельными измерительными поверхностями (рисунок 1).



измерительные поверхности

Рисунок 1 – Концевые меры длины

Концевые меры длины служат для передачи размера от рабочего эталона единицы длины до изделия и применяются для проверки точности измерительных инструментов и приборов, для установки на нуль показаний их шкал при сравнительном методе измерения, для проверки и установки на размер калибров, при измерении и разметке точных изделий, при наладке станков, приспособлений и т.п.

Концевые меры характеризуются длиной и отклонением от плоскопараллельности. Длина концевой меры (в любой точке) - длина перпендикуляра, опущенного из данной точки измерительной поверхности меры на противоположную или на плоскость вспомогательной пластины, к которой мера притерта другой измерительной поверхностью. Отклонение от плоскопараллельности концевой меры – разность между её наибольшей и наименьшей длинами.

Концевые меры изготавливаются разных длин от 0,1 до 1000 мм с градациями (разность размеров) 0,001; 0,005; 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 10; 25; 50; 100 мм. На каждой концевой мере указана её номинальная длина. Меры разных длин комплектуются в наборы.

По точности изготовления (в зависимости от допускаемых отклонений длины от номинального значения и от плоскопараллельности) концевые меры делятся на пять классов точности: 00 (по специальному заказу); 0; 1; 2; 3. Для мер, находящихся в эксплуатации, установлены дополнительные классы 4 и 5. В зависимости от допускаемой погрешности измерения концевые меры (при их аттестации) делятся на пять разрядов: 1; 2; 3; 4 и 5.

Если концевые меры применяются по классам, то за размер меры принимается её номинальная длина, указанная на самой мере, а если по разрядам - действительная её длина, указанная в аттестате с точностью до десятых и сотых долей микрометра.

Измерительные (рабочие) поверхности концевых мер тщательно доведены и обладают свойством притираться, т.е. прочно сцепляться друг с другом при надвигании с небольшим усилием одной меры на другую. Притираемость мер объясняется их молекулярным притяжением при наличии

тонкой масляной пленки толщиной не более 0,02 мкм. Это свойство концевых мер позволяет составлять из них блоки разных размеров.

4 СОСТАВЛЕНИЕ БЛОКА КОНЦЕВЫХ МЕР

Концевые меры длины выпускаются наборами, которые обеспечивают составление блока мер любого размера до третьего десятичного знака. В наборы, кроме основных мер, входят так называемые защитные меры из твердого сплава, которые притираются к блоку всегда одной стороной и служат для защиты основных мер блока от износа и повреждений. Длины защитных мер следует учитывать при подсчете общей длины блока. Защитные меры используют, как правило, в производственных условиях.

Блок должен состоять из возможно меньшего количества концевых мер (не более 4-5). Входящие в блок требуемого размера меры подбирают так, чтобы длина первой меры содержала последний или два последних знака размера блока, длина второй меры - последние знаки остатка и т.д.

Например, требуется составить блок размером 28,785 мм:

длина 1-й меры 1,005

остаток 27,778 мм

длина 2-й меры 1,28

остаток 26,5 мм

длина 3-й меры 6,5

остаток (длина 4-й меры) 20,0 мм

Из другого набора мер (где нет меры длиной 1,28 мм) выбирают меры длинами 1,005; 1,08; 7,5 и 20 мм.

Меры очищают от смазки, тщательно промывают бензином (протирают салфеткой, смоченной бензином), насухо протирают чистой салфеткой и притирают в блок.

Сначала притирают друг к другу концевые меры малых длин. Меры накладывают одну на другую своими измерительными рабочими поверхностями примерно на треть длинной стороны меры (рисунок 2), плотно прижимая, надвигают меру вдоль длинного ребра до полного сцепления мер. Собранный блок аналогично притирают к мере среднего размера и т.д.

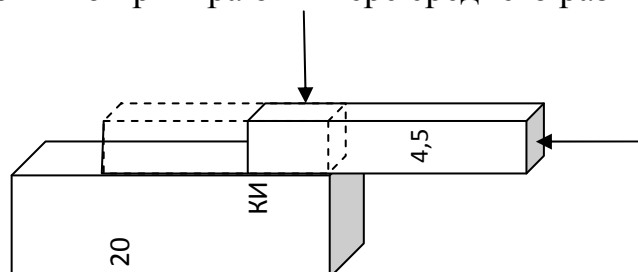


Рисунок 2 – Составление блока мер

После окончания работы с блоком его следует разобрать, меры промыть бензином, протереть чистой сухой салфеткой и уложить в соответствующие гнезда ящика набора.

Концевые меры требуют исключительно осторожного и бережного обращения с ними. Малейшие повреждения, царапины, забоины, следы коррозии и прочие дефекты лишают меры свойства притираться.

Для избежания излишней промывки концевых мер и оцарапывания их измерительных поверхностей необходимо:

- не притирать измерительные (зеркальные) поверхности концевых мер к нерабочим (матовым) поверхностям;
- не касаться измерительных поверхностей промытых концевых мер руками, а только через чистую салфетку;
- не класть меры друг на друга и не ударять их о металлические предметы;
- промытые концевые меры класть на стол на чистый лист бумаги или чистую салфетку; меры длиной свыше 5,5 мм класть на стол нерабочими поверхностями.

5 КАЛИБРЫ ГЛАДКИХ ВАЛОВ И ОТВЕРСТИЙ

Для контроля размеров валов применяют предельные калибры-скобы, а размеров отверстий – продольные калибры-пробки. Условные обозначения гладких калибров: Р-ПР (Р-НЕ) - рабочий проходной (непроходной).

Жесткие двухпредельные калибры-скобы, предназначенные для контроля валов с допуском по качеству 7 и выше, выпускаются двух основных типов: листовые двусторонние (рисунок 3,а); листовые штампованные односторонние (рисунок 3,б).

Регулируемые для диаметров 0-340 мм (рисунок 3, в) скобы имеют неподвижные пятки 2, запрессованные в корпусе 1, и подвижные пятки 3, которые при установке на размер с помощью концевых мер длины перемещают винтами 4 и зажимают винтами 5.

Калибры-пробки гладкие выпускаются восьми типов. Некоторые из них показаны на рисунке 3: двухсторонние с вставками 1 и 3, насаженными коническими хвостовиками на ручку 2 (рисунок 3,г); однопредельные с насадкой 4, крепящейся на ручке винтами (рисунок 3,д); однопредельные с неполной насадкой 5 и коническим хвостовиком 6 (рисунок 3).

При контроле проходные калибры должны свободно проходить в изделие под действием собственной силы тяжести, а непроходные не должны входить в изделие более чем на длину фасок.

Размеры рабочих скоб проверяют концевыми мерами длины и контрольными калибрами. Размеры рабочих и контрольных пробок измеряют универсальными приборами, например оптиметрами. Измерения осуществляют в трех равномерно распределенных вдоль оси калибра сечениях. В каждом

сечении выполняют два измерения в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

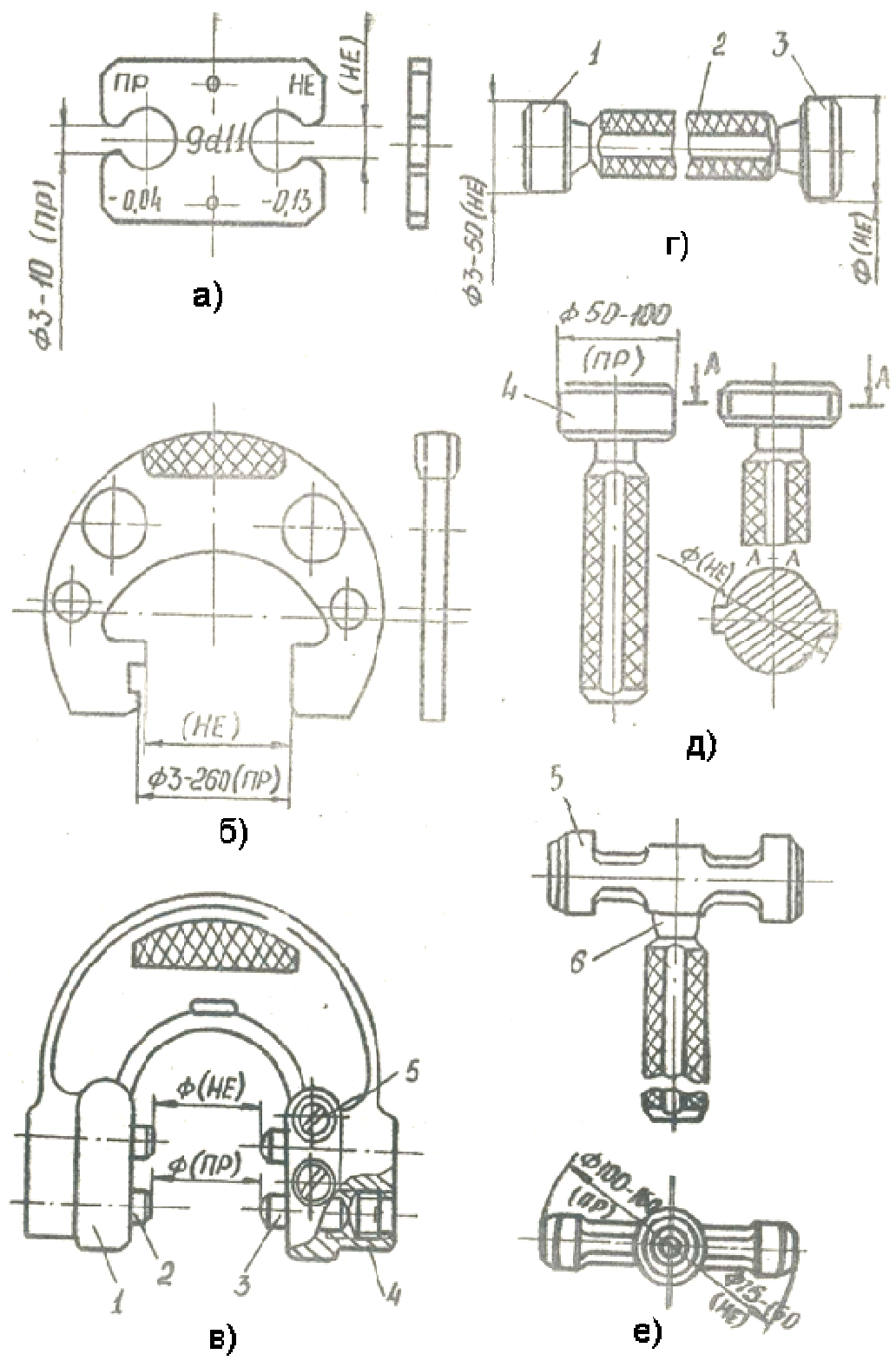


Рисунок 3 – Калибры для контроля размеров валов и отверстий

**Таблица 1 – Допуски и отклонения калибров для контроля валов
(наружных размеров)**

Квалитеты допусков изделий	Обозначение	Интервалы							
		Св.3 до 6	Св.6 до 10	Св. 10 до 18	Св.18 до 30	Св.30 до 50	Св.50 до 80	Св. 80 до 120	
		Размеры, мкм							
6 и 7	Z ₁	2	2	2,5	3	3,5	4	5	
	Y ₁	1,5	1,5	2	3	3	3	4	
	H ₁	2,5	2,5	3	4	4	5	6	
	H _p	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	
8	Z ₁	3	3	4	5	6	7	8	
	Y ₁	3	3	4	4	5	5	6	
	H ₁	4	4	5	6	7	8	10	
	H _p	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	
9 и 10	Z ₁	6	7	8	9	11	15	15	
	Y ₁	0	0	0	0	0	0	0	
	H ₁	4	4	5	6	7	8	10	
	H _p	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	
11 и 12	Z ₁	12	14	16	19	22	25	28	
	Y ₁	0	0	0	0	0	0	0	
	H ₁	5	6	8	9	11	13	15	
	H _p	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	
13 и 14	Z ₁	24	28	32	36	42	46	54	
	Y ₁	0	0	0	0	0	0	0	
	H ₁	12	15	13	21	25	30	35	
	H _p	2,5	2,5	3	4	4	5	6	

Z₁ – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;
Y₁ – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия;
H₁ – допуск на изготовление калибров для вала;
H_p – допуск на изготовление контрольного калибра для скобы.

6 ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕВЫМИ МЕРАМИ РАЗМЕРОВ КАЛИБРА-СКОБЫ

Номинальные размеры проходной ПР и непроходной НЕ сторон калибра-скобы (рисунок 3, а) равны предельным (d_{max} и d_{min} соответственно) размерам проверяемой детали и определяются как сумма номинального размера проверяемой детали, указанного в центре скобы, и величин предельных отклонений размеров детали от этого номинального размера (с учетом знака), которые указаны у соответствующих сторон скобы. Например, по рисунку 3,а:

$$ПР_{НОМ} = 9 - 0,04 = 8,96 \text{ мм}$$

$$НЕ_{НОМ} = 9 - 0,13 = 8,87 \text{ мм}$$

7 УСТАНОВКА ГЛАДКИХ РЕГУЛИРУЕМЫХ СКОБ НА РАЗМЕР ПО КОНЦЕВЫМ МЕРАМ

Регулируемые предельные гладкие скобы (рисунок 3, в) путем перемещения пяток 3 можно установить на требуемый размер в пределах определенного интервала. Для того чтобы установить регулируемую скобу на определенный размер, например на размер 9d11, следует прежде всего выбрать скобу с соответствующим интервалом измерений. При отсутствии готовых контрольных шайб требуемого размера подсчитывают размеры контрольных калибров К-ПР, К-И и К-НЕ, по которым должна устанавливаться скоба. При подсчете следует брать среднее из верхнего и нижнего отклонений контрольных калибров.

Для приведенного размера 9d11 размеры контрольных калибров по данным СТ СЭВ157-75 (таблица 1) на основе рисунка 4 будут следующие:

$$\text{К-ПР} = 8,96 - 0,014 = 8,846 \text{ мм}$$

$$\text{К-И} = 8,96 \text{ мм}$$

$$\text{К-НЕ} = 8,87 \text{ мм}$$

По подсчитанным размерам следует собрать соответствующие блоки концевых мер, округляя полученные значения до третьего десятичного знака.

По блоку К-ПР устанавливают наружные пятки проходной стороны скобы (рисунок 3, в), и он для них является проходным.

По блоку К-НЕ устанавливают внутренние пятки непроходной стороны скобы, и он для них также является проходным.

Блок К-И является при установке контрольным, непроходным для наружных пяток проходной стороны скобы.

Установленные пятки закрепляют при помощи винтов 5 (рисунок 3, в).

8 ПРИНАДЛЕЖНОСТИ К КОНЦЕВЫМ МЕРАМ ДЛИНЫ

Наборы принадлежностей к концевым мерам длины позволяют с помощью плоскопараллельных концевых мер осуществлять проверку наружных и внутренних размеров изделий, разметочные работы, проверку прямолинейности, неплоскостности. В наборы (рисунок 5) входят державки 1 для крепления блоков мер 7 с плоскопараллельными 2, радиусными 3, центровыми 4 и чертильными 5 боковиками; лекальная линейка 6. При составлении блока мер с радиусными боковиками для внутренних измерений необходимо учитывать размер h (рисунок 5, б), немаркированный на боковиках. Радиусные боковики изготавливают с высотой h : 2,5; 5; 10; 15; 20 мм. При использовании боковиков для измерения внутренних размеров необходимо руководствоваться следующим: боковики с высотой 2,5 мм применяют для измерения отверстий диаметром 4 - 11 мм, боковики с высотой 5 мм - для отверстий 10 - 20 мм, боковики с высотой 10 мм - для отверстий 20 - 30 мм, боковики с высотой 15 мм - для отверстий 30 - 40 мм, боковики с высотой 20 мм - для отверстий 40 мм и выше.

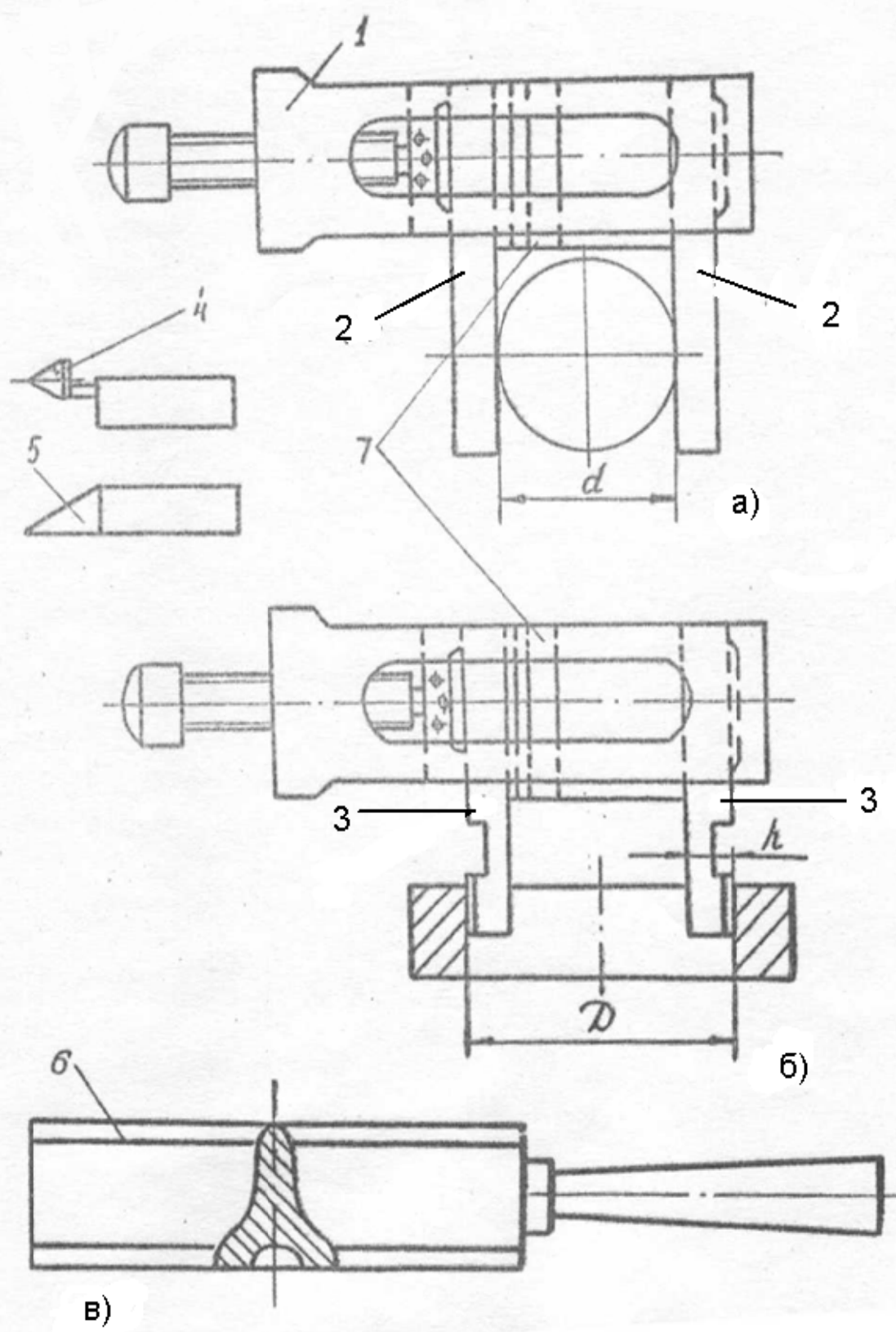


Рисунок 5 – Принадлежности к концевым мерам длины

9 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с руководством к лабораторной работе.
- 2 Ознакомиться с концевыми мерами длины и принадлежностями к ним.
- 3 Записать в бланк отчета данные о применяемых концевых мерах (завод-изготовитель, номер набора, класс и разряд).
- 4 Измерить концевыми мерами размеры калибра-скобы.
 - 4.1 Выполнить в бланке отчета эскиз скобы с указанием ее маркировки и проверяемых размеров.
 - 4.2 Рассчитать номинальные размены проходной и непроходной сторон скобы. Набрать по таблице 1 значения отклонений Z_1 и Y_1 и допуска H_1 калибра. Выполнить схему полей допусков сторон калибра-скобы с указанием номинальных размеров и предельных отклонений. Определить по формулам и вписать в бланк отчета предельные допустимые размеры проходной и непроходной сторон и границу износа проходной стороны скобы. Указать на эскизе скобы исполнительные размеры сторон скобы. Такими размерами являются наименьшие предельные размеры сторон скобы с одним положительным верхним отклонением, равным допуску на изготовление калибра.
 - 4.3 Измерить проходную сторону скобы:
 - определить длины отдельных концевых мер, входящих в блок, размер которого равен наибольшему предельному размеру проходной стороны новой скобы с точностью до 0,01 мм;
 - выбрать из набора меры требуемых длин. Меры очистить от смазки, протереть салфеткой, смоченной бензином, насухо протереть чистой салфеткой и притереть в блок;
 - ввести блок между измерительными поверхностями проходной стороны скобы. Если блок не входит в скобу, входит туго или свободно, необходимо пересоставить блок, уменьшая или увеличивая его размер сначала на 0,01, а затем на 0,005 мм, добиваясь плавного и плотного перемещения блока в скобе;
 - записать в бланк отчета результат измерения, т.е. размер (суммарное значение) блока концевых мер и номинальные значения отдельных мер, входящих в блок.
 - 4.4 Аналогично измерить непроходную сторону скобы.
 - 4.5 Показать результаты измерения преподавателю.
 - 4.6 Разобрать блоки концевых мер. Меры протереть салфеткой и уложить в соответствующие гнезда ящика набора.
 - 4.7 Дать заключение о годности проходной и непроходной сторон скобы, сравнивая действительные (измеренные) размеры скобы с предельными допустимыми стандартными их знаменами.
- 5 Установить регулируемую скобу на заданный размер по концевым мерам.

5.1 Выбрать по таблице 1 значения отклонений Z_1 и Y_1 допусков H_1 и H_p калибров. Построить схему расположения полей допусков детали и гладких калибров к ней. Рассчитать средние значения контрольных калибров К-ПР, К - И, К-НЕ и записать их в бланк отчета.

5.2 Определить проходную сторону скобы на размер:

-определить длины концевых мер, входящих в блок, размер которого равен среднему значению контрольного проходного калибра;

-определить длины концевых мер, входящих в блок, размер которого равен среднему значению контрольного изношенного калибра;

- выбрать из набора меры требуемых длин. Меры очистить от смазки, протереть салфеткой, смоченной бензином, насухо протереть чистой салфеткой и притереть в блок;

-ввести блок К-ПР между пятками проходной стороны регулируемой скобы, перемещением пятки 3 с помощью винта 4 добиться плавного и плотного перемещения блока в скобе; зажать винты 5 (рисунок 3,в) и вынуть блок из скобы;

-ввести блок К-И между пятками проходной стороны регулируемой скобы, если блок не входит в скобу, то проходная сторона установлена на размер верно;

-записать в бланк отчета размеры концевых мер, входящих в блоки;

-разобрать блоки концевых мер. Меры протереть салфеткой и уложить в соответствующие гнезда ящика набора.

5.3 Аналогично установить непроходную сторону скобы на размер.

6 Составить блоки концевых мер для измерения вала и отверстия заданных диаметров.

6.1 Рассчитать на бумаге, из каких мер может быть составлен блок заданного размера. При этом добиться минимально возможного количества мер в блоке.

6.2 Выбрать из набора меры требуемых длин. Меры очистить от смазки, протереть салфеткой, смоченной бензином, насухо протереть чистой салфеткой и притереть в блоки.

6.3 Составить блок мер для измерения вала (рисунок 5,а): плоскопараллельные боковики притереть с двух сторон к блоку, все закрепить в державке. Показать собранный блок преподавателю.

6.4 Составить блок мер для измерения отверстия (рисунок 5,б): радиусные боковики притираются с двух сторон к блоку, при этом овальные стороны боковиков должны выступать наружу от блока. Затем блок закрепить в державке.

6.5 Записать в бланк отчета номинальные значения концевых мер, входящих в блоки.

6.6 Разобрать блоки. Все используемые меры протереть, смазать и сложить в соответствующие гнезда ящика набора.

6.7 Составить отчет по лабораторной работе с указанием даты выполнения, индекса группы и фамилий исполнителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ 9038-90 Меры длины концевые плоскопараллельные. Основные параметры. Технические требования.

2 ГОСТ 4119-76 Наборы принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам длины. Основные параметры и размеры. Технические требования.

3 ГОСТ 24853-81 Калибры гладкие для размеров до 500мм. Допуски.

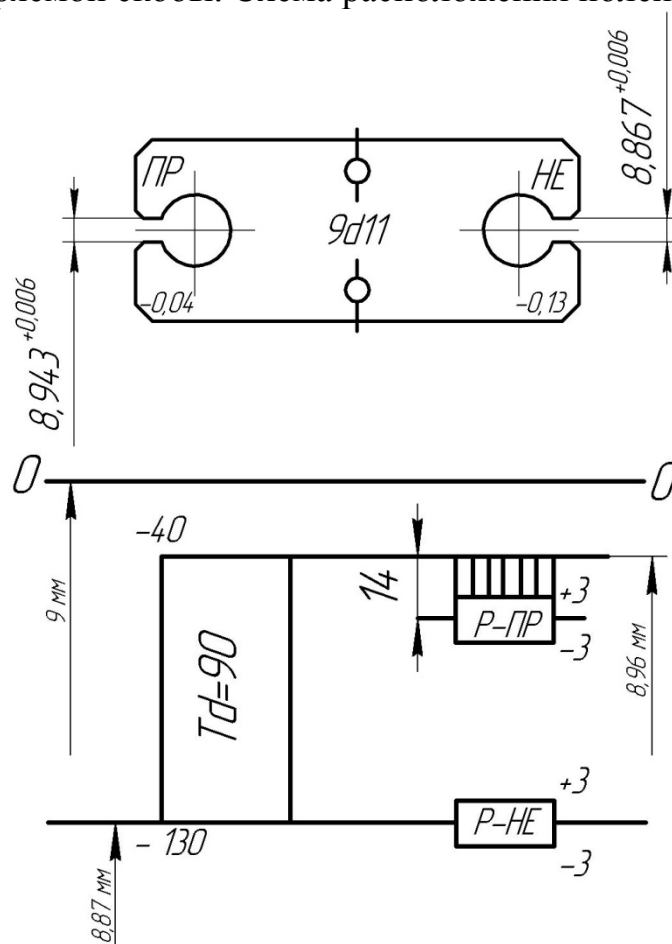
4 Зябрева Н.Н., Шегал М.Я. Лабораторные занятия по курсу «Основы взаимозаменяемости и технических измерений».- М.: Машиностроение, 1966.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ОТЧЕТ
по лабораторной работе
«Плоскопараллельные концевые меры длины»

Данные о применяемых концевых мерах

Завод-изготовитель	Номер набора	Класс	Разряд
«КИ»	№1	3	3

ЗАДАНИЕ. Измерить концевыми мерами размеры калибра-скобы. Эскиз измеряемой скобы. Схема расположения полей допусков.



Предельные и исполнительные размеры проходной и непроходной сторон и граница износа проходной стороны скобы:

$ПР_{\max} = 8,949$ мм, $ПР_{\min} = 8,943$ мм, $ПР_{\text{изм}} = 8,96$ мм, $НЕ_{\max} = 8,873$ мм, $НЕ_{\min} = 8,867$ мм, $ПР_{\text{исп}} = 8,943^{+0,006}$, $НЕ_{\text{исп}} = 8,867^{+0,006}$.

Размеры концевых мер, входящих в блоки при измерении проходной и непроходной сторон скобы.

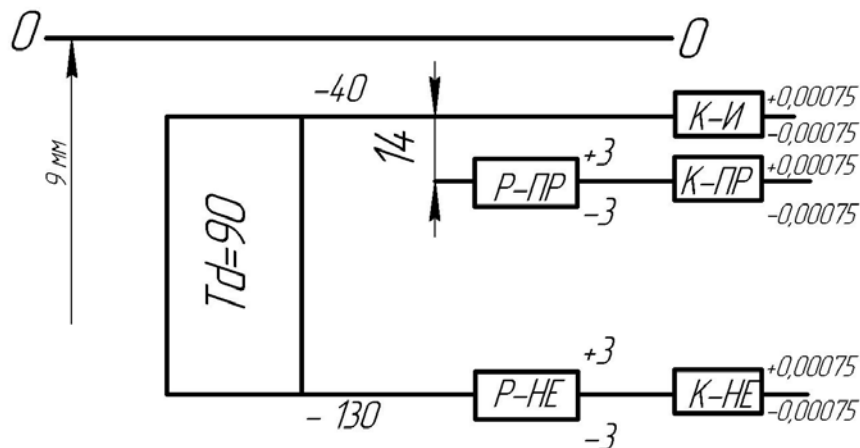
Наименование блока	Размеры концевых мер, мм					Размер блока, мм
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	
Р-ПР	1,005	1,44	1,5	5	-	8,945
Р-НЕ	1,37	2,5	5	-	-	8,87

Заключение о годности проходной и непроходной сторон скобы:
измеряемая скоба годна.

ЗАДАНИЕ. Установить регулируемую скобу (проходную и непроходную стороны) для проверки вала размером $\varnothing 9d11 \begin{pmatrix} -0,04 \\ -0,13 \end{pmatrix}$.

Схема расположения полей допусков детали и гладких калибров к ней

$Z_1=14\text{мкм}$
 $Y_1=0\text{ мкм}$
 $H_1=6\text{ мкм}$
 $H_p=1,5\text{ мкм}$



Средние значения контрольных калибров, мм

К-ПР	К-И	К-НЕ
8,846	8,96	8,87

Размеры концевых мер, входящих в блоки для установки скобы

Наименование блока	Размеры концевых мер, мм				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
К-ПР	1,005	1,34	6,5	-	-
К-И	1,46	7,5	-	-	-
К-НЕ	1,37	7,5	-	-	-

ЗАДАНИЕ. Составить блоки концевых мер для измерения отверстия и вала.

Измерить вал $\varnothing 45,785\text{ мм}$.

Измерить отверстие $\varnothing 86,995\text{ мм}$.

Размеры концевых мер, входящих в блоки, и размеры боковиков.

Наименование блока	Размеры концевых мер, мм					Боковики	
	1-й		1-й		1-й	1	2
Блок для измерения отверстия 86,995 мм	1,005	1,49	4,5	40	-	20	20
Блок для измерения вала 45,785 мм	1,005	1,28	3,5	40	-	10	10

Группа: _____

Фамилии исполнителей: _____

Дата выполнения: _____

Павел Александрович Гудков

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
200503, 151001, 151002, 190201, 190202, 190603, 190601, 280101, 190702

Редактор Н.Л. Попова

Подписано к печати	Формат 60×84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 1,25	Уч.-изд.л.1,25
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

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