

**Министерство образования и науки
Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический
университет им. Д.И.Менделеева»**

Новомосковский институт (филиал)

Бегова А.В.

***Расчет параметров посадки и калибров
для проверки отверстия и вала***

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов специальности 240801 всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств»

**Новомосковск
2013**

УДК 621.753.3
ББК 34.4
Р 248

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент Суменков А.Л.
(ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И.Менделеева, Новомосковский институт)

Бегова А.В.

Р 248 Расчет параметров посадки и калибров для проверки отверстия и вала. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов специальности 240801 всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств» / ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И.Менделеева, Новомосковский институт (филиал); Новомосковск, 2013. – 36 с.

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания «**Расчет параметров посадки и калибров для проверки отверстия и вала**» по дисциплине "Основы взаимозаменяемости и нормирование точности изделий машиностроения" включают варианты и исходные данные, основные теоретические положения, справочную информацию, содержание и порядок выполнения расчетно-графического задания, являются дополнением к теоретическому курсу, а также содержат типовой пример выполнения задания с краткими пояснениями.

Предназначены для самостоятельного выполнения контрольных работ и расчетно-графических заданий студентами специальности 240801 всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств».

Табл. 11. Ил. 20. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.753.3
ББК 34.4

Расчетно-графическое задание №1
**«Расчет параметров посадки и калибров для проверки
 отверстия и вала»**

1. Выбор вариантов и исходные данные

Исходные данные для выполнения расчетно-графического задания (РГЗ) представлены в таблице 1.1.

Варианты расчетно-графического задания выдаются преподавателем для студентов дневной формы обучения или выбираются по двум последним цифрам шифра зачетной книжки студентами заочной формы обучения (табл.1.2) при выполнении контрольной работы.

Таблица 1.1

Варианты и исходные данные для студентов дневной формы обучения

Вариант	Посадка	Вариант	Посадка
1	∅40G6/h5	16	∅400H8/z8
2	∅3K5/h4	17	∅112K8/h7
3	∅120H6/p5	18	∅18H7/t6
4	∅70D11/h11	19	∅24H6/js5
5	∅90H5/m4	20	∅40H7/h6
6	∅240H5/n4	21	∅80H7/p6
7	∅50B12/h12	22	∅50H6/s5
8	∅112M7/h6	23	∅70E9/h9
9	∅90H9/h9	24	∅120H8/f7
10	∅80H7/p6	25	∅10H8/n4
11	∅125H11/d11	26	∅90D9/h9
12	∅100H8/x8	27	∅100P7/h6
13	∅20C11/ h11	28	∅80H7/e8
14	∅180K7/ h7	29	∅30H6/js5
15	∅110H8/z8	30	∅3K5/h4

Таблица 1.2

Варианты РГЗ для выполнения контрольной работы для студентов
заочной формы обучения

б \ а	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	11	21	30	20	10	4	14	29	3
1	2	12	22	29	19	9	5	15	22	5
2	3	13	23	28	18	8	6	16	25	7
3	4	14	24	27	17	7	7	17	21	9
4	5	15	25	26	16	6	8	18	23	1
5	6	16	26	25	15	5	9	19	27	2
6	7	17	27	24	14	4	10	20	28	4
7	8	18	28	23	13	3	1	11	26	6
8	9	19	29	22	12	2	2	12	21	8
9	10	20	30	21	11	1	3	13	24	10

Примечание: а, б – последняя и предпоследняя цифра зачетной книжки

2. Теоретическая часть

2.1. Основные термины и определения

Машины и механизмы состоят из деталей, которые в процессе работы должны совершать относительные движения или находиться в относительном покое. В большинстве случаев детали машин представляют собой определенные комбинации геометрических тел, ограниченных поверхностями простейших форм: плоскими, цилиндрическими, коническими и т.д.

Две детали, элементы которых входят друг в друга, образуют **соединение**. Такие детали называются **сопрягаемыми деталями**, а поверхности соединяемых элементов - **сопрягаемыми поверхностями**. Соединения подразделяются по геометрической форме сопрягаемых поверхностей. Соединение деталей, имеющих сопрягаемые цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением, называется гладким цилиндрическим (рис. 2.1.1,а). Если сопрягаемыми поверхностями каждого элемента соединения являются две параллельные плоскости, то соединение называется плоским соединением с параллельными плоскостями или просто плоским (рис. 2.1.1,б).

В соединении элементов двух деталей один из них является внутренним (охватываемым), другой - наружным (охватывающим). В системе допусков и посадок гладких соединений всякий наружный элемент условно называется **валом**, всякий внутренний - **отверстием**.

Под **размером** элементов, образующих гладкие соединения, понимается: в цилиндрических соединениях - диаметр, в плоских - расстояние между параллельными плоскостями по нормали к ним. В более узком смысле в си-

стеме допусков и посадок размер - числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.д.) в выбранных единицах измерения (в машиностроении обычно в миллиметрах).

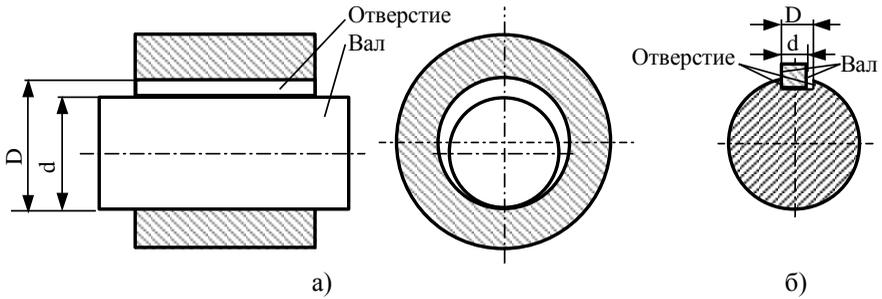


Рис. 2.1.1. Сопрягаемые поверхности: а – цилиндрические; б- плоские

Номинальный размер – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений.

Действительный размер – размер, установленный в результате измерения с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер.

Наибольший и наименьший предельные размеры – соответственно больший и меньший из двух предельных размеров (рис. 2.1.2).

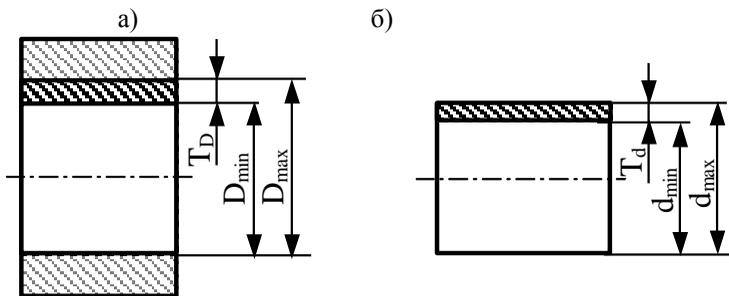


Рис. 2.1.2. Предельные размеры: а – отверстия; б – вала

Предельное отклонение – алгебраическая разность между предельным и номинальным размером. Различают верхнее и нижнее отклонения.

Верхнее отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами. Обозначается **ES** – для отверстия и **es** – для вала.

Нижнее отклонение – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Обозначается **EI** – для отверстия и **ei** – для вала.

Нулевая линия – линия соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз.

Отклонения могут иметь как положительный, так и отрицательный знак, а также быть нулевыми. Нулевые отклонения не проставляются.

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Поле допуска – поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно нулевой линии (рис.2.1.3).

Допуск системы (стандартный допуск) – любой из допусков, устанавливаемый данной системой допусков и посадок. Допуск системы обозначается **IT**.

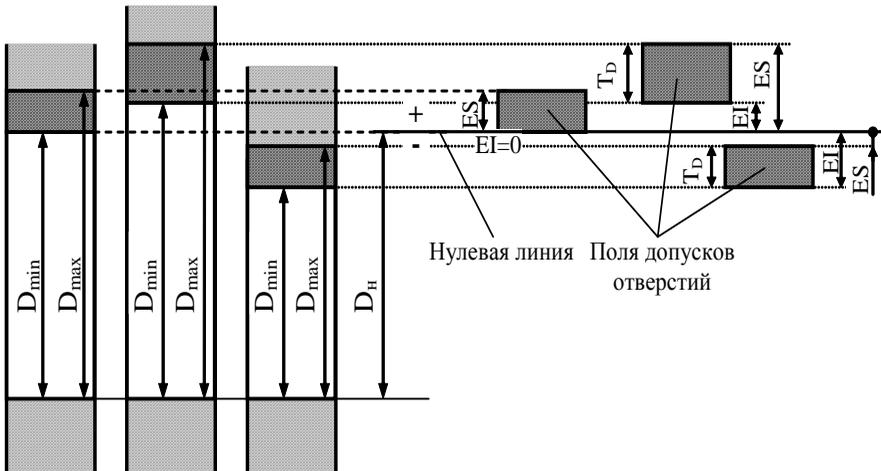


Рис.2.1.3. Схема расположения полей допусков отверстия

Квалитет – совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Вал – термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей.

Отверстие – термин, применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) элементов деталей.

Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей (рис.2.1.4), или *посадку*, т.е. большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

Посадка – характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров и натягов. В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть: с зазором, с натягом или переходной, когда возможно получение как зазора, так и натяга.

Зазор – разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала (рис.2.1.4,а).

Наибольший зазор S_{\max} – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Наименьший зазор S_{\min} – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Натяг – разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия (рис. 2.1.4,б).

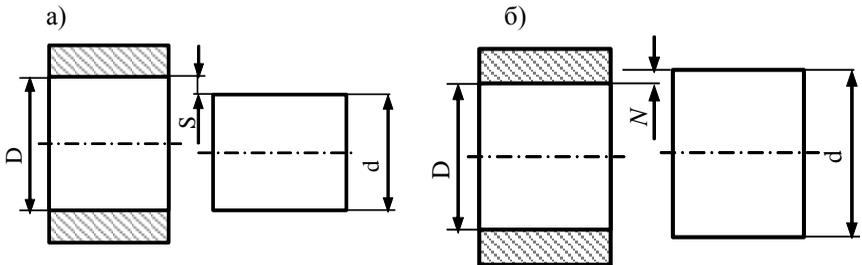


Рис. 2.1.4. Соединения деталей: а – с зазором; б – с натягом

Наибольший натяг N_{\max} – разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия.

Наименьший натяг N_{\min} – разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия.



Рис.2.1.5. Схема расположения полей допусков, иллюстрирующая образование посадок

2.2. Калибры гладкие для размеров до 500 мм

2.2.1. Термины и определения

Калибр - техническое средство контроля, воспроизводящее геометрические параметры (линейные и угловые размеры, геометрическую форму поверхности или взаимное расположение) элементов детали и контактирующее с элементом детали по поверхности, линии или точке.

Поверхность калибра, непосредственно контактирующая с контролируемым элементом детали, называется рабочей поверхностью. Различают предельные и нормальные калибры. Предельные калибры предназначены для контроля заданных пределов геометрических параметров. Предельные калибры для отверстий и валов подразделяют на проходной калибр, контролирующий предел максимума материала, и непроходной калибр, контролирующий предел минимума материала. Нормальный калибр воспроизводит заданный линейный или угловой размер и форму контролируемого элемента детали. Контроль нормальным калибром производят по степени сопряжения (припасовки) его и детали.

Предельные размеры, по которым изготавливаются новые калибры, а также осуществляется контроль износа калибров в эксплуатации, называются исполнительными размерами.

По назначению калибры подразделяются следующим образом:

- рабочие калибры, применяемые для контроля деталей при изготовлении;
- приемные калибры, применяемые для контроля деталей заказчиком;
- контрольные калибры (контркалибры), применяемые для контроля калибров;
- установочные калибры, применяемые, для установки рабочих калибров и измерительных приборов.

По видам измерительных поверхностей различают калибры-пробки, калибры-скобы, калибры-нутромеры сферические.

По конструктивным признакам калибры подразделяются на однопредельные (только с проходной или только с непроходной стороной); двухпредельные (сочетающие проходную и непроходную стороны); односторонние (проходная и непроходная стороны расположены на одном конце калибра); двусторонние (проходная и непроходная стороны расположены на противоположных сторонах калибра).

2.2.2. Виды калибров

Номера и наименование отдельных видов нерегулируемых калибров для контроля отверстий с номинальными диаметрами от 1 до 500 мм и валов с номинальными диаметрами от 1 до 15 мм, а также отдельных видов контрольных калибров для калибров-скоб приведены в табл. 2.2.1.

2.2.3. Правила применения калибров

Калибры для валов.

Проходные калибр-кольцо 1 (см. табл. 2.2.1) или калибр-скоба 2 должны проходить по валу под действием собственного веса или определенной силы.

Непроходные калибр-скоба 3 или калибр-кольцо 4 не должны проходить по валу; в крайнем случае, допускается закусывание калибра.

Таблица 2.2.1

Виды гладких калибров

Номер вида калибра	Наименование вида калибра	Назначение калибра
1	Калибр-кольцо проходной	Калибры для валов
2	Калибр-скоба проходной	
3	Калибр-скоба непроходной	
4	Калибр-кольцо проходной	
5	Калибр-пробка контрольный проходной для нового проходного калибра-скобы	Контрольные калибры для калибров скоб
6	Калибр-пробка контрольный проходной для нового непроходного калибра-скобы	

Номер вида калибра	Наименование вида калибра	Назначение калибра
7	Калибр-пробка контрольный для контроля износа проходного калибра скобы	
8	Калибр гладкий контрольный проходной для нового проходного калибра-скобы	
9	Калибр гладкий контрольный проходной для нового непроходного калибра-скобы	
10	Калибр гладкий контрольный для контроля износа проходного калибра-скобы	
11	Калибр-пробка проходной	Калибры для отверстий
12	Калибр-пробка непроходной	

Контркалибры к калибрам скобам.

Калибр-скоба проходной 2 должен скользить по гладкому контрольному проходному калибру-пробке 5 или калибру-диску 8 под действием собственного веса или определенной силы.

Калибр-скоба непроходной 3 должен скользить по контрольному проходному калибру-пробке 6, или калибру-диску 9 под действием собственного веса или определенной силы.

Калибр-скоба проходной 2, находящийся в эксплуатации, не должен проходить по контрольному калибру-пробке 7 или калибру-диску 10; в крайнем случае, допускается закусывание калибра.

В спорных случаях решающим является контроль по калибрам-дискам.

Калибры для отверстий.

Калибр-пробка проходной 11 должен свободно проходить через отверстие под действием собственного веса или определенной силы.

Калибр-пробка непроходной 12, как правило, не должен входить в отверстие под действием собственного веса или определенной силы; в крайнем случае, допускается закусывание калибра.

2.2.4 Технические требования к калибрам

Кроме требований к точности размеров и форме измерительных поверхностей для калибров нормируются следующие дополнительные технические требования:

- калибры должны быть изготовлены из стали, обеспечивающей постоянство и стабильность размеров. Рабочие части калибров с измерительными плоскостями должны быть подвергнуты старению;
- при изготовлении рабочей части калибра из цементируемой стали толщина слоя цементации должна быть не менее 0,3 мм для калибров-пробок диаметром до 3 мм и не менее 0,5 мм для калибров-пробок диаметром свыше 3 мм и для калибров-скоб;

- измерительные поверхности допускается оснащать твердым сплавом или хромировать (толщина хромового слоя рекомендуется равной $Z+Y$ – по табл. П1.5);
- твердость измерительных поверхностей, заходных и выходных фазок калибров должна быть не менее:
 - 55 HRC для калибров-пробок диаметром до 3 мм;
 - 56 HRC для калибров-пробок с хромовым покрытием (требование относится к поверхности, подготовленной под покрытие);
 - 58 HRC для остальных калибров.
- шероховатость поверхности калибров должна соответствовать требованиям, приведенным в табл. 2.2.2;
- предельные отклонения угла конуса (1:50) хвостовиков вставок и отверстий ручек к ним $\pm \frac{AT9}{2}$ по СТ СЭВ 178-75;
- калибры-пробки, предназначенные для контроля глухих отверстий от 1 мм и более, должны изготавливаться с продольной канавкой или лыской (шириной от 0,3 до 1 мм, но не более $0,4 \cdot D_{ном}$) или с продольным сквозным отверстием;
- непроходную сторону калибров рекомендуется обозначать красным цветом.

Таблица 2.2.2

Рекомендуемые параметры шероховатости

Квалитет точности проверяемых деталей	Отверстий			
	6	7, 8, 9	10, 11, 12	13 и грубее
	Валов			
	6, 7, 8, 9	10, 11, 12	13 и грубее	
Шероховатость мерительных поверхностей калибров	0,04	0,08	0,16	0,32

3. Содержание расчетно-графического задания

В процессе выполнения расчетно-графического задания необходимо:

- 1) рассчитать параметры заданной посадки;
- 2) написать все виды обозначения предельных отклонений размеров на конструкторских и рабочих чертежах;
- 3) рассчитать калибры для проверки отверстия и вала заданной посадки;
- 4) выполнить рабочие чертежи калибров.

Для расчета параметров посадки необходимо найти значения верхнего и нижнего отклонений отверстия и вала и в принятом масштабе вычертить

схему расположения полей допусков посадки.

Параметрами посадки, подлежащими расчету, являются предельные размеры сопрягаемых деталей и их допуски, предельные значения зазоров (натягов), средняя величина зазора (натяга) и допуск посадки.

Формулы для расчета параметров посадки приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Расчетные формулы параметров посадки

Параметры посадки	Обозначение параметров	Расчетные формулы
Номинальный размер отверстия	D_n	-
Номинальный размер вала	d_n	-
Наибольший размер отверстия	D_{\max}	$D_n + ES$
Наименьший размер отверстия	D_{\min}	$D_n + EI$
Наибольший размер вала	d_{\max}	$d_n + es$
Наименьший размер вала	d_{\min}	$d_n + ei$
Допуск отверстия	T_D	$D_{\max} - D_{\min}$ или $ES - EI$
Допуск вала	T_d	$d_{\max} - d_{\min}$ или $es - ei$
Наибольший зазор	S_{\max}	$D_{\max} - d_{\min}$ или $ES - ei$
Наименьший зазор	S_{\min}	$D_{\min} - d_{\max}$ или $EI - es$
Наибольший натяг	N_{\max}	$d_{\max} - D_{\min}$ или $es - EI$
Наименьший натяг	N_{\min}	$d_{\min} - D_{\max}$ или $ei - ES$
Средний зазор	S_c	$\frac{(S_{\max} + S_{\min})}{2}$
Средний натяг	N_c	$\frac{(N_{\max} + N_{\min})}{2}$

Параметры посадки	Обозначение параметров	Расчетные формулы
Допуск посадки	T_S T_N	$S_{\max} - S_{\min}$ } или $N_{\max} - N_{\min}$ } $T_D + T_d$

На схеме расположения полей допусков необходимо указать предельные размеры сопрягаемых деталей, допуски и отклонения, а также предельные зазоры (натяги) посадки.

Предельные отклонения линейных размеров на конструкторских чертежах могут быть указаны одним из трех способов:

а) условным обозначением полей допусков, например, 18H7, 12e8;

б) числовыми значениями предельных отклонений, например,

$$18^{+0,018}, \quad 12_{-0,032}^{-0,032};$$

в) условным обозначением полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например,

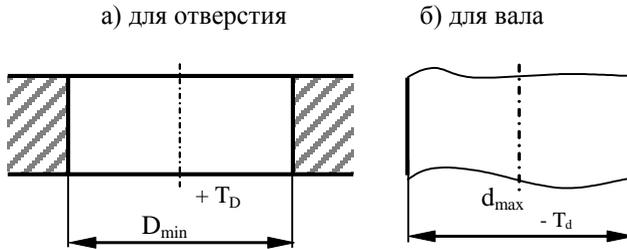
$$18 \text{ H7}^{(+0,018)}, \quad 12 \text{ e8} \left(\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix} \right);$$

г) на сборочных чертежах в обозначение посадки входит номинальный размер, общий для обоих соединяемых элементов (отверстия и вала), за которым следуют условные обозначения полей допусков или числовые значения предельных отклонений каждого элемента, начиная с отверстия, или одновременное обозначение полей допусков и числовых значений предельных отклонений, например:

$$40 \frac{\text{H7}}{\text{g6}}, \quad \text{или} \quad 40\text{H7} - \text{g6}, \quad \text{или} \quad 40 \frac{\text{H7}}{\text{g6}};$$

$$\text{или} \quad 40 \frac{+0,025}{-0,009}, \quad \text{или} \quad 40 \frac{\text{H7} \left(\begin{smallmatrix} +0,025 \\ -0,009 \end{smallmatrix} \right)}{\text{g6} \left(\begin{smallmatrix} -0,009 \\ -0,025 \end{smallmatrix} \right)}.$$

Обозначение размеров на рабочих чертежах производят по следующей схеме:



Для расчета калибров следует вычертить схему расположения полей допусков калибров. Отклонения калибров берутся по ГОСТ 24853-81 (табл. П1.4 и П1.5).

Чертежи калибров выполняются в соответствии с ГОСТами на конструкцию калибров.

Все чертежи выполняются на бумаге формата А4. На чертежах должно быть указано следующее:

1) исполнительные размеры проходной (ПР) и непроходной (НЕ) сторон калибра;

2) материал калибра по ГОСТ 2015-84 и твердость его мерительных поверхностей;

3) шероховатость поверхностей калибра. Шероховатость мерительных поверхностей берется в зависимости от качества точности проверяемой детали, шероховатость прочих поверхностей берется аналогично указанной на чертежах приложения 2 (в соответствии с ГОСТ 2.309-73 –изменения в ГОСТ внесены в 2002 г.);

4) маркировка калибра, которая должна содержать следующие сведения:

- номинальный размер и поле допуска проверяемой детали (маркируются на торцах пробок, на лыске ручки, на скобе);
- верхнее и нижнее отклонения проверяемой детали;
- назначение сторон калибра (ПР и НЕ);
- условное обозначение калибра.

Верхнее и нижнее отклонения проверяемой детали маркируются на лыске ручки и на скобе. При этом верхнее отклонение отверстия маркируют у непроходной стороны пробки, нижнее отклонение отверстия - у проходной стороны пробки; верхнее отклонение вала маркируют у проходной стороны скобы; нижнее отклонение вала - у непроходной стороны скобы.

Размеры центровых отверстий для калибров-пробок должны выбираться в зависимости от посадочного размера пробки d , который дается в ГОСТ 14810 – 69. Форма и размеры, необходимые для построения центровых отверстий, приведены в приложении 3.

4. Пример выполнения расчетной работы

Рассчитать параметры посадки $\varnothing 40 \frac{F8}{h6}$; написать все виды обозначения предельных отклонений размеров на конструкторских и рабочих чертежах; рассчитать калибры для проверки отверстия и вала заданной посадки; дать рабочие чертежи калибров.

Для расчета дана **посадка с зазором в системе вала**.

1. В соответствии с вариантом исследуем соединение с зазором $\varnothing 40 \frac{F8}{h6}$

1.1. Номинальный размер соединения $D = 40$ мм. Посадка в системе вала.

1.2. «Отверстие» - $\varnothing 40F8$. По **ГОСТ 25347-82** находим предельные отклонения:

Наибольшее предельное отклонение (верхнее)

$$ES = +64 \text{ мкм} = +0,064 \text{ мм}$$

Наименьшее предельное отклонение (нижнее)

$$EI = +25 \text{ мкм} = +0,025 \text{ мм}$$

Наибольший предельный размер

$$D_{\max} = D + ES = 40 + 0,064 = 40,064 \text{ мм}$$

Наименьший предельный размер

$$D_{\min} = D + EI = 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм}$$

Допуск размера $\varnothing 40h6$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = 64 - 25 = 39 \text{ мкм} = 0,039 \text{ мм}$$

1.3. «Вал» - $\varnothing 40h6$. По **ГОСТ 25347-82** находим предельные отклонения

Наибольшее предельное отклонение (верхнее)

$$es = 0$$

Наименьшее предельное отклонение (нижнее)

$$ei = -16 \text{ мкм} = -0,016 \text{ мм}$$

Наибольший предельный размер

$$d_{\max} = d + es = 40 + 0 = 40 \text{ мм}$$

Наименьший предельный размер

$$d_{\min} = d + ei = 40 + (-0,016) = 39,984 \text{ мм}$$

Допуск размера $\varnothing 40F8$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = 0 - (-16) = 16 \text{ мкм} = 0,016 \text{ мм}$$

Строим схему расположения полей допусков (см.рис.1)

1.5. Получим посадку с зазором, так как поле допуска "Отверстия" рас-

положено над полем допуска "Вала"

Наибольший зазор –

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = +64 - (-16) = 80 \text{ мкм} = 0,080 \text{ мм}$$

Наименьший зазор –

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = +25 - 0 = 25 \text{ мкм} = 0,025 \text{ мм}$$

Средний зазор

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{+0,080 + 0,025}{2} = 0,0525 \text{ мм} = 52,5 \text{ мкм} \cdot$$

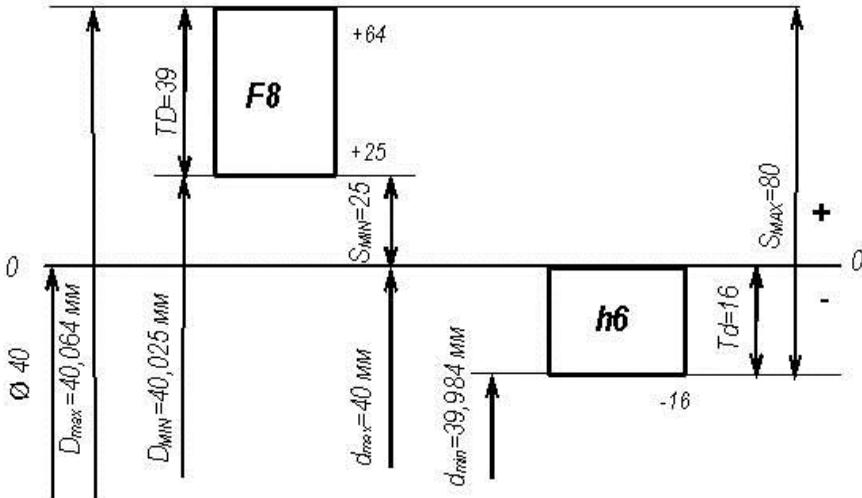


Рис. 1. Схема расположения полей допусков посадки

Допуск зазора (посадки)

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 0,080 - 0,025 = 0,055 \text{ мм} = 55 \text{ мкм.}$$

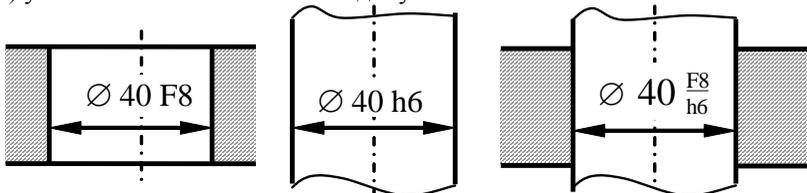
или

$$T_S = T_D + T_d = 0,039 + 0,016 = 0,055 \text{ мм.}$$

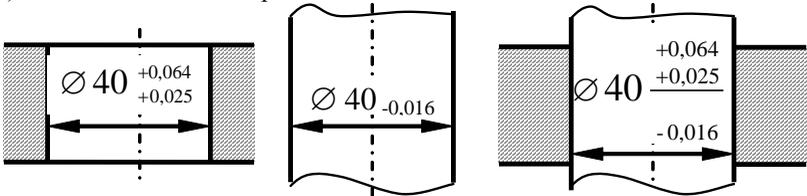
1.6 Обозначение предельных отклонений размеров

1.6.1 На **конструкторских** чертежах;

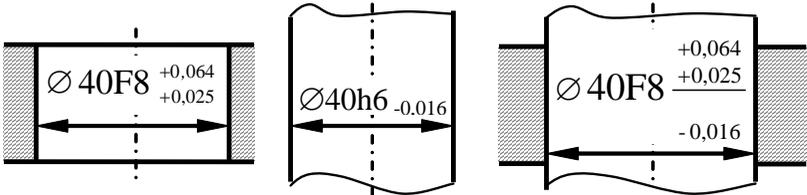
а) условное обозначение полей допусков:



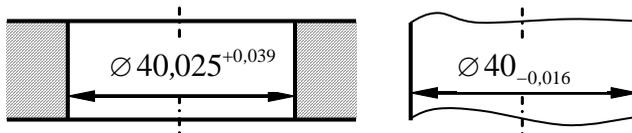
б) числовые значения предельных отклонений:



в) условное обозначение полей допусков и числовые значения предельных отклонений!



1.6.2 На *рабочих* чертежах:



1.7. Расчет калибров для проверки отверстия и вала

1.7.1 Допуски и отклонения калибров по **ГОСТ 24853-81** (табл. П1.5 и П1.6):

- а) для калибров-пробок: $Z=6$ мкм, $Y = 5$ мкм, $H = 4$ мкм;
 б) для калибров-скоб: $Z_1 = 3,5$ мкм, $Y_1 = 3$ мкм, $H_1 = 4$ мкм.

1.7.2 Калибры для проверки отверстия (табл. П.1.1)

а) пробка ПР

Исполнительный размер пробки ПР:

$$(D_{\min} + Z + H/2)_{-H} = (40,025 + 0,006 + 0,002)_{-0,004} = 40,033_{-0,004} \text{ мм.}$$

Средневероятный износ $U_{cp} = Z + Y = 6 + 5 = 11$ мкм;

$$30\% \cdot U_{cp} = 0,3 \cdot 11 = 3,3 \text{ мкм} \approx 3,5 \text{ мкм,}$$

Износ пробки рабочим допустим до размера:

$$D_{\min} - Y + 30\% U_{cp} = 40,025 - 0,005 + 30\% \cdot U_{cp} = 40,025 - 0,005 + 0,0035 = 40,0235 \text{ мм.}$$

Износ пробки цеховым контролером допустим до размера:

$$D_{\min} - Y = 40,025 - 0,005 = 40,020 \text{ мм.}$$

б) пробка НЕ

Исполнительный размер пробки НЕ:

$$(D_{\max}+H/2)_{-H} = (40,064 + \frac{0,004}{2})_{-0,004} = 40,066_{-0,004} \text{ мм.}$$

4.9.3 Калибры для проверки вала (табл. П.1.2)

а) скоба ПР

Исполнительный размер скобы ПР;

$$(d_{\max}-Z_1-H_1/2)^{+H_1} = (40 - 0,0035 - 0,002)^{+0,004} = 39,9945^{+0,004} \text{ мм.}$$

Средневероятный износ $U_{\text{cp}} = Z_1 + Y_1 = 3,5 + 3 = 6,5$ мкм;

$$30\% \cdot U_{\text{cp}} = 0,3 \cdot 6,5 = 1,95 \text{ мкм} \approx 2 \text{ мкм}$$

Износ скобы рабочим допустим до размера:

$$d_{\max} + Y_1 - 30\% U_{\text{cp}} = 40 + 0,003 - 30\% \cdot U_{\text{cp}} = 40 + 0,003 - 0,002 = 40,001 \text{ мм.}$$

Износ скобы цеховым контролером допустим до размера

$$d_{\max} + Y_1 = 40 + 0,003 = 40,003 \text{ мм.}$$

б) скоба НЕ

Исполнительный размер скобы НЕ

$$(d_{\min}-H_1/2)^{+H_1} = (39,984 - 0,002)^{+0,004} = 39,982^{+0,004} \text{ мм.}$$

Примечания:

1) при подсчете размера калибра, изношенного рабочим, значение $30\% \cdot U_{\text{cp}}$ следует округлять до величин кратных 0,5 мкм;

2) при нестандартном допуске изделия допуски на калибры рекомендуется брать из ближайшего, более точного квалитета;

3) размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм в сторону сокращения производственного допуска изделия.

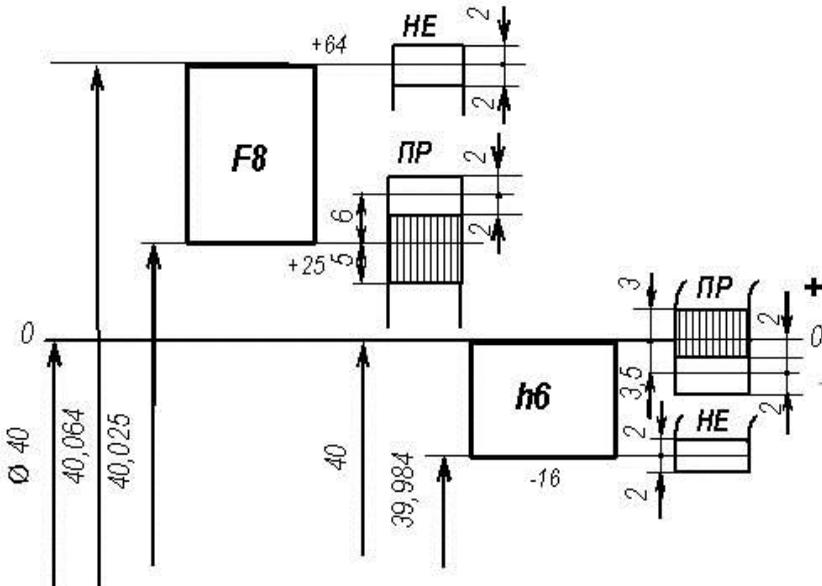


Рис. 2. Схема расположения полей допусков калибров

Рекомендуемая литература

1. Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. Нормирование точности в машиностроении: Учеб. для машиностроит. спец. вузов./Под ред. Ю.М. Соломенцева.-2-е изд., испр.и доп. - М.: Высшая школа.; Издательский центр «Академия», 2001.- 335 с.
2. Зайцев С.А., Куранов А.Ю., Толстов А.Н. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: Учебник для нач.проф.образования – 5-е изд., -М.: Изд.центр «Академия», 2008 – 240 с.
3. Допуски и посадки. В 2-х ч. / Под ред. В.Д. Мягкова. Л.: Машиностроение. 1982.
4. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. - М.: Машиностроение, 1987.
5. ГОСТ 25347-82. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
6. Калибры – пробки гладкие. М. Изд-во Стандарты .1974

Оглавление

1. Выбор вариантов и исходные данные	3
2. Теоретическая часть	4
2.1. Основные термины и определения	4
2.2. Калибры гладкие для размеров до 500 мм	8
2.2.1. Термины и определения	8
2.2.2. Виды калибров	9
2.2.3. Правила применения калибров	9
2.2.4. Технические требования к калибрам	10
3. Содержание расчетно-графического задания	11
4. Пример выполнения расчетно-графического задания	15
Рекомендуемая литература	19
Приложения	21

ПРИЛОЖЕНИЯ**ПРИЛОЖЕНИЕ 1****Схемы расположения полей допусков
калибров для номинальных размеров до 180 мм**

Схемы расположения полей допусков калибров для отверстий и валов в зависимости от качества приведены на рис. П1.1 ... П1.4. В табл. П1.1 ... П1.4 приведены расчетные зависимости для определения основных параметров калибров.

Обозначения, принятые на схемах и в таблицах:

H - допуск на изготовление калибров для отверстия;

Z - отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;

Y - допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

H_1 - допуск на изготовление калибров для вала;

Z_1 - отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;

Y_1 - допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия.

а) калибры для отверстий квалитетов 6, 7, 8

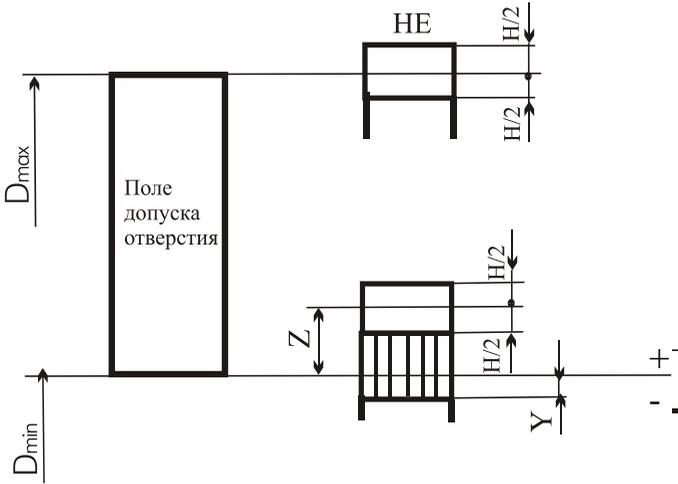


Рис. П1.1. Схемы расположения полей допусков калибров

Таблица П.1.1

Расчетные зависимости для определения основных параметров калибров

Калибр	Номинальный размер калибра	Исполнительный размер калибра	Средневероятный износ U_{cp}	Износ рабочим	Износ цеховым контролером
Проходная сторона ПР	D_{min}	$(D_{min}+Z+H/2)_{-H}$	$Z+Y$	$D_{min} - Y + 30\% U_{cp}$	$D_{min} - Y$
Непроходная сторона НЕ	D_{max}	$(D_{max}+H/2)_{-H}$			

б) калибры для валов квалитетов 6, 7, 8

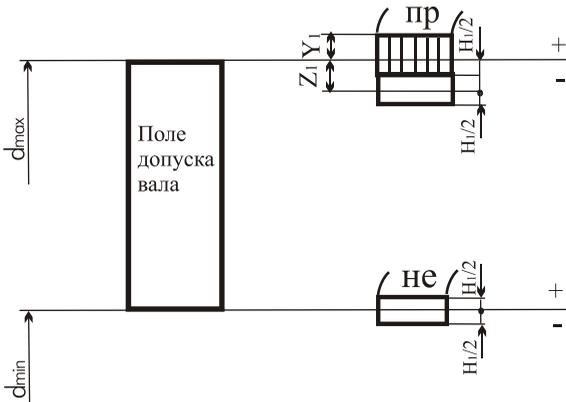


Рис. П1.2. Схемы расположения полей допусков калибров

Таблица П.1.2

Расчетные зависимости для определения основных параметров калибров

Калибр	Номинальный размер калибра	Исполнительный размер калибра	Средне-вероятный износ U_{cp}	Износ рабочим	Износ цеховым контролером
Проходная сторона ПР	d_{max}	$(d_{max} - Z_1 - H_1/2)^{+H_1}$	$Z_1 + Y_1$	$d_{max} + Y_1 - 30\% U_{cp}$	$d_{max} + Y_1$
Непроходная сторона НЕ	d_{min}	$(d_{min} - H_1/2)^{+H_1}$			

в) калибры для отверстий *квалитетов 9...17*

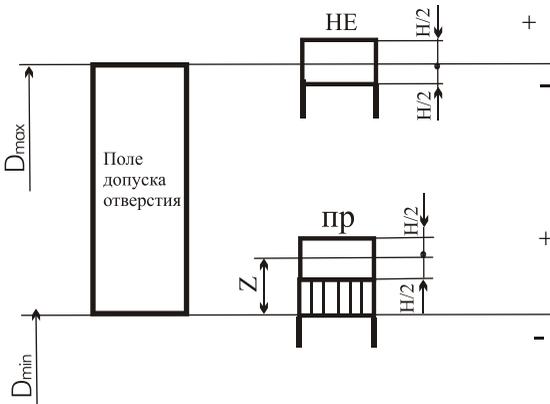


Рис. П1.3. Схемы расположения полей допусков калибров

Таблица П.1.3

Расчетные зависимости для определения основных параметров калибров

Калибр	Номинальный размер калибра	Исполнительный размер калибра	Средневероятный износ U_{cp}	Износ рабочим	Износ цеховым контролем
Проходная сторона ПР	D_{min}	$(D_{min} + Z + H/2)_{-H}$	Z	$D_{min} + 30\% U_{cp}$	D_{min}
Непроходная сторона НЕ	D_{max}	$(D_{max} + H/2)_{-H}$			

2) калибры для валов квалитетов 9...17



Рис. П1.4. Схемы расположения полей допусков калибров

Таблица П.1.4

Расчетные зависимости для определения основных параметров калибров

Калибр	Номинальный размер калибра	Исполнительный размер калибра	Средневероятный износ U_{cp}	Износ рабочим	Износ цеховым контролером
Проходная сторона ПР	d_{max}	$(d_{max}-Z_1-H_1/2)^{+H_1}$	Z_1	$d_{max} - 30\% U_{cp}$	d_{max}
Непроходная сторона НЕ	d_{min}	$(d_{min}-H_1/2)^{+H_1}$			

Таблица П1.5 - Величины, определяющие расположение полей допусков калибров для размеров до 180 мм (отклонение в мм)

Квалитет допуска изделия	Обозначение отклонения калибра	Интервалы размеров, мм									
		До 3	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	Св.120 до 180	
6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	2	3	
	Z ₁	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	
	Y ₁	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	
7	Z, Z ₁	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	
	Y, Y ₁	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	
8	Z, Z ₁	2	3	3	4	5	6	7	8	9	
	Y, Y ₁	3	3	3	4	4	5	5	6	6	
9 и 10		5	6	7	8	9	11	13	15	18	
11 и 12		10	12	14	16	19	22	25	28	32	
13 и 14	Z, Z ₁	20	24	28	32	36	42	48	54	60	
15, 16 и 17		40	48	56	64	72	80	90	100	110	

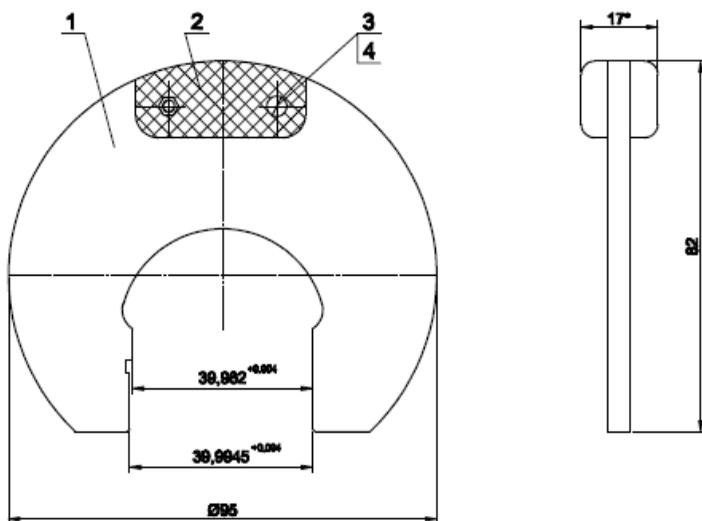
Примечание. При квалитетах допуска изделия от 9-го до 17-го значения Y и Y₁ равны нулю

Таблица П1.6 - Допуски калибров (в мкм) для размеров до 180 мм

Квалитет допуска изделия	Обозначение допуска калибра	Интервалы размеров, мм										Допуск формы калибра
		До 3	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	Св. 120 до 180		
6	H, H _s	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	2,5	3	4	5	IT1
	H _i	2	2,5	2,5	3	4	4	5	5	6	8	IT2
	H _p	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	3,5	IT1
7	H, H _i	2	2,5	2,5	3	4	4	4	5	6	8	IT2
	H _s	-	-	1,5	2	2,5	2,5	2,5	3	4	3	IT1
	H _p	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	3,5	IT1
8,9 и 10	H, H _i	2	2,5	2,5	3	4	4	4	5	6	8	IT2
	H _s	3	4	4	5	6	7	8	8	10	12	IT3
	H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	3	4	5	IT1
11 и 12	H, H _i	4	5	6	8	9	11	11	13	15	18	IT4
	H _s	-	-	4	5	6	7	8	8	10	12	IT3
	H _p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	3	4	5	IT1
С 13 по 17	H, H _i	10	12	15	18	21	25	25	30	35	40	IT5
	H _s	-	-2,5	9	11	13	16	19	19	22	25	IT5
	H _p	2		2,5	3	4	4	5	5	6	8	IT2

8133-0954 СБ														
Пов.	Обозначение	Номен. размер	Исполн. размер	Износ										
1	8133-0954/001	ПР 40,025	40,033-мм	рабочий до 40,0235	контрол. до 40,020									
2	8133-0954/002	ПР 40,064	40,068-мм	-	-									
<p>1. * Размер для справок</p> <p>2. Маркировать 8133-0954 40F8 ПР +0,025 HE +0,064</p> <p>3. Остальные технические требования по ГОСТ 2015-84</p>														
Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<h3 style="margin: 0;">8133-0954 СБ</h3> <p style="margin: 0;">Пробка 8133-0954 F8 ГОСТ 14810-69 Сборочный чертёж</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Лит.</th> <th style="width: 10%;">Масса</th> <th style="width: 10%;">Масштаб</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">У</td> <td style="text-align: center;">0,59</td> <td style="text-align: center;">1 : 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td style="text-align: center;">Листов</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>		Лит.	Масса	Масштаб	У	0,59	1 : 1	Лист	Листов	1
Лит.	Масса	Масштаб												
У	0,59	1 : 1												
Лист	Листов	1												
Разраб.														
Пров.														
Т.контр.														
Н.контр.														
Утв.														
Изм. № подл.														
Вашими инициалами														
Имя, № дубл.														
Подпись и дата														

8113-0132 СБ



Номен. размер	Исполн. размер	Износ	
		рабочим до	контрол. до
ПР 40	39,9945 ^{+0,004}	40,001	40,003
ПР 39,984	39,982 ^{+0,004}	-	-

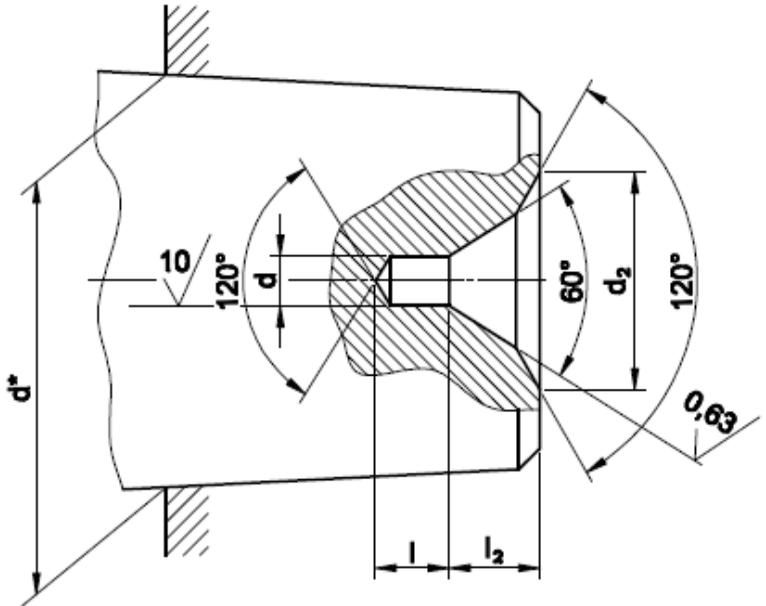
1. * Размер для справок

2. Остальные технические требования по ГОСТ 2015-84

Подпись и дата									
Имя, № дубл.									
Взамен ив. №									
Подпись и дата									
Имя, № подл.									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	8113-0132 СБ Скоба 8113-0132 н6 ГОСТ Р 50286-92 Сборочный чертеж				
Разраб.									
Пров.					Лит.	Масса	Масштаб		
Т.контр.					у	0,20	1 : 1		
Н.контр.					Лист	Листов	1		
Утв.									

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Форма и размеры центровых отверстий для калибров -пробок
по ГОСТ 14034-74**



Размеры в мм

d^*	D	d_2	l	l_2
11	2,0	6,3	2,5	2,54
15	2,5	8,0	3,1	3,20
18	3,15	10,0	3,9	4,03
21	3,15	10,0	3,9	4,03

Пример условного обозначения центрального отверстия формы В диаметром $d = 3,15$ мм:

Отв. центр. В 3, 15 ГОСТ 14034-74.

Примечание. d^* берется по ГОСТ 14810-69.

Учебное издание

**Расчет параметров посадки и калибров
для проверки отверстия и вала**

Методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов специальности 240801 всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств» по дисциплине «Основы взаимозаменяемости и нормирование точности изделий машиностроения»

Бегова Анастасия Владимировна

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать Формат 60×84¹/₁₆

Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 2,09. Уч. изд. л. 1,5.

Тираж 50 экз. Заказ №

ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр.

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301650, Новомосковск, Тульская обл., ул. Дружбы, 8

