

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени С. П. КОРОЛЕВА

---

# КОНТРОЛЬ ГЛАДКИХ КАЛИБРОВ НА МИНИМЕТРЕ И ОПТИМЕТРЕ

Методические указания

Утверждено редакционным советом института в качестве методических указаний к проведению лабораторной работы

КУЙБЫШЕВ 1983

Описана конструкция гладких калибров, рассмотрена схема расположения полей допусков на их изготовление и износ. Приведен пример расчета исполнительных размеров калибров. Дано описание работы микрометра и оптиметра. Изложена методика контроля гладких калибров.

Методические указания предназначены для студентов всех факультетов, выполняющих лабораторные работы по курсу «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения»

Разработал Ф. П. Урывский

Рецензенты: А. В. Тарасов, Б. А. Кравченко

# КОНТРОЛЬ ГЛАДКИХ КАЛИБРОВ НА МИНИМЕТРЕ И ОПТИМЕТРЕ

Цель работы: ознакомление с устройством и принципом работы миниметра и вертикального оптиметра; освоение метода расчета предельных и исполнительных размеров гладких калибров; контроль действительных размеров калибров.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

### 1. Типы и конструкции калибров

Годность деталей, особенно при массовом и крупносерийном производствах, наиболее часто проверяют предельными калибрами.

Калибры — это бесшкальные измерительные инструменты, с помощью которых производится проверка размеров, формы и расположения поверхностей деталей. Их применяют для ручного контроля и широко — в автоматических средствах контроля деталей.

Для контроля отверстий применяются калибры-пробки (рис. 1). Номинальным размером проходной стороны П-ПР является наименьший предельный размер отверстия, непроходной стороны Р-НЕ — наибольший предельный размер от-

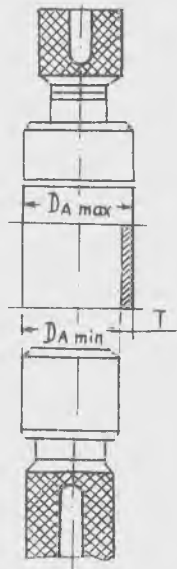


Рис. 1. Размеры предельных пробок

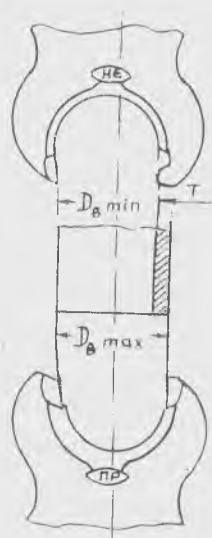


Рис. 2. Размеры предельных скоб

верстия. Деталь считается годной, если проходная сторона калибра проходит под действием собственной массы, а непроходная — не проходит.

Для контроля размеров валов применяют калибры-скобы (рис. 2). Номинальным размером проходной скобы Р-ПР является наибольший предельный размер вала, непроходной стороны Р-НЕ — наименьший предельный размер вала. Вал считается годным, если он проходит в проходную сторону скобы и не проходит в непроходную.

По назначению калибры разделяют на рабочие и контрольные.

Рабочие калибры применяются для проверки размеров детали.

Контрольные калибры (К-РН, К-НЕ, К-И) предназначаются для контроля размеров рабочих скоб в процессе их

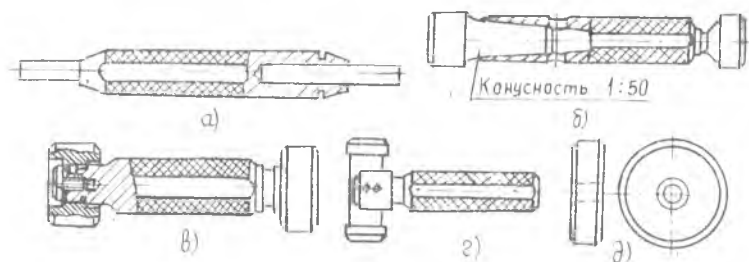


Рис. 3. Калибры для отверстий и контркалибры к скобам: а — пробка двусторонняя с цилиндрическими вставками (проволочками) от 1 до 3 мм; б — пробка со вставками с коническим хвостовиком от 1 до 50 мм; в — пробка с насадками от 30 до 100 мм; г — пробка неполная от 50 до 150 мм с ручкой; д — контркалибр для скоб (шайба полная) от 18 до 100 мм

изготовления и эксплуатации, а также для установки регулируемых скоб на размер: калибр К-РП применяется для контроля рабочей проходной скобы; К-Не — для контроля непроходной скобы

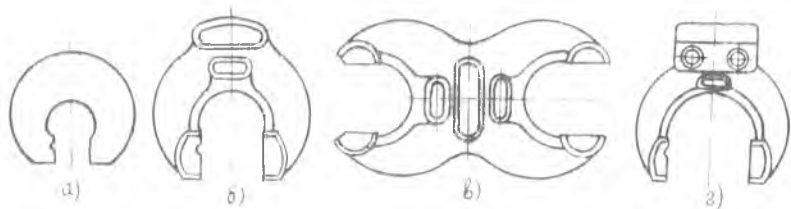


Рис. 4. Калибры для валов: а — скоба односторонняя от 1 до 180 мм; б — скоба штампованная односторонняя от 3 до 50 мм; в — скоба штампованная двусторонняя от 3 до 100 мм; г — скоба с ручкой штампованная односторонняя от 50 до 170 мм

при ее изготовлении (в годные скобы эти калибры должны входить под собственной массой); с помощью калибра К-И контролируется износ проходной скобы (скоба считается изношенной, если в нее входит калибр К-И).

Контрольные калибры для пробок не предусмотрены, так как контроль пробок в процессе изготовления и эксплуатации легко осуществляется с помощью универсальных приборов (оптиметр, миниметр и др.).

Основные типы калибров-пробок для контроля отверстий показаны на рис. 3. Конструкция калибров-скоб приведена на рис. 4.

## 2. Расположение полей допусков на рабочие и контрольные калибры

Допуски и отклонения калибров в зависимости от качества точности и номинального размера контролируемой детали установлены стандартом СТ СЭВ 157—75.

Для проходных калибров установлены два допуска (рис. 5 и 6): допуск на неточность изготовления калибра и допуск на износ. Положение поля допуска на неточность изготовления задается координатой  $z$  для калибров пробок и координатой  $z_1$  для калибров скоб. По этим координатам и величинам допусков калибров находят отклонения, определяющие границы их полей допусков.

Для непроходных калибров, которые в процессе контроля изнашиваются незначительно, устанавливается только допуск на неточность изготовления ( $H$ ), располагающийся симметрично относительно соответствующего предельного размера детали.

Предельный износ проходных калибров в качествах точности IT6—IT8 задается координатой  $y$  для пробок и координатой  $y_1$  — для скоб.

На рис. 5 приняты следующие обозначения:

$D$  — номинальный размер изделий;

$T$  — допуск на изделие;

$H$  — допуск на изготовление калибров для отверстия;

$H_1$  — допуск на изготовление калибров для вала;

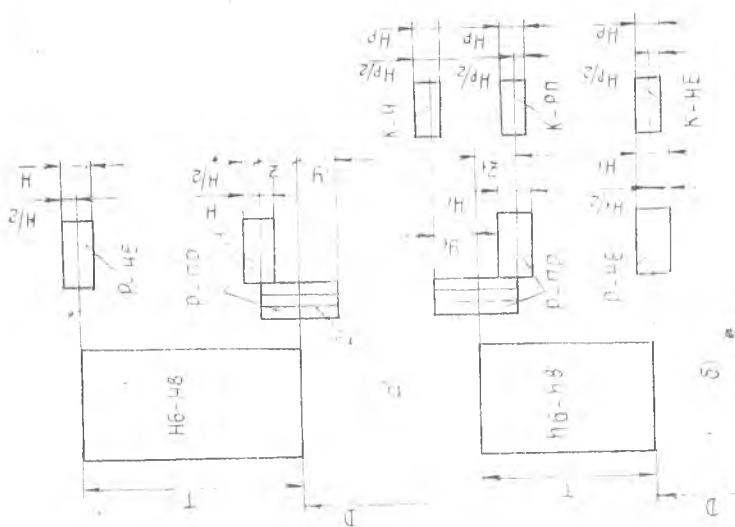
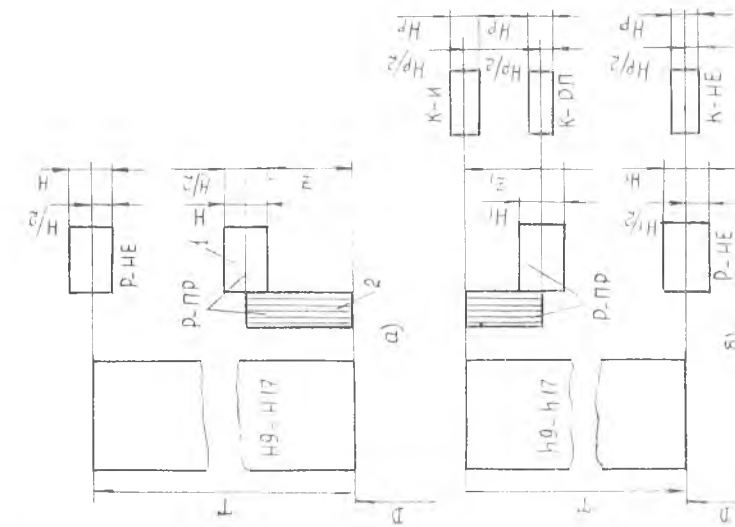
$H_p$  — допуск на изготовление контрольных калибров для скобы;

$z$  — отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;

$z_1$  — отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;

$y$  — допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

$y_1$  — допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия;



Гладкие нерегулируемые калибры должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 2015-69.

Измерительные детали калибров для отверстий должны изготавливаться из стали марки X по ГОСТ 5950-63 или ШХ15 по ГОСТ 801-60. Допускается изготовление измерительных деталей калибров из стали марки У10А или У12А по ГОСТ 1435-54, пробок с номинальным диаметром свыше 10 мм и измерительных деталей скоб из стали марки 15 или 20 по ГОСТ 1050-60. Допускается изготовление корпусов литых скоб из стали марки У8А, У10А или У12А по ГОСТ 1435-54.

Твердость измерительных поверхностей калибров должна быть в пределах  $HRC56 \dots 64$  (для инструментальных легированных сталей применяется закалка, для малоуглеродистых — цементация с последующей закалкой). Измерительные поверхности пробок всех типов для  $D_{ном}$  от 1 до 100 мм должны иметь износостойчивое покрытие.

Шероховатость измерительных поверхностей калибров должна соответствовать указанной в табл. 1.

Таблица 1

| Квалитет |               | $D_{ном}$ от 0,1<br>до 100 мм | $D_{ном}$ св. 100<br>до 360 мм |
|----------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|
| калибров | контркалибров | $Ra$ , мкм                    |                                |
| 5—6      | 6—8           | 0,04                          | 0,08                           |
| 6—8      | 10 и грубее   | 0,08                          |                                |
| 10—12    |               | 0,16                          | 0,16                           |

Калибры должны удовлетворять следующим основным требованиям: высокая точность изготовления, постоянство рабочих размеров во времени, высокая износостойкость (оснащение калибров твердым сплавом, термообработки) и антикоррозийность, обеспечение высокой производительности и удобства контроля деталей.

При маркировке на калибр наносят: номинальный размер детали, для контроля которого предназначен калибр; буквенное обозначение поля допуска изделия, величину предельных отклонений изделия в миллиметрах (на рабочих калибрах); тип калибра (Р-ПР, Р-НЕ, К-И) и товарный знак завода-изготовителя.

Размеры некоторых конструкций рабочих калибров приведены в табл. 2.

## ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1. Изучение. Конструкция и принцип работы миниметра

Миниметр — это рычажно-механический измерительный прибор, предназначенный для измерения по относительному методу. Схема миниметра представлена на рис. 7.

Конструкция миниметра основана на применении неравноплечего рычага. Малым плечом  $a$  является расстояние между подвижной 2 и неподвижной 4 ножевыми опорами, которые входят в V-образные вырезы составной призмы 3. Большим плечом является расстояние  $L$  от конца стрелки 8 до опорного ножа 4. Измерительный стержень 1 прибора через качающуюся опору 2 связан с призмой 3, которая может поворачиваться вокруг острия неподвижной опоры 4. При этом происходит поворот рамки 5 и связанной с ней стрелки 8 относительно шкалы 7. Измерительная сила создается пружиной 6, она равна 400 сН.

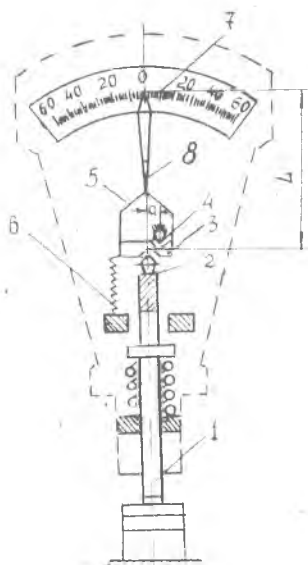


Рис. 7. Конструктивная схема миниметра

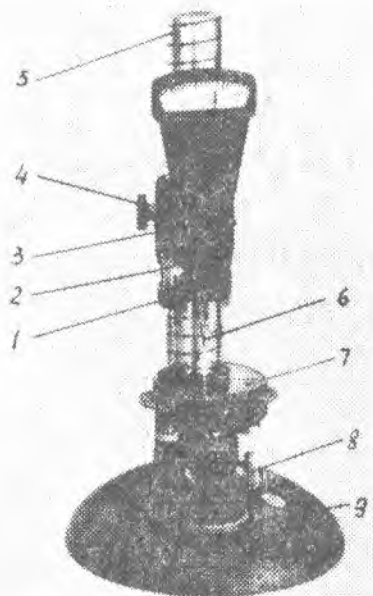


Рис. 8. Общий вид миниметра со стойкой

Передачное отношение или увеличение миниметра определяется по формуле  $K = L/a$ .

На рис. 8 представлен общий вид миниметра со стойкой. Головка миниметра закрепляется винтом 2 в кронштейне 3, кото-



Номинальный размер изделия, мм

| Калибр        | до 180                       |                  |                                           |                | свыше 180 до 500    |                        |                                           |                        |                     |
|---------------|------------------------------|------------------|-------------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------|---------------------|
|               | рабочий калибр               |                  | контрольный калибр                        |                | рабочий калибр      |                        | контрольный калибр                        |                        |                     |
|               | Размер                       | Допуск           | Размер                                    | Допуск         | Размер              | Допуск                 | Размер                                    | Допуск                 |                     |
| Для отверстий | Проходная сторона новая      | $D_{\min} + z$   | $\pm \frac{H}{2}$                         | —              | —                   | $D_{\min} + z$         | $\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$ | —                      | —                   |
|               | Проходная сторона изношенная | $D_{\min} - y$   | —                                         | —              | —                   | $D_{\min} - y + a$     | —                                         | —                      | —                   |
|               | Непроходная сторона          | $D_{\max}$       | $\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$ | —              | —                   | $D_{\max} - a$         | $\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$ | —                      | —                   |
| Для вала      | Проходная сторона новая      | $D_{\max} - z_1$ | $\pm \frac{H}{2}$                         | $D_{\max} - z$ | $\pm \frac{H_p}{2}$ | $D_{\max} - z_1$       | $\pm \frac{H_1}{2}$                       | $D_{\max} - z_1$       | $\pm \frac{H_p}{2}$ |
|               | Проходная сторона изношенная | $D_{\max} + y_1$ | —                                         | $D_{\max} + y$ | $\pm \frac{H_p}{2}$ | $D_{\max} + y_1 - z_1$ | —                                         | $D_{\min} + y_1 - z_1$ | $\pm \frac{H_p}{2}$ |
|               | Непроходная сторона          | $D_{\min}$       | $\pm \frac{H}{2}$                         | $D_{\min}$     | $\pm \frac{H_p}{2}$ | $D_{\min} + a_1$       | $\pm \frac{H}{2}$                         | $D_{\min} + z_1$       | $\pm \frac{H_p}{2}$ |

Примечание. При подсчете исполнительных размеров калибров (наибольших для отверстий и наименьших для валов) необходимо пользоваться следующим правилом округления: округление размеров рабочих калибров (наибольших для отверстий и наименьших для валов) для изделия квалитетов 15—17 следует производить до целого микрометра; для изделий квалитетов 6—14 и всех контрольных калибров их следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется; для изделий квалитетов 6—14 и всех контрольных калибров их следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, в сторону сокращения производственного допуска изделия.

рый может перемещаться по колонке 5 и крепится винтом 4. Установка прибора на нуль производится следующим образом: блок из концевых мер, собранный на необходимый размер, притирается к столику 7, при этом винт 8 должен быть ослаблен; после этого, вращая гайку 1, кронштейн опускают до соприкосновения измерительного наконечника 6 с верхней измерительной поверхностью блока, и в этом положении кронштейн закрепляют винтом 4. Точная установка стрелки прибора в нулевое положение производится гайкой 9, после чего столик закрепляется винтом 8.

Заменив блок плиток измеряемой деталью, по шкале определяют искомое отклонение  $\Delta X$ .

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

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

## 2. Изучение устройства и принципа работы вертикального оптиметра

В конструкции оптиметра используется сочетание принципов автоколлимации и оптического рычага. Принцип автоколлимации свойство объектива превращать пучок расходящихся лучей, исходящих из точечного источника света, расположенного в фокусе объектива, в пучок параллельных лучей, который после отражения зеркалом собирается в том же фокусе объектива.

Как видно из рис. 9, в фокальной плоскости объектива оптиметра расположена стеклянная пластина, на которой со смещением от-

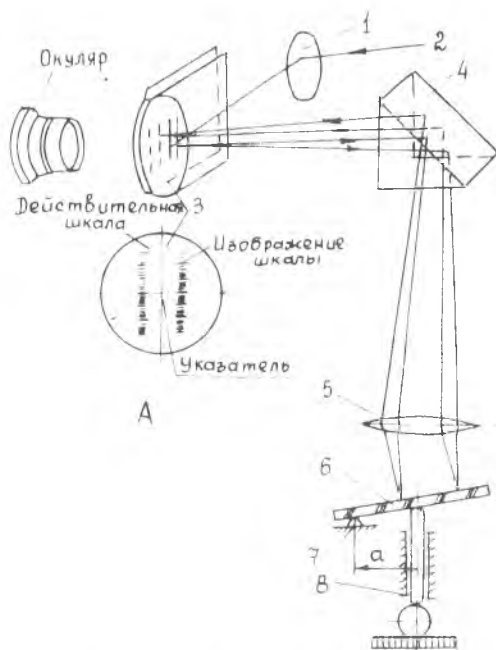


Рис. 9. Схема оптиметра

носителем главной оптической оси объектива нанесена шкала, освещаемая через плоскопараллельную призму 4 с помощью зеркала 1.

В соответствии с принципом автоколлимации изображение шкалы, отразившись от зеркала 6 и пройдя через линзу 5, возвратится в фокальную плоскость, но сместится по горизонтали относительно главной оптической оси в противоположную сторону. Это изображение шкалы мы и наблюдаем через окуляр оптиметра. Исходная шкала закрыта экраном и ее в поле зрения окуляра не видно, виден лишь указатель, соответствующий ее нулевому штриху.

Если плоскость зеркала 6 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 (вид А).

Если при измерении окажется, что размер детали отличается от размера блока плиток, то измерительный стержень 8 переместится вверх или вниз, зеркало при этом отклонится на некоторый угол  $\alpha$  (см. рис. 9) и изображение шкалы сместится по вертикали относительно указателя.

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

Для того чтобы преобразовать малые перемещения измерительного стержня в значительные перемещения изображения шкалы, в конструкции оптиметра используется принцип оптического рычага: малым плечом рычага является расстояние  $a$  от точки опоры качающегося зеркала 6 до оси измерительного стержня 8, большим — фокусное расстояние объектива  $F$ .

Оптиметры выпускаются с ценой деления 0,001 мм. Пределы измерения по шкале трубки оптиметра равны  $\pm 0,1$  мм. Измерительная сила составляет 200 сН.

### **3. Расчет размеров гладкой предельной пробки и ее измерение с помощью миниметра или оптиметра**

С учетом маркировки калибра определяется размер, посадка и качество детали, для контроля которой он предназначен, подсчитываются предельные размеры отверстия и исполнительные размеры калибра. Кроме того, для проходной пробки рассчитывается размер, соответствующий ее предельному износу.

На рис. 10 приведена схема расположения полей допусков рабочих калибров для отверстия (40Н7).

| Квалитеты<br>допусков<br>изделий | Объемная<br>часть | Интервалы размеров, мм |                 |                  |                   |                   |                   |                   |                    |                     |                     |                     |                     |                     |    | Допуск<br>на форму<br>квалитета |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                  |                   | до 3                   | свыше 3<br>до 6 | свыше 6<br>до 10 | свыше 10<br>до 18 | свыше 18<br>до 30 | свыше 30<br>до 50 | свыше 50<br>до 80 | свыше 80<br>до 120 | свыше 120<br>до 180 | свыше 180<br>до 250 | свыше 250<br>до 315 | свыше 315<br>до 400 | свыше 400<br>до 500 | 16 |                                 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6                                | $z$               | 1                      | 1,5             | 1,5              | 2                 | 2                 | 2,5               | 2,5               | 3                  | 4                   | 5                   | 6                   | 7                   | 8                   | 9  | 10                              | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |    |    |
|                                  | $y$               | 1                      | 1               | 1,5              | 1,5               | 2                 | 2                 | 2,5               | 3                  | 3                   | 4                   | 5                   | 6                   | 7                   | 8  | 9                               | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |    |
|                                  | $x, z_1$          | 0                      | 0               | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0  | 0                               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                                  | $z_1$             | 1,5                    | 2               | 2                | 2,5               | 3                 | 3                 | 3,5               | 4                  | 5                   | 6                   | 7                   | 8                   | 9                   | 10 | 11                              | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |    |
|                                  | $y_1$             | 1,5                    | 1,5             | 1,5              | 2                 | 3                 | 3                 | 3                 | 4                  | 4                   | 4                   | 5*                  | 6                   | 7                   | 8  | 9                               | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |    |
|                                  | $H, H_1$          | 1,2                    | 1,5             | 1,5              | 2                 | 2,5               | 3                 | 3                 | 4                  | 5                   | 6                   | 8                   | 10                  | 12                  | 13 | 15                              | 17 | 19 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 |
|                                  | $H_1$             | 2                      | 2,5             | 2,5              | 3                 | 4                 | 4                 | 4                 | 5                  | 6                   | 8                   | 10                  | 12                  | 15                  | 18 | 21                              | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 |
|                                  | $H_p$             | 0,8                    | 1               | 1                | 1,2               | 1,5               | 1,5               | 2                 | 2,5                | 3                   | 4                   | 5                   | 6                   | 8                   | 10 | 12                              | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 |
|                                  | $z, z_1$          | 1,5                    | 2               | 2                | 2,5               | 3                 | 3                 | 3,5               | 4                  | 5                   | 6                   | 7                   | 8                   | 9                   | 10 | 11                              | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|                                  | $y, y_1$          | 1,5                    | 1,5             | 1,5              | 2                 | 3                 | 3                 | 3                 | 3                  | 4                   | 4                   | 4                   | 4                   | 4                   | 4  | 4                               | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| 7                                | $z, z_1$          | 0                      | 0               | 0                | 0*                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0  | 0                               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |    |
|                                  | $H, H_1$          | 2                      | 2,5             | 2,5              | 3                 | 4                 | 4                 | 4                 | 5                  | 6                   | 8                   | 10                  | 12                  | 15                  | 18 | 21                              | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 |    |
|                                  | $H_1$             | —                      | —               | 1,5              | 2                 | 2,5               | 3                 | 3                 | 4                  | 5                   | 6                   | 8                   | 10                  | 12                  | 15 | 18                              | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 |    |
|                                  | $H_p$             | 0,8                    | 1               | 1                | 1,2               | 1,5               | 1,5               | 2                 | 2,5                | 3                   | 4                   | 5                   | 6                   | 8                   | 10 | 12                              | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 |    |
|                                  | $H_{p1}$          | —                      | —               | —                | —                 | —                 | —                 | —                 | —                  | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —  | —                               | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |    |
| 8                                | $z, z_1$          | 2                      | 3               | 3                | 4                 | 5                 | 6                 | 7                 | 8                  | 9                   | 12                  | 14                  | 16                  | 18                  | 20 | 22                              | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 |    |
|                                  | $y, y_1$          | 3                      | 3               | 3                | 4                 | 4                 | 5                 | 5                 | 6                  | 6                   | 7                   | 9                   | 9                   | 11                  | 12 | 13                              | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |    |
|                                  | $x, z_1$          | 0                      | 0               | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0  | 0                               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |    |
|                                  | $H$               | 2                      | 2,5             | 2,5              | 3                 | 4                 | 4                 | 4                 | 5                  | 6                   | 8                   | 10                  | 12                  | 15                  | 18 | 21                              | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 |    |
|                                  | $H_1$             | 3                      | 4               | 4                | 5                 | 6                 | 7                 | 7                 | 8                  | 10                  | 12                  | 14                  | 16                  | 18                  | 20 | 22                              | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 |    |
| $H_{p1}, H_p$                    | 1,2               | 1,5                    | 1,5             | 2                | 2,5               | 2,5               | 3                 | 4                 | 5                  | 6                   | 7                   | 8                   | 9                   | 10                  | 11 | 12                              | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |    |

| 1  | 2          | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8   | 9  | 10 | 11 | 12 | 13  | 14 | 15 | 16       |          |
|----|------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|----|----------|----------|
| 9  | $z, z_1$   | 5   | 6   | 7   | 8  | 9   | 11  | 13 | 15 | 18 | 21 | 24  | 28 | 32 |          |          |
|    | $y, y_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  |          |          |
|    | $a, a_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 4  | 6   | 7  | 9  |          |          |
|    | $H$        | 2   | 2,5 | 2,5 | 3  | 4   | 4   | 4  | 5  | 6  | 8  | 10  | 12 | 13 | 15       | $I_{T2}$ |
|    | $H_s, H_p$ | 3   | 4   | 4   | 5  | 6   | 7   | 7  | 8  | 10 | 12 | 14  | 16 | 18 | 20       | $I_{T3}$ |
|    |            | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8   | 9  | 10 | $I_{T1}$ |          |
| 10 | $z, z_1$   | 5   | 6   | 7   | 8  | 9   | 11  | 13 | 15 | 18 | 24 | ~27 | 32 | 37 |          |          |
|    | $y, y_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  |          |          |
|    | $a, a_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 7  | 9   | 11 | 14 |          |          |
|    | $H$        | 2   | 2,5 | 2,5 | 3  | 4   | 4   | 4  | 5  | 6  | 8  | 10  | 12 | 13 | 15       | $I_{T2}$ |
|    | $H_s, H_p$ | 3   | 4   | 4   | 5  | 6   | 7   | 7  | 8  | 10 | 12 | 14  | 16 | 18 | 20       | $I_{T3}$ |
|    |            | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8   | 9  | 10 | $I_{T1}$ |          |
| 11 | $z, z_1$   | 10  | 12  | 14  | 16 | 19  | 22  | 25 | 28 | 32 | 40 | 45  | 50 | 55 |          |          |
|    | $y, y_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  |          |          |
|    | $a, a_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 10 | 15  | 15 | 20 |          |          |
|    | $H, H_1$   | 4   | 5   | 6   | 8  | 9   | 11  | 13 | 15 | 18 | 20 | 23  | 25 | 27 | $I_{T4}$ |          |
|    | $H_s, H_p$ | —   | —   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8  | 10 | 12 | 14 | 16  | 18 | 20 | $I_{T3}$ |          |
|    |            | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8   | 9  | 10 | $I_{T1}$ |          |
| 12 | $z, z_1$   | 10  | 12  | 14  | 16 | 19  | 22  | 25 | 28 | 32 | 45 | 50  | 65 | 70 |          |          |
|    | $y, y_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  |          |          |
|    | $a, a_1$   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 15 | 20  | 30 | 35 |          |          |
|    | $H, H_1$   | 4   | 5   | 6   | 8  | 9   | 11  | 13 | 15 | 18 | 20 | 23  | 25 | 27 | $I_{T4}$ |          |
|    | $H_s, H_p$ | —   | —   | 4   | 5  | 6   | 7   | 8  | 10 | 12 | 14 | 16  | 18 | 20 | $I_{T3}$ |          |
|    |            | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8   | 9  | 10 | $I_{T1}$ |          |

Окончание табл. 3

| 1    | 2          | 3  | 4   | 5   | 6  | 7  | 8  | 9  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |
|------|------------|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 13   | $z_1, z_1$ | 20 | 24  | 28  | 32 | 36 | 42 | 48 | 54  | 60  | 80  | 90  | 100 | 110 |     |
|      | $y_1, y_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |
|      | $a_1, a_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 25  | 35  | 45  | 55  |     |
|      | $H_1, H_1$ | 10 | 12  | 15  | 18 | 21 | 25 | 30 | 35  | 40  | 46  | 52  | 57  | 63  | IT5 |
|      | $H_2, H_2$ | —  | —   | 9   | 11 | 12 | 16 | 19 | 22  | 25  | 29  | 32  | 36  | 40  | IT5 |
|      | $H_3, H_3$ | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 4  | 5  | 6   | 8   | 10  | 12  | 13  | 15  | IT2 |
| 14** | $z_1, z_1$ | 20 | 24  | 28  | 32 | 36 | 42 | 48 | 54  | 60  | 100 | 110 | 125 | 145 |     |
|      | $y_1, y_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |
|      | $a_1, a_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 45  | 55  | 70  | 90  |     |
|      | $H_1, H_1$ | 10 | 12  | 15  | 18 | 21 | 25 | 30 | 35  | 40  | 46  | 52  | 57  | 63  | IT5 |
|      | $H_2, H_2$ | —  | —   | 9   | 11 | 12 | 16 | 19 | 22  | 25  | 29  | 32  | 36  | 40  | IT5 |
|      | $H_3, H_3$ | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 4  | 5  | 6   | 8   | 10  | 12  | 13  | 15  | IT2 |
| 15** | $z_1, z_1$ | 40 | 48  | 56  | 64 | 72 | 80 | 90 | 100 | 110 | 170 | 190 | 210 | 240 |     |
|      | $y_1, y_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |
|      | $a_1, a_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 70  | 90  | 110 | 140 |     |
|      | $H_1, H_1$ | 10 | 12  | 15  | 18 | 21 | 25 | 30 | 35  | 40  | 46  | 52  | 57  | 63  | IT5 |
|      | $H_2, H_2$ | —  | —   | 9   | 11 | 13 | 16 | 19 | 22  | 25  | 29  | 32  | 36  | 40  | IT5 |
|      | $H_3, H_3$ | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 4  | 5  | 6   | 8   | 10  | 12  | 13  | 15  | IT2 |
| 16** | $z_1, z_1$ | 40 | 48  | 56  | 64 | 72 | 80 | 90 | 100 | 110 | 210 | 240 | 280 | 320 |     |
|      | $y_1, y_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |
|      | $a_1, a_1$ | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 110 | 140 | 180 | 220 |     |
| 17   | $H_1, H_1$ | 10 | 12  | 15  | 18 | 21 | 25 | 30 | 35  | 40  | 46  | 52  | 57  | 63  | IT5 |
|      | $H_2, H_2$ | —  | —   | 9   | 11 | 13 | 16 | 19 | 22  | 25  | 29  | 32  | 36  | 40  | IT5 |
|      | $H_3, H_3$ | 2  | 2,5 | 2,5 | 3  | 4  | 4  | 5  | 6   | 8   | 10  | 12  | 13  | 15  | IT2 |

Примечания: 1. \* К размерам до 6 мм не относятся, 2. \*\* К размерам до 1 мм не относятся.  
3. Числовые значения стандартных допусков принимаются по СТ СЭВ 145-75.

На основе рис. 10 и табл. 3 рассчитываются исполнительные размеры калибров для указанного соединения.

Исполнительным называется размер калибра, проставленный на его чертеже.

Расчет исполнительных размеров калибров-пробок для контроля отверстий  $\varnothing 40H7$  производится в следующем порядке.

В соответствии со стандартом СТ СЭВ 145-75 для отверстия H7:

верхнее отклонение  $ES = +25 \text{ мкм}$ ;

нижнее отклонение  $EI = 0$

Отсюда наибольший предельный размер отверстия  $D_{\max} = 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм}$ , наименьший предельный размер отверстия  $D_{\min} = 40 \text{ мм}$ . Согласно табл. 3,  $z = 3,5$ ,  $y = 3$ ,  $H = 4 \text{ мкм}$ .

Исполнительные размеры калибров рассчитываются по формулам, указанным в табл. 2:

$$P-PR_{\text{новый}} = (D_{\min} + z) \pm H/2 = 40,0035 \pm 0,002;$$

$$P-PR_{\text{изн}} = D_{\min} - y = 39,997 \text{ мм};$$

$$P-HE = D_{\max} \pm H/2 = 40,025 \pm 0,002.$$

Прибор настраивается на ноль по блоку плиток, размер которого равен предельному размеру отверстия. Калибр измеряется в нескольких сечениях по схеме, изображенной на рис. 11.

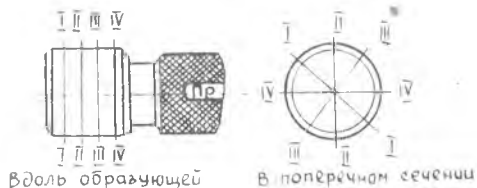


Рис. 11. Схема замера калибра

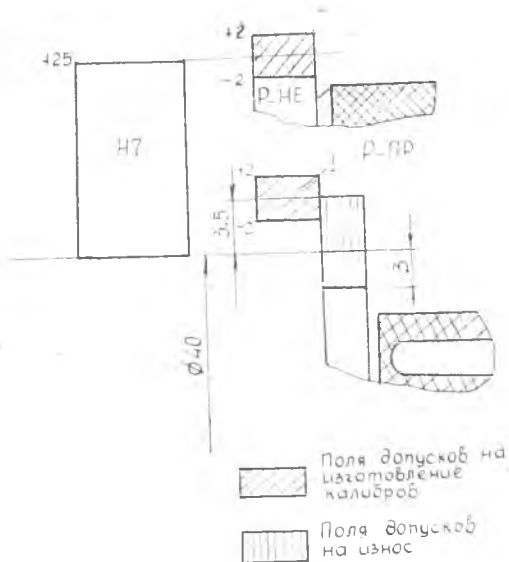


Рис. 10. Расположение полей допусков рабочих калибров для контроля отверстия  $\varnothing 40H7$

Действительный размер калибра определяется как алгебраическая сумма размера блока и среднего отклонения, полученного в результате измерений.

На основании сравнения действительных раз-

меров проходной и непроходной пробок с соответствующими допустимыми предельными размерами по СТ СЭВ157-75 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 Р-ПР меньше его наименьшего размера, но укладывается в поле допуска на износ, а размер пробки Р-НЕ находится в пределах поля допуска, то калибр считается частично изношенным.



Разработал *Федор Прокофьевич Урывский*

## КОНТРОЛЬ ГЛАДКИХ КАЛИБРОВ НА МИНИМЕТРЕ И ОПТИМЕТРЕ

Методические указания  
к проведению лабораторной работы

Корректор Н. Куприянова  
Редактор Э. Грязнова  
Техн. редактор Н. Каленюк

Сдано в набор 4.01.83 г. Подписано в печать 30.01.83 г.  
Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная белая.  
Литературная гарнитура. Высокая печать.  
Усл. п. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,9. Тираж 500 экз.  
Заказ № 6. Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С. П. Королева.  
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

---

Типография УЭЗ КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.