СПРАВОЧНИК

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

1

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

СПРАВОЧНИК
В 2-х ЧАСТЯХ

ШЕСТОЕ ИЗДАНИЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ



ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

СПРАВОЧНИК



ЧАСТЬ

ЛЕНИНГРАД «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ 1982

ББК 34.41ц я2
Д68
УДК 621.753.1 + 621.753.2 (031)

В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский

Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В. Д. Мягков,
Д68 М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. — 6-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. — Ч. 1. 543 с., ил.

В пер.: 2 р.

Справочник содержит материалы по расчету и применению допусков и посадок в машино- и приборостроении с учетом Единой системы допусков и посадок (ЕСДП), обязательной в странах — членах СЭВ. Он дополнен данными вероятностных расчетов посадок, расчетов посадок для изделий, эксплуатируемых в районах с холодным климатом, расчетов размерных цепей, таблицами зазоров и натягов ЕСДП СЭВ, методикой замены допусков и посадок ОСТ на ЕСДП СЭВ.

В отличие от 5-го (1978 г.) издания в справочнике учтен нормативный стандартный материал по состоянию на январь 1982 г.

Справочник предназначен для конструкторов, технологов и мастеров. Он будет полезен студентам технических вузов и учащимся техникумов.

Д $\frac{2203000000\text{-}118}{038(01)\text{-}82}$ 118-82

ББК 34.41ц я2
6П5.1

© Издательство «Машиностроение», 1978 г., с изменениями
© Издательство «Машиностроение», 1982 г., с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной задачей конструктора является создание новых и модернизация существующих изделий, подготовка чертежной документации, способствующей обеспечению необходимой технологичности и высокого качества изделий. Решение этой задачи, отвечающей целям 11-й пятилетки — повышению эффективности труда и качества выпускаемой продукции, — связано с выбором необходимой точности изготовления изделий, расчетом размерных цепей, выбором шероховатости поверхностей, а также выбором допусков отклонений от геометрической формы и расположения поверхностей.

Важным мероприятием, которое поможет упорядочить и облегчить работу конструкторов в этих направлениях, является переход отечественной промышленности на «Единую систему допусков и посадок» СЭВ (ЕСДП СЭВ) и «Основные нормы взаимозаменяемости» (ОНВ) [1].

Цель настоящего 6-го издания справочника, как и предыдущего, 5-го издания, — помочь конструктору в изучении и рациональном применении внедряемых систем. В справочнике приведены многочисленные расчеты, примеры и рекомендации, связанные с внедрением ЕСДП СЭВ и ОНВ, учтены новые стандарты СЭВ и государственные стандарты по взаимозаменяемости, новые рекомендации и инструкции ВНИИизмерения (ранее Бюро взаимозаменяемости), ВНИИНмаш и других базовых организаций по взаимозаменяемости, а также стандарты отраслей и предприятий.

Весь стандартно-нормативный материал справочника изложен по состоянию на январь 1982 г.

В целях преемственности в настоящем издании условные обозначения физических величин приняты такими же, как и в предыдущем издании, за исключением обозначений, обусловленных внедрением ЕСДП СЭВ и ОНВ.

Справочник состоит из двух частей. Часть 1 включает гл. 1 и 2, часть 2 — гл. 3—6. В подготовке настоящего издания принимали участие: канд. техн. наук М. А. Палей — гл. 1 (кроме расчетов посадок с зазором переходных и с натягом, написанных А. Б. Романовым), гл. 2; канд. техн. наук А. Б. Романов — гл. 3, пп. 4.2—4.11, 4.15—4.16, гл. 5; канд. техн. наук В. А. Брагинский — пп. 4.1, 4.12—4.14, гл. 6.

В настоящее издание справочника не включена глава, посвященная допускам и посадкам для приспособлений и штампов. Материал этой главы не требует сейчас переработки и им можно пользоваться по 5-му изданию.

Все предложения и замечания читателей, направленные на улучшение справочника, просим направлять по адресу: 191065, Ленинград, ул. Дзержинского, д. 10, издательство «Машиностроение».

---

[1] В соответствии с решением, принятым Постоянной комиссией СЭВ по стандартизации, у всех стандартов СЭВ, регламентирующих ряды номинальных размеров, номинальный геометрический профиль, а также допуски и посадки для типовых соединений, общий (групповой) заголовок «Единая система допусков и посадок СЭВ» заменяется на «Основные нормы взаимозаменяемости», а наименование «Единая система допусков и посадок» СЭВ сохранено лишь за системой допусков и посадок для гладких соединений.

ВВЕДЕНИЕ

В период с 1977 по 1980 гг. отечественная промышленность начала внедрение новой международной системы допусков и посадок, единой для стран — членов СЭВ, — ЕСДП СЭВ. В этот период были введены в действие в народном хозяйстве СССР стандарты СЭВ, определяющие ЕСДП СЭВ (СТ СЭВ 144—75, СТ СЭВ 145—75, СТ СЭВ 177—75, СТ СЭВ 179—75 и СТ СЭВ 302—76). Порядок введения этих стандартов предусмотрен в утвержденных Госстандартом СССР «Рекомендациях по внедрению СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75 на допуски и посадки гладких соединений с размерами до 3150 мм» и пересмотренном и дополненном издании этих рекомендаций под названием «Рекомендации по внедрению стандартов СЭВ на допуски и посадки гладких соединений (ЕСДП СЭВ)» [31].

Постановлением Госстандарта, принятым в 1980 г., предусмотрено переоформить стандарты СЭВ на ЕСДП СЭВ [1] и ОНВ в государственные стандарты и разрешено применять в изделиях, спроектированных до перехода на ЕСДП СЭВ, систему допусков и посадок ОСТ. В связи с этим продлено действие стандартов на систему допусков и посадок ОСТ с внесением в них указания о запрещении применения при новом проектировании.

На ЕСДП СЭВ переведены в первую очередь государственные стандарты, содержащие указания о допусках и посадках, а также соответствующая отраслевая нормативно-техническая документация и документация на новые разработки машин и приборов. Вопрос о переводе на ЕСДП СЭВ конструкторской и технологической документации на ранее спроектированные и находящиеся в производстве изделия решается отраслями и предприятиями с учетом технической и экономической целесообразности. В ряде случаев такой перевод возможен и целесообразен для сокращения переходного периода, в течение которого в промышленности будут применяться две системы допусков и посадок (ЕСДП СЭВ и ОСТ). В необходимых случаях перевод ранее спроектированных изделий с системы ОСТ на ЕСДП СЭВ должен быть согласован с потребителями этих изделий.

Для снижения затрат при переводе изделий на ЕСДП СЭВ рекомендуется:

совмещать корректировку технической документации с очередной модернизацией изделия;

не переводить на ЕСДП СЭВ изделия, подлежащие снятию с производства;

увязывать сроки перевода производства на ЕСДП СЭВ со сроками доиспользования имеющихся запасов размерных инструментов, калибров и другой оснастки и полуфабрикатов, выполненных по системе ОСТ (доиспользование возможно и при изготовлении изделий по ЕСДП СЭВ; соответствующие таблицы доиспользования калибров приведены в работе [31], см. также стр. 253).

В первую очередь рекомендуется рассмотреть вопрос о переводе на ЕСДП СЭВ изделий, поставляемых на экспорт.

Ранее спроектированные изделия вспомогательного производства, запасные части к ранее изготовлявшимся изделиям и архивные чертежи изделий, выпуск которых временно прекращен, переводятся на ЕСДП СЭВ по усмотрению отрасли (предприятия) лишь при необходимости и экономической целесообразности.

---

[1] В период подготовки настоящего издания стандарты СЭВ на ЕСДП СЭВ были переоформлены в следующие государственные стандарты: ГОСТ 25346—82 (СТ СЭВ 145—75), ГОСТ 25347—82 (СТ СЭВ 144—75), ГОСТ 25348—82 (СТ СЭВ 177—75), ГОСТ 25349—82 (СТ СЭВ 179—75).

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Обозначения		Наименование обозначений
основные	дополнительные	
$d_{н.\,с}$	—	Номинальный размер соединения
$D_н$	—	Размер, используемый при расчетах стандартных допусков и отклонений для данного интервала номинальных размеров
D	$D_н$, D_{max}, D_{min}, $D_д$, $D_с$	Размеры отверстия [номинальный, наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний]
d	$d_н$, d_{max}, d_{min}, $d_д$, $d_с$	Размеры вала [номинальный, наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний]
L	$L_н$, L_{max}, L_{min}, $L_д$, $L_с$	Длина элемента или координирующий размер [номинальная, наибольшая (максимальная), наименьшая (минимальная), действительная, средняя]
E	ES, EI, $E_д$, $E_с$	Отклонение размера отверстия (верхнее, нижнее, действительное, среднее)
e	es, ei, $e_д$, $e_с$	Отклонение размера вала (верхнее, нижнее, действительное, среднее)
Δ	ΔS, ΔI, $\Delta_д$, $\Delta_с$	Отклонение размера (верхнее, нижнее, действительное, среднее)
S	S_{max}, S_{min}, $S_д$, $S_с$	Зазор [наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний]
N	N_{max}, N_{min}, $N_д$, $N_с$	Натяг [наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний]
T	T_D, T_d, T_S, T_N, T_L	Допуск (отверстия, вала, зазора, натяга, длины элемента)
IT	$IT1$, $IT2$ и т. д.	Допуск размера по соответствующему квалитету

Глава 1. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ПЛОСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

СОЕДИНЕНИЕ. ОТВЕРСТИЕ И ВАЛ. ПОСАДКА. ЗАЗОР. НАТЯГ

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. Это объясняется широким использованием в механизмах низших кинематических пар и технологическими соображениями, так как существующие станки приспособлены в основном для обработки простейших поверхностей и их комбинаций. Простейшие геометрические тела, составляющие детали, будем называть их элементами.

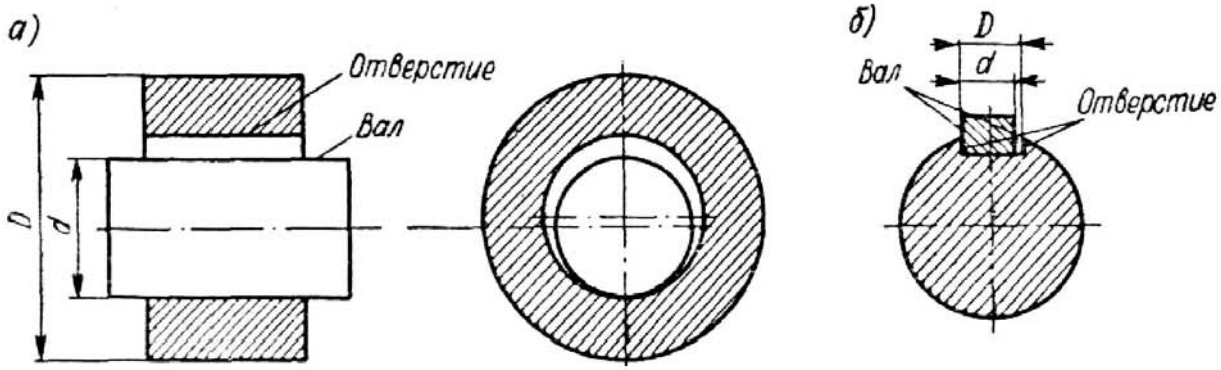


Рис. 1.1

Две детали, элементы которых входят друг в друга, образуют *соединение*. Такие детали называются *сопрягаемыми деталями*, а поверхности соединяемых элементов — *сопрягаемыми поверхностями*. Поверхности тех элементов деталей, которые не входят в соединение с поверхностями других деталей, называются *несопрягаемыми поверхностями*. Соединения подразделяются по геометрической форме сопрягаемых поверхностей. Соединение деталей, имеющих сопрягаемые цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением, называется *гладким цилиндрическим* (рис. 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. 1.1, *б*). Другие типы соединений рассмотрены в гл. 4.

В соединении элементов двух деталей один из них является внутренним (охватывающим), другой — наружным (охватываемым). В системе допусков и посадок гладких соединений всякий наружный элемент условно называется *валом*, всякий внутренний — *отверстием*. Термины «отверстие» и «вал» применяются и к несопрягаемым элементам.

Под *размером* элементов, образующих гладкие соединения, и аналогичных несопрягаемых элементов понимается: в цилиндрических соединениях — диаметр, в плоских — расстояние между параллельными плоскостями по нормали к ним. В более узком смысле в системе допусков и посадок размер — числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. д.) в выбранных единицах измерения (в машиностроении обычно в миллиметрах).

Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей, или *посадку*, т. е. большую или меньшую свободу относительного

перемещения деталей или степень сопротивления их взаимному смещению. Разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, называется *зазором* (рис. 1.2, *а*)

$$S = D - d. \tag{1.1}$$

Зазор характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей соединения. Разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия, называется *натягом* (рис. 1.2, *б*)

$$N = d - D. \tag{1.2}$$

Натяг характеризует степень сопротивления взаимному смещению деталей в соединении. В необходимых случаях зазор может быть выражен как натяг со знаком минус ($S = -N$), а натяг — как зазор со знаком минус ($N = -S$).

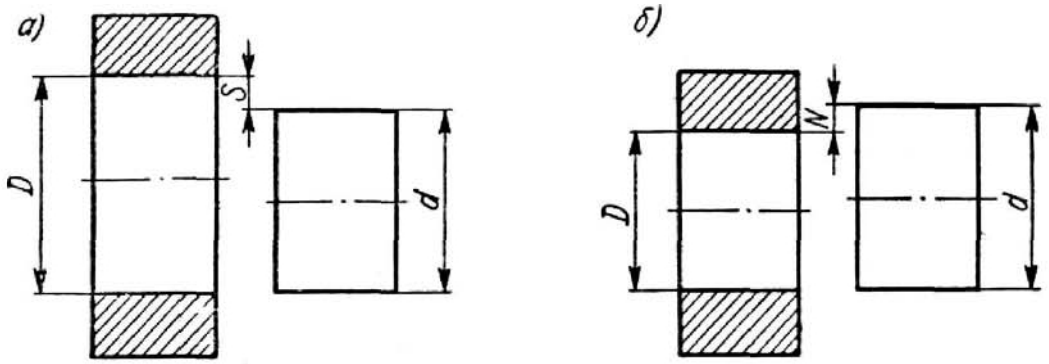


Рис. 1.2

ТОЧНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН. ОСНОВНОЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ

При проектировании деталей машин их геометрические параметры задаются размерами элементов, а также формой и взаимным расположением их поверхностей. При изготовлении возникают отступления геометрических параметров реальных деталей от идеальных (запроектированных) значений. Эти отступления называются *погрешностями*. Погрешности могут возникнуть также в процессе хранения и эксплуатации машин под воздействием внешней среды, внутренних изменений в структуре материала, износа и т. д.

Степень приближения действительных параметров к идеальным называется *точностью*. Понятия о точности и погрешности взаимосвязаны. Точность характеризуется действительной погрешностью (действительная точность) или пределами, ограничивающими значение погрешности (нормированная точность). Чем у́же эти пределы, тем меньше погрешности, тем выше точность.

Точность деталей по геометрическим параметрам есть совокупное понятие, подразделяющееся по следующим признакам:

1) точности размеров элементов;
2) точности формы поверхностей элементов (макрогеометрии поверхности);
3) точности по шероховатости поверхности (микрогеометрии);
4) точности взаимного расположения элементов.

Конструктор должен исходить из того, что погрешности параметров не только неизбежны, но и допустимы в определенных пределах, при которых деталь еще удовлетворяет требованиям правильной сборки и функционирования машины. Нельзя требовать получения абсолютно точного идеального значения параметра, т. е. нулевой погрешности, так как это требование неосуществимо в реальных условиях изготовления и измерения. Нельзя также ограничиться установлением одних только идеальных значений параметров деталей, так как при изготовлении могут возникнуть столь большие погрешности, что деталь не будет удовлетворять своему служебному назначению. Конструктор должен решить две неразрывные задачи: установить идеальные значения параметров детали и нормировать

точность изготовления этих параметров путем назначения пределов, ограничивающих их погрешности. Эти пределы в процессе изготовления контроля деталей являются критериями их годности. Сложность задачи по назначению пределов для допустимых погрешностей состоит в том, что ее решение требует от конструктора всестороннего учета как условий функционирования и эксплуатации изделия, так и условий его изготовления и сборки. Условия эти противоречивы: для правильного функционирования может требоваться сужение пределов допускаемых погрешностей, а для экономичного изготовления — расширение. Критерием оптимального решения данной задачи является обеспечение работоспособности изделия при минимальной суммарной стоимости его изготовления и эксплуатации.

Погрешности размера, формы, шероховатости и расположения поверхностей в процессе изготовления возникают под действием ряда причин [37], среди которых следует отметить:

1) погрешности станка;
2) погрешности обрабатывающего инструмента и приспособлений;
3) износ инструмента;
4) упругие деформации в системе станок—приспособление—инструмент—деталь (системе СПИД);
5) температурные деформации системы СПИД;
6) погрешности, зависящие от выбранной технологической схемы и режимов обработки;
7) погрешности измерения, включая погрешности измерительных средств;
8) неоднородность размеров, жесткости, материала и другие погрешности заготовок.

Погрешности изготовления для совокупности деталей, составляющих обрабатываемую партию, можно разделить на группы:

1) *систематические постоянные погрешности*, имеющие одинаковые числовые значения для всей рассматриваемой совокупности, вызванные воздействием факторов, сохраняющих постоянное значение в процессе обработки партии, например погрешности из-за неправильной настройки станка;

2) *систематические переменные погрешности*, закономерно изменяющиеся по ходу технологического процесса, например погрешности, вызванные износом инструмента или температурными деформациями системы СПИД, являющимися функцией от времени обработки;

3) *случайные погрешности*, или погрешности рассеяния, имеющие для отдельных деталей партии различные значения; определить заранее момент появления того или иного значения случайной погрешности не представляется возможным. Случайные погрешности вызываются действием факторов, подверженных колебаниям случайного характера, или же действием большого числа факторов, в том числе и систематических, если их вступление в процесс и выключение из него носят случайный характер [37].

Если систематические погрешности могут быть выявлены и в ряде случаев устранены в процессе подготовки производства или изготовления, то выявление случайных погрешностей требует специального изучения средств и условий изготовления деталей на основе методов математической статистики, а полное их исключение невозможно.

Случайные погрешности для совокупности деталей можно описать с помощью ряда статистических характеристик, среди которых следует отметить:

центр группирования, или среднее арифметическое значение рассматриваемого параметра (например, размера вала) совокупности деталей

$$\bar{d} = \frac{d_{д1} + d_{д2} + \cdots + d_{дn}}{n}, \qquad (1.3)$$

где $d_{д1}$, $d_{д2}$ — действительные размеры деталей; n — число деталей;

среднее квадратическое отклонение случайного значения параметра от центра группирования, характеризующее рассеяние или разброс отклонений x_i,

$$\sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_n^2}{n}}, \tag{1.4}$$

где x_i — отклонение случайного значения от центра группирования: $x_1 = d_{д1} - \bar{d}$; $x_2 = d_{д2} - \bar{d}$ и т. д.

Закон распределения случайных погрешностей в виде уравнения и соответствующей кривой устанавливает зависимость между значением случайной

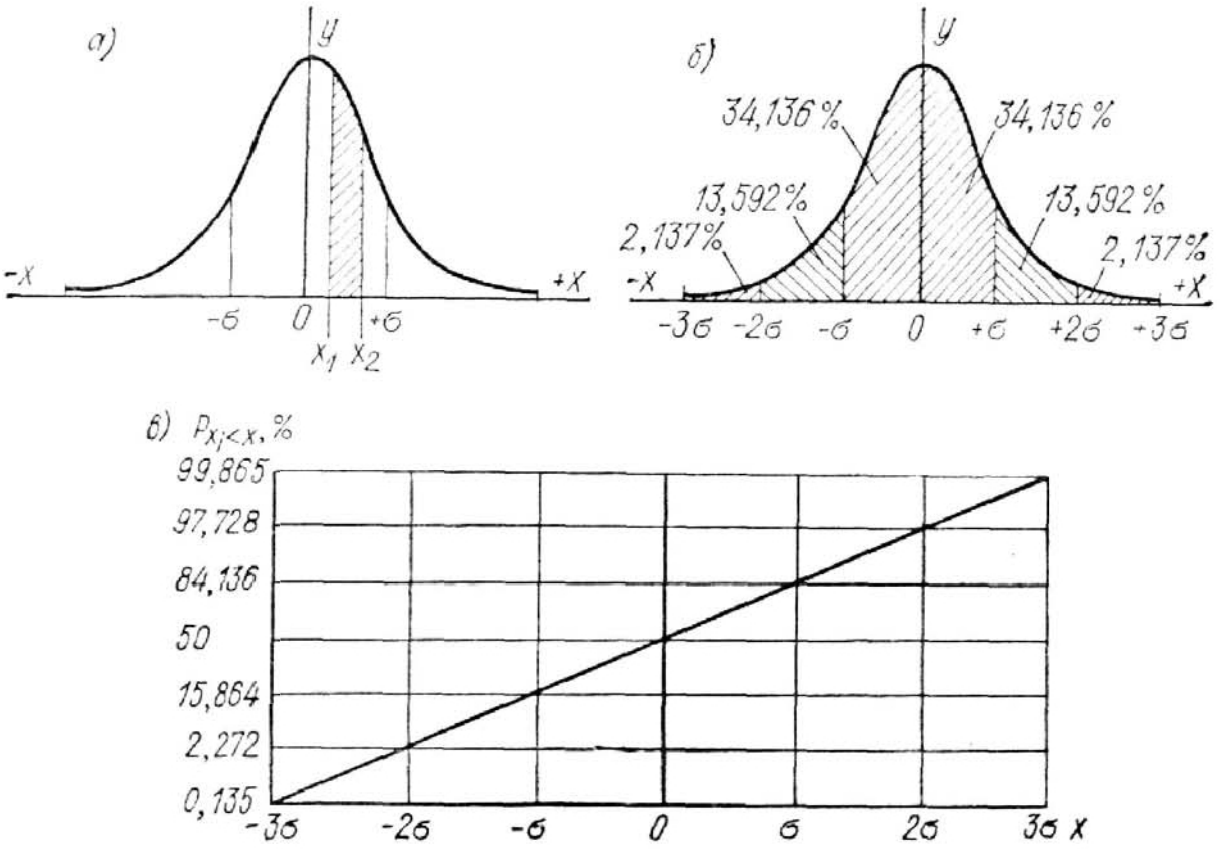


Рис. 1.3

погрешности и вероятностью ее появления. В качестве закона распределения случайных погрешностей размера при установившихся процессах изготовления деталей практически чаще других встречается *закон нормального распределения*, характеризующийся кривой, приведенной на рис. 1.3, *а* и расположенной симметрично относительно центра группирования [1]. Уравнение кривой нормального распределения (кривой Гаусса)

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp -\frac{x^2}{2\sigma^2}, \tag{1.5}$$

где y — плотность вероятности случайной погрешности.

Вероятность получения случайной погрешности со значениями, лежащими в пределах от x_1 до x_2 $\left(P_{x_1 \leqslant x_i \leqslant x_2}\right)$ определяется площадью, заключенной между кривой плотности вероятности, осью абсцисс и ординатами точек x_1 и x_2 (на рис. 1.3, *а* заштрихована). Эту вероятность можно определить с помощью интегральной функции вероятности $\Phi(z)$, выражающей вероятность того, что

[1] О других встречающихся в производственной практике законах распределения случайных погрешностей см. гл. 3 и [3].

случайное значение x_i будет меньше задаваемого значения x (табл. 1.1). Аргументом функции $\Phi(z)$ является безразмерное отношение $z = x/\sigma$. Таким образом,

$$P_{x_1 \leqslant x_i \leqslant x_2} = P_{0 \leqslant x_i \leqslant x_2} - P_{0 \leqslant x_i \leqslant x_1} = \Phi(z_2) - \Phi(z_1), \qquad (1.6)$$

где $z_1 = x_1/\sigma$; $z_2 = x_2/\sigma$, а значения $\Phi(z)$ могут быть определены по табл. 1.1. Для отрицательных значений z $\Phi(-z) = -\Phi(z)$. Вся площадь под кривой плотности вероятностей в диапазоне $-\infty < z < +\infty$ равна 1.

1.1. Значения функции $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \exp -\frac{z^2}{2}\, dz$ [11]

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,01	0,0040	0,31	0,1217	0,72	0,2642	1,80	0,4641
0,02	0,0080	0,32	0,1255	0,74	0,2703	1,85	0,4678
0,03	0,0120	0,33	0,1293	0,76	0,2764	1,90	0,4713
0,04	0,0160	0,34	0,1331	0,78	0,2823	1,95	0,4744
0,05	0,0199	0,35	0,1368	0,80	0,2881	2,00	0,4772
0,06	0,0239	0,36	0,1406	0,82	0,2939	2,10	0,4821
0,07	0,0279	0,37	0,1443	0,84	0,2995	2,20	0,4861
0,08	0,0319	0,38	0,1480	0,86	0,3051	2,30	0,4893
0,09	0,0359	0,39	0,1517	0,88	0,3106	2,40	0,4918
0,10	0,0398	0,40	0,1554	0,90	0,3159	2,50	0,4938
0,11	0,0438	0,41	0,1591	0,92	0,3212	2,60	0,4953
0,12	0,0478	0,42	0,1628	0,94	0,3264	2,70	0,4965
0,13	0,0517	0,43	0,1664	0,96	0,3315	2,80	0,4974
0,14	0,0557	0,44	0,1700	0,98	0,3365	2,90	0,4981
0,15	0,0596	0,45	0,1736	1,00	0,3413	3,00	0,49865
0,16	0,0636	0,46	0,1772	1,05	0,3531	3,20	0,49931
0,17	0,0675	0,47	0,1808	1,10	0,3643	3,40	0,49966
0,18	0,0714	0,48	0,1844	1,15	0,3749	3,60	0,49984
0,19	0,0753	0,49	0,1879	1,20	0,3849	3,80	0,499928
0,20	0,0793	0,50	0,1915	1,25	0,3944	4,00	0,499968
0,21	0,0832	0,52	0,1985	1,30	0,4032	4,50	0,499997
0,22	0,0871	0,54	0,2054	1,35	0,4115	5,00	0,4999997
0,23	0,0910	0,56	0,2123	1,40	0,4192		
0,24	0,0948	0,58	0,2190	1,45	0,4265		
0,25	0,0987	0,60	0,2257	1,50	0,4332		
0,26	0,1020	0,62	0,2324	1,55	0,4394		
0,27	0,1064	0,64	0,2389	1,60	0,4452		
0,28	0,1103	0,66	0,2454	1,65	0,4505		
0,29	0,1141	0,68	0,2517	1,70	0,4554		
0,30	0,1179	0,70	0,2580	1,75	0,4599		

На рис. 1.3, *б* показана вероятность получения случайных погрешностей в различных диапазонах значений при законе нормального распределения. Основная масса деталей (68%) получается с размерами, лежащими в зоне $\pm\sigma$ относительно центра группирования. Вероятность появления погрешностей со значениями, превышающими $\pm 3\sigma$, составляет всего 0,27%. Этой величиной обычно пренебрегают и принимают, что практическая зона рассеяния размеров при обработке составляет $\pm 3\sigma$ или 6σ.

Вероятность получения случайной величины в различных диапазонах значений можно удобно определять с помощью специальных номограмм [5]. По оси абсцисс (рис. 1.3, *в*), имеющей равномерную шкалу, откладываются значения случайной величины x, а по оси ординат — значения интегральной функции вероятностей $P_{x_i<x}$ (от 0 до 100%). Ось ординат имеет трансформированную шкалу вероятностей, для которой график интегральной функции $P_{x_i<x}$ обращается в прямую линию (наклонная линия на рис. 1.3, *в*). Вероятность получения x_i в пределах $x_1 - x_2$

$$P_{x_1<x_i<x_2} = P_{x_i<x_2} - P_{x_i<x_1}. \qquad (1.6а)$$

Например, вероятность получения x_i в пределах $\pm 2\sigma$ по номограмме равна: 97,728—2,272 = 95,456%.

Подробная методика и примеры применения номограмм для определения вероятности получения зазоров или натягов посадок в различных, интересующих конструктора границах, приведены в работе [5].

ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ. ДОПУСК РАЗМЕРА

Действительным размером ($D_д$, $d_д$) называется размер, установленный измерением детали с допускаемой погрешностью [1]. Два предельно допускаемых размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали, называются *предельными размерами*. Деталь считается годной и в том случае, если действительный размер равен предельному. Больший из двух предельных размеров называется *наибольшим предельным размером* (D_{max}, d_{max}), меньший — *наименьшим предельным размером* (D_{min}, d_{min}) — рис. 1.4.

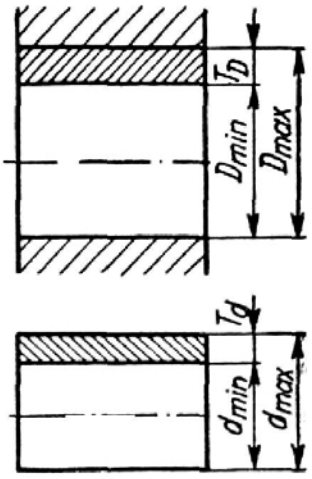


Рис. 1.4

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется *допуском* размера:

для отверстия

$$T_D = D_{max} - D_{min}; \qquad (1.7)$$

для вала

$$T_d = d_{max} - d_{min}. \qquad (1.8)$$

Допуск является мерой точности размера. Чем меньше допуск, тем выше требуемая точность детали, тем меньше допускается колебание действительных размеров деталей и, следовательно, колебание зазоров или натягов в соединении. И, наоборот, низкая точность характеризуется большим допуском. Допуск непосредственно влияет на трудоемкость изготовления и себестоимость деталей. Чем больше допуск, тем проще и дешевле изготовление. От допуска в значительной степени зависит выбор оборудования и средств контроля, разрядность рабочей силы, производительность обработки (о выборе допуска см. п. 1.6).

Два предельных размера детали в ряде случаев целесообразно подразделять на *проходной* и *непроходной* пределы. *Проходной предел* — это определение, применимое к тому из двух предельных размеров, который соответствует максимальному количеству материала детали: к нижнему пределу для отверстия (D_{min}) и верхнему пределу для вала (d_{max}). В случае контроля деталей предельными калибрами (см. п. 1.3) проходной предел соответствует предельному размеру, проверяемому проходным калибром. *Непроходной* предел — определение, применяемое к тому из двух предельных размеров, который соответствует минимальному

[1] О допускаемой погрешности измерения см. п. 1.3.

количеству материала детали и проверяется непроходным калибром: к верхнему пределу для отверстия (D_{max}) и нижнему пределу для вала (d_{min}).

Понятия о действительном и предельном размерах требуют дополнительных разъяснений, которые учитывали бы неизбежные отклонения формы реальных поверхностей. Отклонения формы приводят к тому, что действительный размер (который определяется как расстояние между диаметрально противоположными точками поверхности в нормальном сечении, проверяемое двухконтактным средством измерения) в различных сечениях и точках поверхности одной и той же детали может быть неодинаков. Таким образом, реальный элемент детали характеризуется не одним, а совокупностью действительных размеров. Предельными размерами должны быть ограничены все действительные размеры рассматриваемого элемента. Для сопрягаемых элементов и этого условия недостаточно, поскольку могут быть такие отклонения формы (например, изогнутость, — см. п. 2.2), при которых ни один из действительных размеров не характеризует возможностей соединения с сопрягаемой деталью и получающихся в соединении зазоров или натягов. Например, изогнутый валик, показанный на рис. 1.5, нельзя свободно ввести в отверстие правильной формы с таким же диаметром ($D_д = d_д$). Сборка без усилия с сохранением возможности взаимного перемещения вала и отверстия в данном случае может быть при условии, что $D_д \geqslant d'_д$, где $d'_д$ — диаметр описанного вокруг вала цилиндра с длиной L, равной осевой длине соединения. Этот цилиндр имитирует сопрягаемую деталь — отверстие правильной формы, находящееся в плотном соединении (с нулевым зазором и натягом) с данным валом. Поэтому применительно к цилиндрическим сопрягаемым отверстиям и валам предельные размеры должны истолковываться следующим образом. *Для отверстий* диаметр наибольшего правильного воображаемого цилиндра, который может быть вписан в отверстие так, чтобы плотно контактировать с наиболее выступающими точками его поверхности, не должен быть меньше, чем проходной предел размера (D_{min}), а наибольший действительный диаметр отверстия в любой точке не должен быть больше, чем непроходной предел размера (D_{max}). *Для валов* диаметр наименьшего правильного воображаемого цилиндра, который может быть описан вокруг вала так, чтобы плотно контактировать с наиболее выступающими точками его поверхности, не должен быть больше, чем проходной предел размера (d_{max}), а наименьший действительный диаметр вала в любой точке не должен быть меньше, чем непроходной предел размера (d_{min}). Такое истолкование предельных размеров, известное как принцип подобия, или правило Тейлора, позволяет ограничить пределами допуска размера любые отклонения формы сопрягаемых поверхностей и положено в основу проектирования предельных калибров (см. п. 1.3).

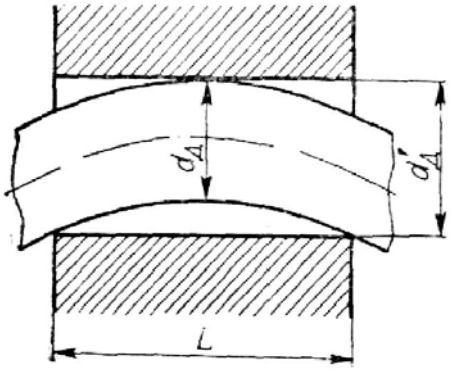


Рис. 1.5

НОМИНАЛЬНЫЙ РАЗМЕР. ОТКЛОНЕНИЯ. ПОЛЕ ДОПУСКА

При построении системы допусков и посадок, выполнении чертежей и измерениях размер, как правило, удобнее выражать не в абсолютной форме — полным числовым значением, — а с помощью отклонения его от номинального размера.

Номинальным размером ($D_н$, $d_н$) называется размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяются предельные размеры. Номинальный размер указывают в чертежах деталей. Он выбирается не произвольно, а исходя из функционального назначения детали путем расчета (на прочность, жесткость и т. п.) и на основе других конструктивных и технологических соображений. При этом расчетное значение размера должно округляться до ближайшего нормального линейного размера (см. табл. 1.2), большего или меньшего, а при расчете на прочность — только до ближайшего большего.

Отклонением размера называется алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т. д.) и соответствующим номинальным размером. Отклонения, в отличие от размеров, которые всегда выражаются положительными числами, могут быть и положительными (со знаком плюс), если размер

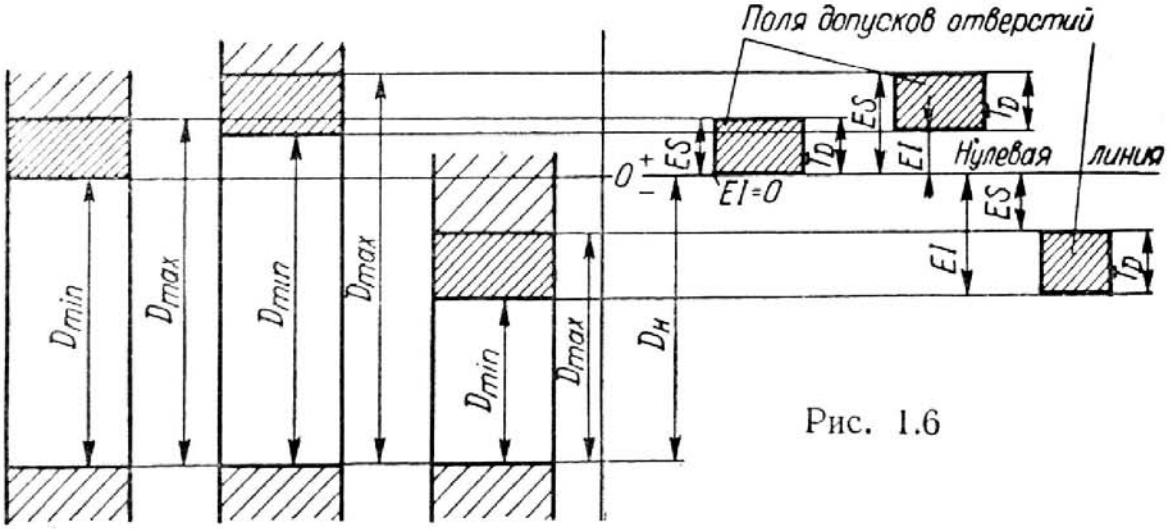


Рис. 1.6

больше номинального, и отрицательными (со знаком минус), если размер меньше номинального. Если размер равен номинальному размеру, то его отклонение равно нулю.

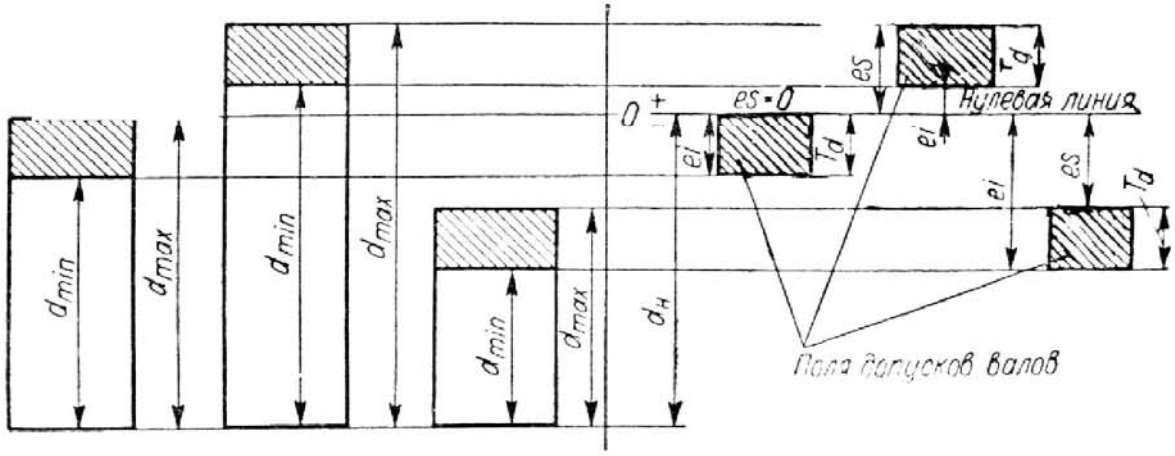


Рис. 1.7

Действительным отклонением называется алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами:

для отверстия

$$E_д = D_д - D_н; \tag{1.9}$$

для вала

$$e_д = d_д - d_н. \tag{1.10}$$

Предельным отклонением называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения, применяя при этом краткие термины — верхнее и нижнее отклонения. *Верхнее отклонение* — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами (рис. 1.6 и 1.7):

для отверстия

$$ES = D_{max} - D_н; \tag{1.11}$$

для вала

$$es = d_{max} - d_н. \tag{1.12}$$

Нижнее отклонение — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами (рис. 1.6 и 1.7):

для отверстия

$$EI = D_{min} - D_н; \tag{1.13}$$

для вала

$$ei = d_{min} - d_н. \tag{1.14}$$

При необходимости, пользуясь формулами (1.11)—(1.14), по номинальному размеру и отклонению можно подсчитать соответствующий предельный размер

$$D_{max} = D_н + ES; \tag{1.11а}$$

$$D_{min} = D_н + EI; \tag{1.13а}$$

$$d_{max} = d_н + es; \tag{1.12а}$$

$$d_{min} = d_н + ei. \tag{1.14а}$$

В эти формулы отклонения должны подставляться со своими знаками.

Допуск размера также может быть определен через предельные отклонения как алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями:

$$T_D = ES - EI; \tag{1.15}$$

$$T_d = es - ei. \tag{1.16}$$

По предельным размерам или предельным отклонениям можно определить средний размер (D_c, d_c) или среднее отклонение (E_c, e_c):

$$D_c = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}; \tag{1.17}$$

$$d_c = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}; \tag{1.18}$$

$$E_c = \frac{ES + EI}{2}; \tag{1.19}$$

$$e_c = \frac{es + ei}{2}. \tag{1.20}$$

Понятия о номинальном размере и отклонениях упрощает графическое изображение допусков и посадок в виде *схем расположения полей допусков* (см. рис. 1.6 и 1.7). На схемах в условном масштабе откладываются предельные отклонения относительно *нулевой линии* — линии, соответствующей номинальному размеру. Обычно нулевую линию проводят горизонтально. Тогда вверх от нулевой линии откладываются положительные отклонения, вниз — отрицательные. Независимо от знаков предельных отклонений для одного и того же элемента детали линия верхнего отклонения всегда выше линии нижнего отклонения. Зона, заключенная между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям, называется *полем допуска*. Термин «поле допуска» можно применять и не связывая его с графическим изображением допусков и посадок. В этом случае под полем допуска понимают интервал значений, ограниченный верхним и нижним отклонениями, в пределах которого допускаются действительные отклонения размера детали. Поле допуска — понятие более широкое, чем допуск. Поле допуска характеризуется своей величиной (допуском) и расположением относительно номинального размера. При одном и том же допуске могут быть разные по расположению поля допусков.

ТИПЫ ПОСАДОК. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗАЗОРЫ И НАТЯГИ. ДОПУСК ПОСАДКИ

Вследствие колебания размеров деталей при изготовлении значения зазоров и натягов при сборке деталей также будут колебаться. Действительным зазором или действительным натягом называются соответственно зазор или натяг, определяемые разностью действительных размеров отверстия и вала по формулам (1.1) и (1.2). В соединениях, где необходим зазор, действительный зазор должен находиться между двумя предельными значениями, называемыми *наименьшим* и *наибольшим зазорами* (S_{min} и S_{max}), которые определяются исходя из служебного назначения соединения. Соответственно в соединениях, где необходим натяг, действительный натяг должен находиться между двумя предельными значениями, называемыми *наименьшим* и *наибольшим натягами* (N_{min} и N_{max}), которые определяются исходя из служебного назначения соединения.

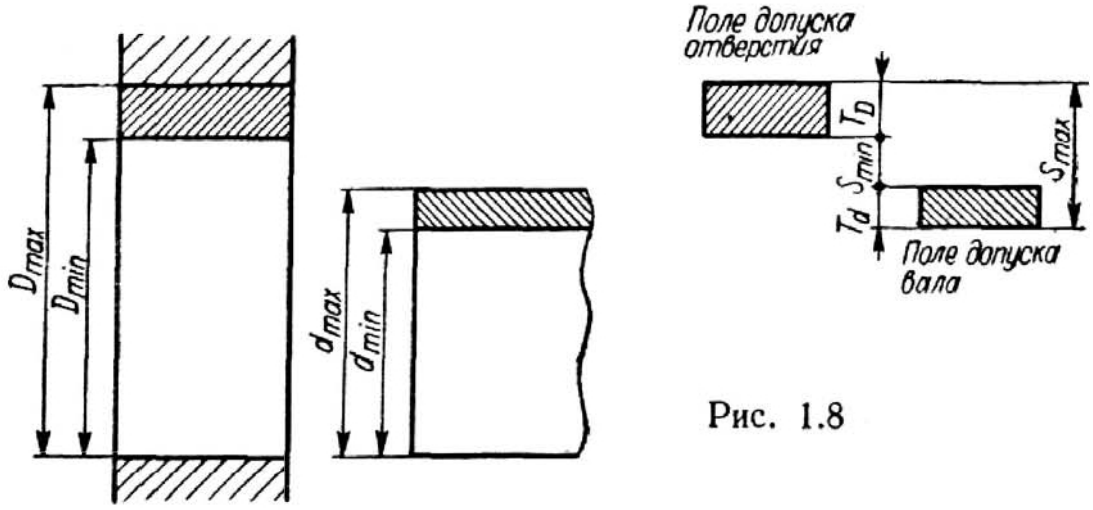


Рис. 1.8

Предельные зазоры или натяги чертежами непосредственно не устанавливаются. Для того чтобы обеспечить независимое изготовление деталей соединения, а на сборке получить зазоры или натяги в требуемых пределах без дополнительной пригонки или регулировки деталей, конструктор должен назначить посадку в виде определенного сочетания полей допусков отверстия и вала. При назначении посадок номинальный размер для отверстия и вала, составляющих соединение, является общим (одинаковым) и называется *номинальным размером соединения* ($d_{н.с} = D_н = d_н$). Предельные зазоры и натяги в посадке в этом случае могут быть рассчитаны как по разности предельных размеров отверстия и вала, так и по разности их предельных отклонений.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала различают посадки трех типов: с зазором, натягом и переходные.

Посадкой с зазором называется посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. В посадке с зазором поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (рис. 1.8). Для посадок с зазором:

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es; \tag{1.21}$$

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei. \tag{1.22}$$

Допуск зазора

$$T_S = S_{max} - S_{min} = (ES - EI) + (es - ei) = T_D + T_d. \tag{1.23}$$

Значение S_{min} иногда называют «гарантированным зазором». К посадкам с зазором относятся также и так называемые скользящие посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала. Для них $S_{min} = 0$.

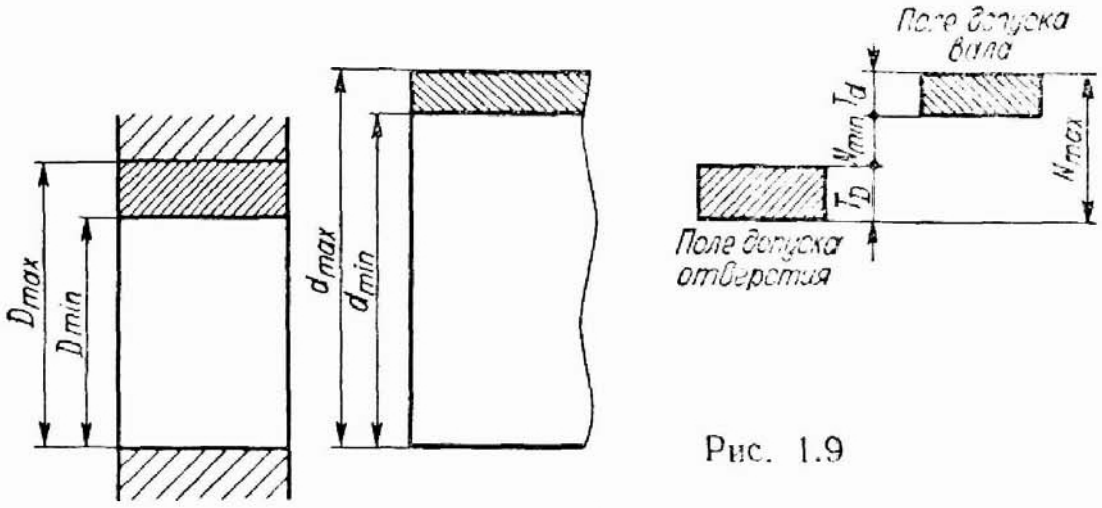


Рис. 1.9

Посадкой с натягом называется посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении. В такой посадке поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала (рис. 1.9). Для посадок с натягом:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES; \tag{1.24}$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI. \tag{1.25}$$

Допуск натяга

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = (es - ei) + (ES - EI) = T_D + T_d. \tag{1.26}$$

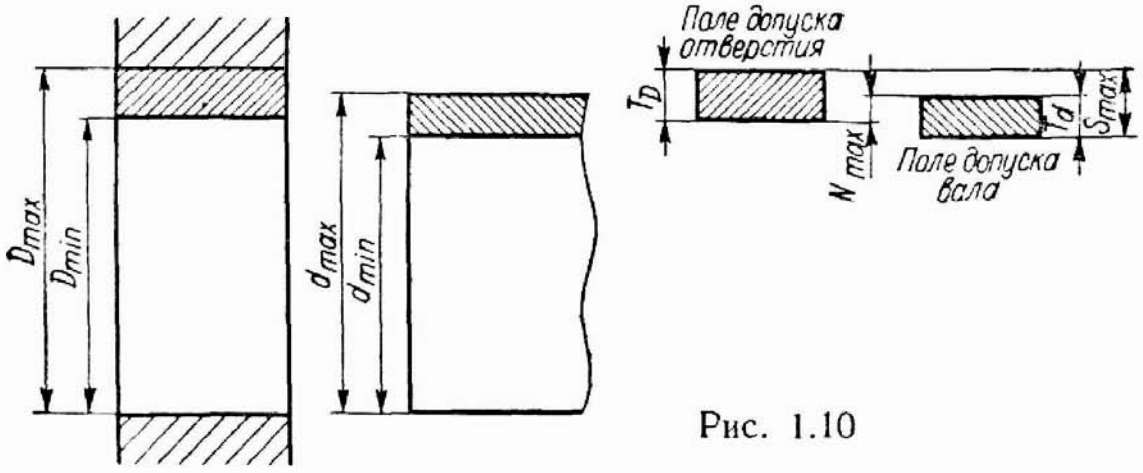


Рис. 1.10

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга. В такой посадке поля допусков отверстия и вала полностью или частично перекрывают друг друга (рис. 1.10). Переходные посадки характеризуются наибольшими значениями натяга и зазора:

$$N_{\max} = es - EI; \tag{1.27}$$

$$S_{\max} = ES - ei. \tag{1.28}$$

Наибольший зазор переходной посадки часто представляют в виде отрицательного наименьшего натяга, т. е.

$$N_{\min} = -S_{\max} = ei - ES$$

Допуск посадки (допуск натяга или допуск зазора) для переходной посадки

$$T_N = T_S = N_{\max} - N_{\min} = S_{\max} - S_{\min} =$$

$$= (ES - EI) + (es - ei) = T_D + T_d. \tag{1.29}$$

Таким образом, для любой посадки, независимо от ее типа, *допуск посадки* есть сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

При расчете и выборе посадок конструктора могут интересовать не только предельные зазоры и натяги, но и средние, обычно наиболее вероятные, зазоры и натяги.

Средний зазор есть среднее арифметическое между наибольшим и наименьшим зазорами:

$$S_c = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}, \tag{1.30}$$

или

$$S_c = E_c - e_c. \tag{1.30а}$$

Средний натяг есть среднее арифметическое между наибольшим и наименьшим натягами:

$$N_c = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}, \tag{1.31}$$

или

$$N_c = e_c - E_c. \tag{1.31а}$$

В переходных посадках средний натяг рассчитывают по формулам:

$$N_c = \frac{N_{max} + N_{min}}{2} = \frac{N_{max} - S_{max}}{2}, \tag{1.32}$$

или

$$N_c = e_c - E_c \tag{1.32а}$$

(результат со знаком минус будет означать, что среднее значение для посадки соответствует зазору).

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСАДОК

Формулы (1.21)—(1.29) соответствуют методу расчета посадки на максимум — минимум. Более точное представление о посадке дают вероятностные значения предельных и средних зазоров или натягов и допуска посадки, определенные с учетом характеристик рассеяния размеров деталей.

При ориентировочных проектных расчетах, когда заранее неизвестны параметры распределения погрешностей размеров отверстия и вала, образующих соединение, достаточен приближенный метод (рис. 1.11) [1, 5, 13]. В его основу положено предположение, что размеры отверстия и вала распределяются по нормальному закону с центром группирования в середине поля допуска (E_c и e_c) и средним квадратическим отклонением, равным $\frac{1}{6} T$ (т. е. $T_D = 6\sigma_D$, $T_d = 6\sigma_d$). Тогда значения зазора или натяга также будут распределяться по нормальному закону симметрично относительно среднего значения (S_c или N_c), определяемого по формулам (1.30а), (1.31а), (1.32а). Среднее квадратическое отклонение для посадки (σ_S или σ_N)

$$\sigma_S = \sigma_N = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2}. \tag{1.33}$$

Вероятностный допуск посадки $\left(T_S^{в} \text{ или } T_N^{в}\right)$

$$T_S^{в} = T_N^{в} = 6\sigma_{S\,(N)} = \sqrt{T_D^2 + T_d^2}. \tag{1.34}$$

Вероятностные предельные зазоры или натяги:

$$\left.\begin{aligned} S^{\text{в}}_{\max} &= S_{\text{c}} + 3\sigma_S = S_{\text{c}} + \frac{T^{\text{в}}_S}{2}\ ; \\ S^{\text{в}}_{\min} &= S_{\text{c}} - 3\sigma_S = S_{\text{c}} - \frac{T^{\text{в}}_S}{2}\ ; \\ N^{\text{в}}_{\max} &= N_{\text{c}} + 3\sigma_N = N_{\text{c}} + \frac{T^{\text{в}}_N}{2}\ ; \\ N^{\text{в}}_{\min} &= N_{\text{c}} - 3\sigma_N = N_{\text{c}} - \frac{T^{\text{в}}_N}{2}\ . \end{aligned}\right\} \qquad (1.35)$$

При известных иных исходных условиях уточненные вероятностные характеристики посадки можно получить на основе расчета размерных цепей (см. п. 3.5, ч. II).

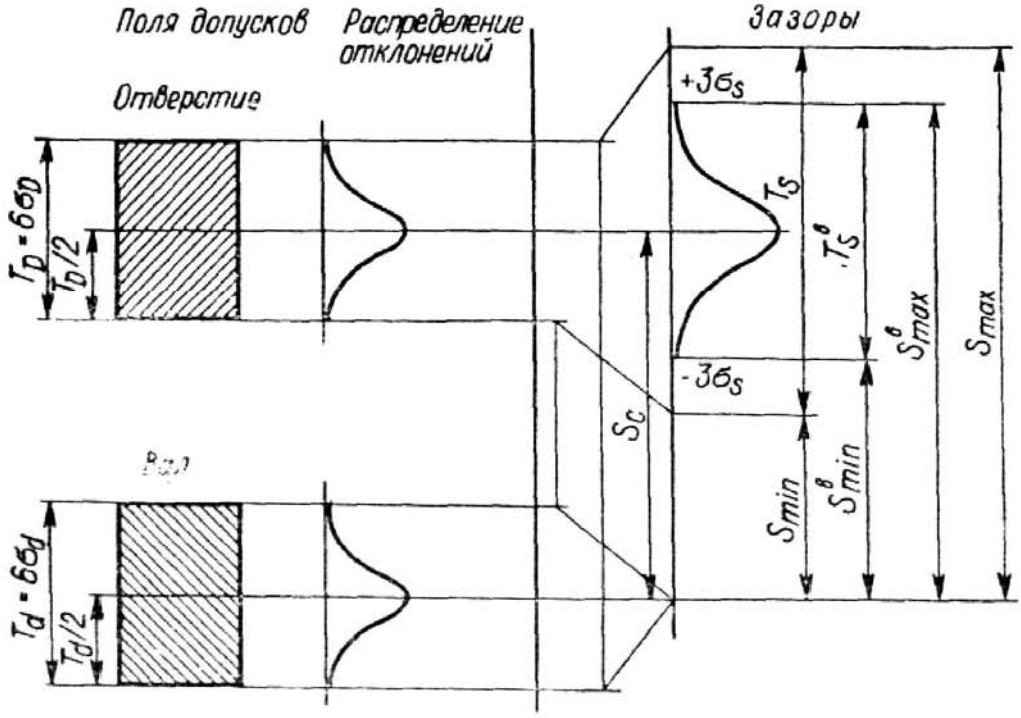


Рис. 1.11

СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК. СТЕПЕНИ ТОЧНОСТИ. СИСТЕМА ОТВЕРСТИЯ. СИСТЕМА ВАЛА

Системой допусков и посадок называется закономерно построенная совокупность стандартизованных допусков и предельных отклонений размеров деталей, а также посадок, образованных отверстиями и валами, имеющими стандартные предельные отклонения. Системы допусков и посадок разрабатываются по отдельным типам соединений, например для гладких цилиндрических и плоских соединений, для гладких конических, шпоночных, шлицевых и других соединений. В пределах соответствующего типа соединений область применения системы допусков и посадок обычно не ограничивается какими-либо конкретными видами машин или приборов, материалов деталей и другими условиями.

Стандартизация систем допусков и посадок и их применение при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте машин и приборов дает большой технико-экономический эффект. Система допусков и посадок прежде всего сводит к достаточному минимуму количество различных полей допусков для размеров деталей, устанавливая тем самым технически и экономически обоснованную гра-

дацию числовых значений допусков деталей, зазоров и натягов в посадках. Это наряду со стандартизацией номинальных размеров (см. п. 1.2) создает необходимую основу для сокращения типоразмеров деталей, их унификации, организации специализированного производства деталей и сборочных единиц общемашиностроительного применения. Ограниченный набор полей допусков и деталей является основой стандартизации и специализированного производства размерных (рассчитанных на изготовление и контроль размеров в заранее установленных пределах) режущих инструментов и калибров.

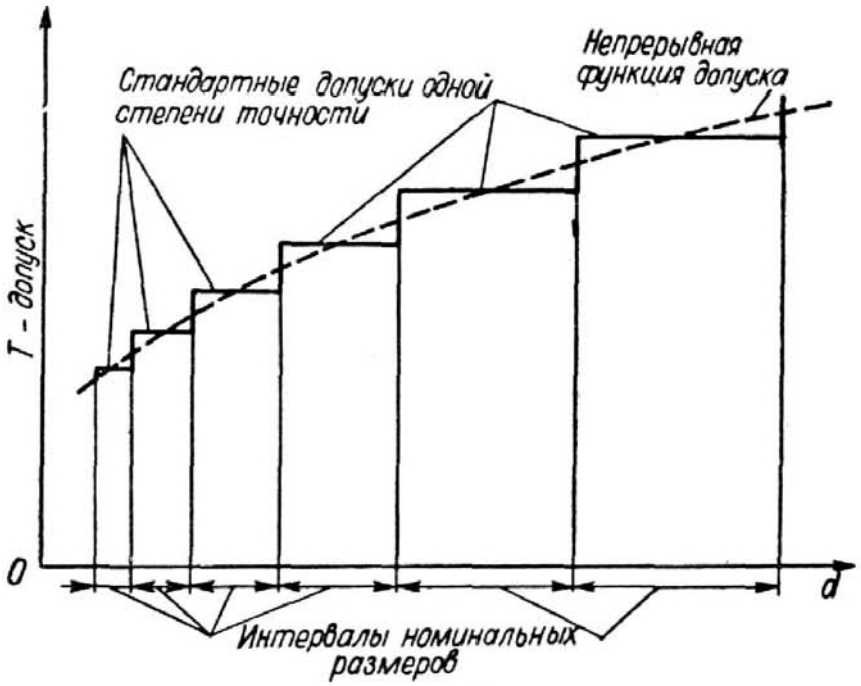


Рис. 1.12

Выбор и назначение допусков и посадок по стандартным системам требует от конструкторов меньше времени, обоснований и проверок по сравнению с внесистемными, так называемыми специальными допусками и посадками. Уже при построении системы в нее закладываются обобщенные функциональные и технологические закономерности, учитывающие наиболее распространенные разновидности соединений и влияние размерных параметров деталей на характер и требуемую точность соединений. Дальнейшая рационализация достигается тем, что стандартные наборы допусков и посадок облегчают систематизацию опыта их назначения и разработку различных руководств, методик и рекомендаций по выбору допусков и посадок, обучение конструкторов и производственного персонала. Условные обозначения допусков и посадок, устанавливаемые в стандартных системах, упрощают оформление чертежей и другой технической документации, облегчают маркировку инструментов и калибров.

Таким образом, ограничения, налагаемые системой допусков и посадок на выбор числовых значений допусков, предельных отклонений, зазоров и натягов, конструктор должен рассматривать не как препятствие в реализации технических замыслов, а как средство повышения эффективности конструкторского труда и производства машин и приборов в целом. Общее правило состоит в том, что стандартный допуск проще и дешевле выбрать и назначить при проектировании и обеспечить при изготовлении, чем специальный. Применение специальных допусков и посадок должно быть технически и экономически обосновано.

При построении различных систем допусков и посадок используются некоторые общие понятия, изложенные ниже.

Градация допусков в системе устанавливается в виде набора *степеней* или *классов точности*. Под степенью точности (классом точности) понимается совокупность допусков, соответствующих одному уровню точности для всех номинальных размеров (рис. 1.12). Степени точности обычно обозначают числами — поряд-

ковыми номерами. В каждой степени точности допуск подсчитывается по уравнению, связывающему его с одним (в некоторых типах соединений — несколькими) размерным параметром соединения. Чтобы представить значения непрерывной функции допуска в табличной форме, удобной для построения и применения системы, весь диапазон номинальных размеров, охватываемых системой, разбивают на *интервалы номинальных размеров*. Для каждого интервала устанавливается постоянное значение допуска, вычисляемое по одному из значений размеров дан-

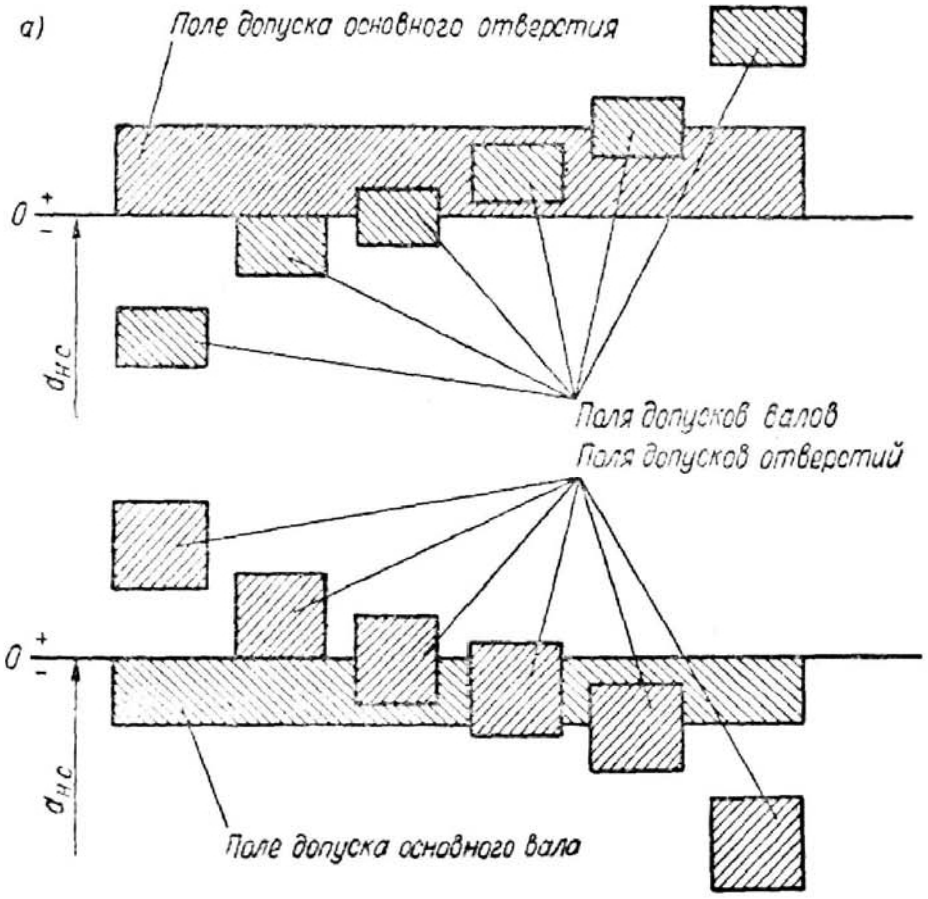


Рис. 1.13

ного интервала, например среднему геометрическому (рис. 1.12). Любой из допусков, устанавливаемых таким образом системой допусков и посадок, называется *допуском системы* или *стандартным допуском*.

Множитель в уравнении допусков, являющийся функцией номинального размера, называется *единицей допуска*. Уравнения допусков для различных степеней точности отличаются друг от друга безразмерными коэффициентами при единице допуска, не зависящими от номинального размера. Эти коэффициенты определяют количество единиц допуска в стандартном допуске. Для каждой степени точности оно постоянно.

Стандартные допуски не только используются при определении предельных отклонений, но и имеют самостоятельное значение, образуя шкалу точностей, применяемую при оценке точности оборудования, способов обработки, средств и методов измерения и т. п.

Для получения посадок системой устанавливаются наборы полей допусков отверстий и валов, различающихся величиной (допуском) и расположением относительно нулевой линии. Одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения расположения поля допуска относительно нулевой линии, называется *основным отклонением*. Как правило, основным является ближайшее к нулевой линии предельное отклонение. Расположение поля допуска (основное отклонение) обычно обозначают буквами (подробнее об основных отклонениях см. п. 1.3).

Посадки устанавливают сочетанием полей допусков отверстия и вала. Для унификации деталей и инструмента наиболее рациональным является такой способ образования посадок, когда одна деталь (отверстие или вал) в различных посадках имеет постоянное расположение поля допуска, а требуемый характер посадки обеспечивается подбором расположения поля допуска другой детали соединения (соответственно вала или отверстия). Деталь, имеющая в посадках постоянное расположение поля допуска, является как бы основанием системы посадок и носит название «основное отверстие» или «основной вал». В системе допусков и посадок *основным отверстием* называется отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю, а *основным валом* называется вал, верхнее отклонение которого равно нулю[1].

По виду основной детали различают посадки в системе отверстия и системе вала. Посадки в *системе отверстия* — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием (рис. 1.13, *а*). Посадки в *системе вала* — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом рис. 1.13, *б*). О выборе системы посадок см. п. 1.6. В некоторых случаях целесообразно применение посадок, образованных таким сочетанием полей допусков отверстия и вала, когда ни одна из деталей не является основной. Такие посадки будем называть внесистемными.

ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ПО ЗАДАННЫМ ПРЕДЕЛЬНЫМ ОТКЛОНЕНИЯМ

В стандартных таблицах допусков и посадок установлены предельные отклонения для отверстий и валов, которые выбираются конструктором и указываются на чертежах наряду с номинальным размером. По этим данным при необходимости могут быть определены предельные размеры и допуски деталей, а также предельные зазоры или натяги и допуск посадки. Для облегчения расчетов рекомендуется предварительно составить схему расположения полей допусков отверстия и вала, отложив от нулевой линии заданные предельные отклонения соединяемых деталей. В примерах 1—6 дан расчет характеристик посадок методом максимума—минимума, в примерах 7 и 8 — вероятностным методом.

1. Для посадки с зазором в системе отверстия даны: $d_{н.с} = 60$ мм; $ES = +190$ мкм; $EI = 0$; $es = -100$ мкм; $ei = -290$ мкм. Определить предельные размеры и допуски деталей, а также характеристики посадки методом максимума — минимума.

На схеме рис. 1.14, *а* откладываем заданные предельные отклонения отверстия и вала. Определяем:

по (1.11а) $D_{max} = 60 + 0{,}190 = 60{,}190$ мм;

по (1.13а) $D_{min} = 60 + 0 = 60$ мм;

по (1.12а) $d_{max} = 60 - 0{,}100 = 59{,}900$ мм;

по (1.14а) $d_{min} = 60 - 0{,}290 = 59{,}710$ мм;

по (1.15) $T_D = 0{,}190 - 0 = 0{,}190$ мм;

по (1.16) $T_d = -0{,}100 - (-0{,}290) = 0{,}190$ мм;

по (1.22) $S_{max} = +0{,}190 - (-0{,}290) = 0{,}480$ мм;

по (1.21) $S_{min} = 0 - (-0{,}100) = 0{,}100$ мм;

по (1.30) $S_c = (0{,}480 + 0{,}100)/2 = 0{,}290$ мм;

по (1.23) $T_S = 0{,}480 - 0{,}100 = 0{,}380$ мм.

Проверка: $T_S = T_D + T_d = 0{,}190 + 0{,}190 = 0{,}380$ мм.

[1] Системы с таким расположением полей допусков основных отверстий и валов называют асимметричными односторонними. Системы с симметричным или асимметричным двусторонним расположением по отношению к нулевой линии полей допусков основных отверстий и валов в настоящее время почти не применяются.

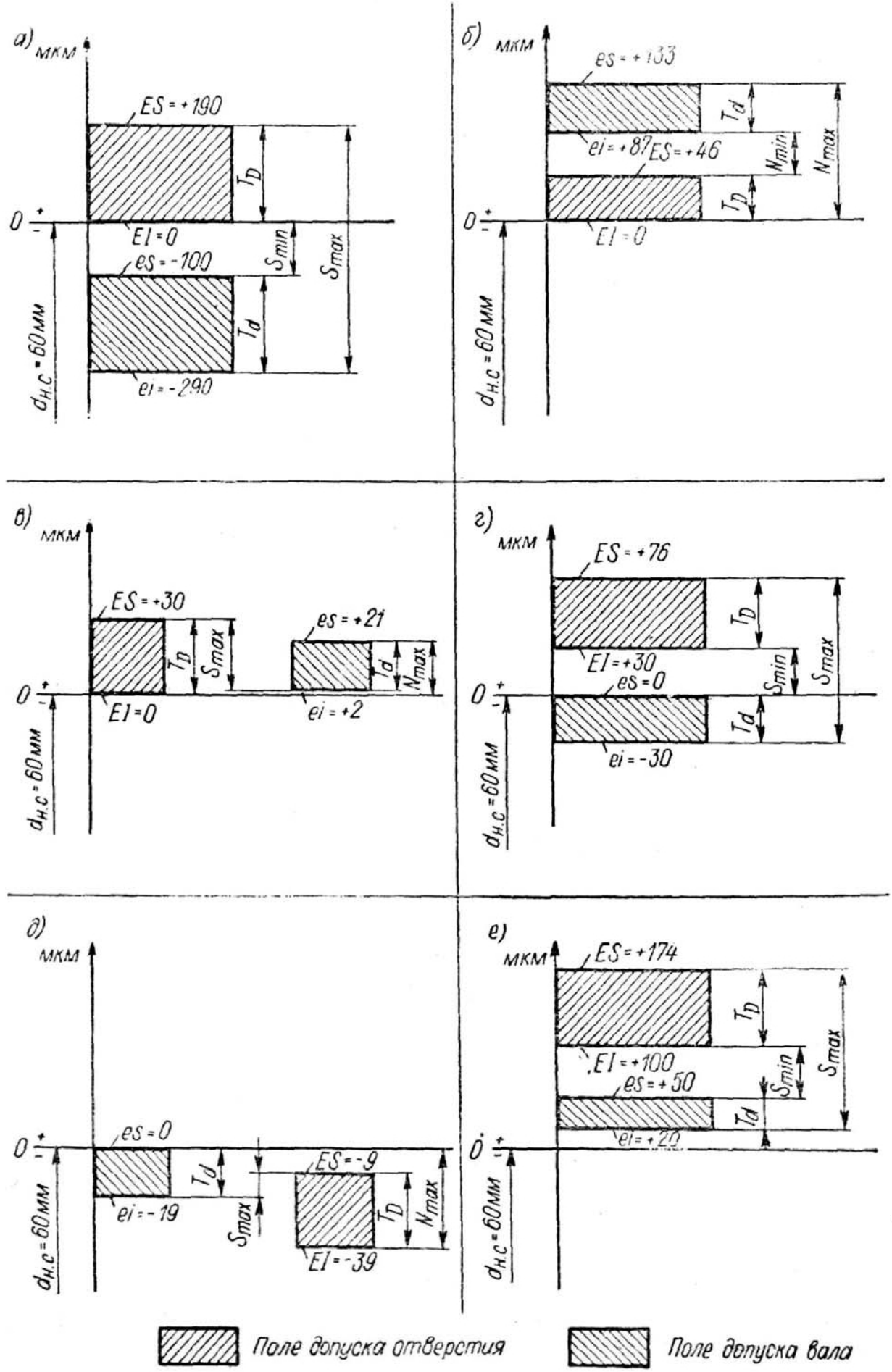

а)
мкм
ES = +190
TD
0
+
-
EI = 0
es = -100
Smin
Smax
Td
ei = -290
dн.с = 60мм
б)
мкм
es = +133
Td
ei = +87
ES = +46
Nmin
Nmax
TD
0
+
-
EI = 0
dн.с = 60мм
в)
мкм
ES = +30
es = +21
TD
Smax
Td
Nmax
0
+
-
EI = 0
ei = +2
dн.с = 60мм
г)
мкм
ES = +76
TD
EI = +30
es = 0
Smin
Smax
Td
ei = -30
0
+
-
dн.с = 60мм
д)
мкм
es = 0
0
+
-
Td
ei = -19
ES = -9
Smax
TD
Nmax
EI = -39
dн.с = 60мм
е)
мкм
ES = +174
TD
EI = +100
es = +50
Smin
Smax
Td
ei = +20
0
+
-
dн.с = 60мм
Поле допуска отверстия
Поле допуска вала

Рис. 1.14

2. Для посадки с натягом в системе отверстия даны: $d_{н.\,с} = 60$ мм; $ES = +46$ мкм; $EI = 0$; $es = +133$ мкм; $ei = +87$ мкм. Определить предельные размеры и допуски деталей, а также характеристики посадки методом максимума — минимума.

На схеме рис. 1.14, *б* откладываем заданные предельные отклонения отверстия и вала. Определяем:

по (1.11а) $D_{max} = 60 + 0{,}046 = 60{,}046$ мм;

по (1.13а) $D_{min} = 60 + 0 = 60$ мм;

по (1.12а) $d_{max} = 60 + 0{,}133 = 60{,}133$ мм;

по (1.14а) $d_{min} = 60 + 0{,}087 = 60{,}087$ мм;

по (1.15) $T_D = 0{,}046 - 0 = 0{,}046$ мм;

по (1.16) $T_d = 0{,}133 - 0{,}087 = 0{,}046$ мм;

по (1.25) $N_{max} = 0{,}133 - 0 = 0{,}133$ мм;

по (1.24) $N_{min} = 0{,}087 - 0{,}046 = 0{,}041$ мм;

по (1.31) $N_c = (0{,}133 + 0{,}041)/2 = 0{,}087$ мм;

по (1.26) $T_N = 0{,}133 - 0{,}041 = 0{,}092$ мм.

Проверка: $T_N = T_D + T_d = 0{,}046 + 0{,}046 = 0{,}092$ мм.

3. Для переходной посадки в системе отверстия даны: $d_{н.\,с} = 60$ мм; $ES = +30$ мкм; $EI = 0$; $es = +21$ мкм; $ei = +2$ мкм. Определить предельные размеры и допуски деталей, а также характеристики посадки методом максимума—минимума.

На схеме рис. 1.14, *в* откладываем заданные предельные отклонения отверстия и вала. Определяем:

по (1.11а) $D_{max} = 60 + 0{,}030 = 60{,}030$ мм;

по (1.13а) $D_{min} = 60 + 0 = 60$ мм;

по (1.12а) $d_{max} = 60 + 0{,}021 = 60{,}021$ мм;

по (1.14а) $d_{min} = 60 + 0{,}002 = 60{,}002$ мм;

по (1.15) $T_D = 0{,}030 - 0 = 0{,}030$ мм;

по (1.16) $T_d = 0{,}021 - 0{,}002 = 0{,}019$ мм;

по (1.27) $N_{max} = 0{,}021 - 0 = 0{,}021$ мм;

по (1.28) $S_{max} = 0{,}030 - 0{,}002 = 0{,}028$ мм;

по (1.32) $N_c = [0{,}021 + (-0{,}028)]/2 = -0{,}0035$ мм

(т. е. среднее значение посадки соответствует зазору),

$N_{min} = -S_{max} = -0{,}028$ мм; $S_{min} = -N_{max} = -0{,}021$ мм;

по (1.29) $T_S = T_N = 0{,}028 - (-0{,}021) = 0{,}049$ мм.

Проверка: $T_S = T_N = T_D + T_d = 0{,}030 + 0{,}019 = 0{,}049$ мм.

4. Для посадки с зазором в системе вала даны: $d_{н.\,с} = 60$ мм; $ES = +76$ мкм; $EI = +30$ мкм; $es = 0$; $ei = -30$ мкм. Определить предельные размеры и допуски деталей, а также характеристики посадки методом максимума — минимума.

На схеме рис. 1.14, *г* откладываем заданные предельные отклонения отверстия и вала. Определяем:

по (1.11а) $D_{max} = 60 + 0{,}076 = 60{,}076$ мм;

по (1.13а) $D_{min} = 60 + 0{,}030 = 60{,}030$ мм;

по (1.12а) $d_{max} = 60 + 0 = 60$ мм;

по (1.14а) $d_{min} = 60 + (-0{,}030) = 59{,}970$ мм;

по (1.15) $T_D = 0{,}076 - 0{,}030 = 0{,}046$ мм;

по (1.16) $T_d = 0 - (-0{,}030) = 0{,}030$ мм;

по (1.22) $S_{max} = 0{,}076 - (-0{,}030) = 0{,}106$ мм;

по (1.21) $S_{min} = 0{,}030 - 0 = 0{,}030$ мм;

по (1.30) $S_c = (0{,}106 + 0{,}030)/2 = 0{,}068$ мм;

по (1.23) $T_S = 0{,}106 - 0{,}030 = 0{,}076$ мм.

Проверка: $T_S = T_D + T_d = 0{,}046 + 0{,}030 = 0{,}076$ мм.

5. Для переходной посадки в системе вала даны: $d_{н.с} = 60$ мм; $ES = -9$ мкм; $EI = -39$ мкм; $es = 0$; $ei = -19$ мкм. Определить предельные размеры и допуски деталей, а также характеристики посадки методом максимума — минимума.

На схеме рис. 1.14, *д* откладываем заданные предельные отклонения отверстия и вала. Определяем:

по (1.11а) $D_{max} = 60 + (-0{,}009) = 59{,}991$ мм;

по (1.13а) $D_{min} = 60 + (-0{,}039) = 59{,}961$ мм;

по (1.12а) $d_{max} = 60 + 0 = 60$ мм;

по (1.14а) $d_{min} = 60 + (-0{,}019) = 59{,}981$ мм;

по (1.15) $T_D = -0{,}009 - (-0{,}039) = 0{,}030$ мм;

по (1.16) $T_d = 0 - (-0{,}019) = 0{,}019$ мм;

по (1.27) $N_{max} = 0 - (-0{,}039) = 0{,}039$ мм;

по (1.28) $S_{max} = -0{,}009 - (-0{,}019) = 0{,}010$ мм;

$N_{min} = -S_{max} = -0{,}010$ мм;

по (1.32) $N_c = [0{,}039 + (-0{,}010)]/2 = 0{,}0145$ мм;

(знак плюс у результата указывает на то, что среднее значение посадки соответствует натягу);

по (1.29) $T_N = 0{,}039 - (-0{,}010) = 0{,}049$ мм.

Проверка: $T_N = T_D + T_d = 0{,}030 + 0{,}019 = 0{,}049$ мм.

6. Для комбинированной посадки с зазором даны: $d_{н.с} = 60$ мм; $ES = +174$ мкм; $EI = +100$ мкм; $es = +50$ мкм; $ei = +20$ мкм. Определить предельные размеры и допуски деталей, а также характеристики посадки методом максимума — минимума.

На схеме рис. 1.14, *е* откладываем заданные предельные отклонения отверстия и вала. Определяем:

по (1.11а) $D_{max} = 60 + 0{,}174 = 60{,}174$ мм;

по (1.13а) $D_{min} = 60 + 0{,}100 = 60{,}100$ мм;

по (1.12а) $d_{max} = 60 + 0{,}050 = 60{,}050$ мм;

по (1.14а) $d_{min} = 60 + 0{,}020 = 60{,}020$ мм;

по (1.15) $T_D = 0{,}174 - 0{,}100 = 0{,}074$ мм;

по (1.16) $T_d = 0{,}050 - 0{,}020 = 0{,}030$ мм;

по (1.22) $S_{max} = 0{,}174 - 0{,}020 = 0{,}154$ мм;

по (1.21) $S_{min} = 0{,}100 - 0{,}050 = 0{,}050$ мм;

по (1.30) $S_c = (0{,}154 + 0{,}050)/2 = 0{,}102$ мм;

по (1.23) $T_S = 0{,}154 - 0{,}050 = 0{,}104$ мм.

Проверка: $T_S = T_D + T_d = 0{,}074 + 0{,}030 = 0{,}104$ мм.

7. Определить вероятностные характеристики посадки с зазором, приведенной в примере 1. Предельные размеры и допуски отверстия и вала те же, что и в примере 1. Далее определяем:

по (1.19) $E_c = (0{,}190 + 0)/2 = + 0{,}095$ мм;

по (1.20) $e_c = [- 0{,}100 + (- 0{,}290)]/2 = - 0{,}195$ мм;

по (1.30а) $S_c = 0{,}095 - (- 0{,}195) = 0{,}290$ мм;

по (1.34) $T_S^в = \sqrt{0{,}190^2 + 0{,}190^2} \approx 0{,}268$ мм (значения T_D и T_d — из примера 1);

по (1.35) $S_{max}^в = 0{,}290 + (0{,}268/2) = 0{,}424$ мм;

$S_{min}^в = 0{,}290 - (0{,}268/2) = 0{,}156$ мм

(сравните со значениями T_S, S_{max} и S_{min} из примера 1).

8. Определить вероятностные характеристики переходной посадки, приведенной в примере 3. Предельные размеры и допуски отверстия и вала те же, что и в примере 3. Далее определяем:

по (1.19) $E_c = (+ 0{,}030 + 0)/2 = + 0{,}015$ мм;

по (1.20) $e_c = (+ 0{,}021 + 0{,}002)/2 = + 0{,}0115$ мм;

по (1.30а) $S_c = 0{,}015 - 0{,}0115 = 0{,}0035$ мм;

по (1.34) $T_S^в = \sqrt{0{,}030^2 + 0{,}019^2} \approx 0{,}035$ мм;

по (1.35) $S_{max}^в = 0{,}0035 + (0{,}035/2) = 0{,}021$ мм;

$$N_{max}^в = - S_{min}^в = - [0{,}0035 - (0{,}035/2)] = 0{,}014 \text{ мм}$$

(сравните со значениями T_S, S_{max} и N_{max} в примере 3).

В отдельных случаях исходными условиями могут быть номинальный и предельные размеры отверстия и вала, по которым необходимо найти остальные элементы схемы расположения полей допусков и характеристики посадки (см. пример 9).

9. Для посадки с зазором в системе отверстия даны: номинальный размер соединения $d_{н.с} = 60$ мм, предельные размеры отверстия и вала $D_{max} = 60{,}19$ мм,

$D_{min} = 60$ мм, $d_{max} = 59{,}9$ мм, $d_{min} = 59{,}71$ мм. Определить предельные отклонения и допуски деталей и характеристики посадки методом максимума—минимума.

по (1.11) $$ES = 60{,}19 - 60 = 0{,}19 \text{ мм};$$

по (1.13) $$EI = 60 - 60 = 0;$$

по (1.12) $$es = 59{,}9 - 60 = -0{,}1 \text{ мм};$$

по (1.14) $$ei = 59{,}71 - 60 = -0{,}29 \text{ мм}.$$

Схема расположения полей допусков, допуски отверстия и вала и характеристики посадки определяются так же, как и в примере 1 (см. рис. 1.14, *а*).

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Взаимозаменяемость — это свойство независимо изготовленных деталей и сборочных единиц машин и приборов обеспечивать возможность беспригоночной сборки (или замены при ремонте) сопрягаемых деталей в сборочную единицу, а сборочных единиц — в изделия при соблюдении предъявляемых к ним технических требований [45]. Взаимозаменяемыми могут быть и изделия в целом. Для обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц они должны быть изготовлены с заданной точностью, т. е. так, чтобы их размеры, форма поверхностей и другие параметры находились в пределах, заданных при проектировании изделия.

Взаимозаменяемость есть комплексное понятие, которое не только сводится к собираемости деталей и сборочных единиц при изготовлении изделия, но и охватывает существенные технические и экономические вопросы проектирования, производства и эксплуатации машин и приборов.

Взаимозаменяемость обеспечивается соблюдением в заданных пределах не только геометрических параметров сопрягаемых деталей, но и электрических, оптических, гидравлических, пневматических и других физико-механических параметров деталей и сборочных единиц машин, соблюдением кинематических и динамических параметров звеньев механизмов и т. п.

Взаимозаменяемость конструкций должна обеспечиваться с исходного материала, заготовок и полуфабрикатов (однородность химического состава, прочностные характеристики, физические и технологические свойства, точность размеров и формы) и в дальнейшем неуклонно проводиться на всех этапах проектирования и изготовления изделия (выбор запасов прочности и методов расчета; осуществление унификации и стандартизации размерных и других параметров качества деталей, узлов и изделий; выбор соответствующего оборудования, инструмента и приспособлений; применение рациональных технологических процессов обработки и сборки, а также средств и методов контроля; установление необходимой квалификации рабочих и т. п.).

Для повышения качества, надежности и долговечности работы машин и приборов при улучшении экономических показателей их изготовления и эксплуатации особое значение имеет такое направление взаимозаменяемости, при котором в допускаемых пределах обеспечиваются эксплуатационные показатели изделий (характеристики рабочих процессов, мощность, производительность, кинематическая точность, срок службы и т. д.). Это направление называют *функциональной взаимозаменяемостью* [45]. При этом имеется в виду не столько особый вид взаимозаменяемости (общее определение взаимозаменяемости также предполагает обеспечение предъявленных к изделию технических требований), сколько метод определения параметров деталей, подлежащих нормированию, и пределов допускаемых погрешностей этих параметров.

Согласно методу функциональной взаимозаменяемости прежде всего необходимо выявить *функциональные параметры*, т. е. параметры, влияющие на экс-

плуатационные свойства изделий или служебные функции их деталей и узлов. Ими могут быть геометрические, электрические, механические и другие параметры. Далее необходимо аналитически или экспериментально установить степень влияния этих параметров и их отклонений на эксплуатационные показатели нового изделия и в процессе его длительной эксплуатации. Изучаемые связи могут иметь характер функциональной или вероятностной (корреляционной) зависимости. Пользуясь найденными зависимостями и исходя из допускаемых отклонений эксплуатационных показателей изделий, устанавливают экономически оптимальные допуски на функциональные параметры деталей и сборочных единиц. Допускаемые отклонения эксплуатационных показателей машины или прибора определяют исходя из служебного назначения, требований к их надежности, долговечности, безопасности и др. [45].

Взаимозаменяемость лежит в основе важнейших принципов и форм организации современного производства. Из самого определения взаимозаменяемости следует, что она является предпосылкой расчленения производства, независимого изготовления деталей, сборочных единиц и агрегатов. На этой базе организуется серийное и массовое (поточное) производство, осуществляются автоматизация и механизация производственных процессов, в том числе и сборки, широкая специализация и кооперирование производства. Взаимозаменяемость деталей, узлов и механизмов позволяет внедрить агрегатирование, организовать поставку запасных частей, облегчить ремонт, особенно в сложных условиях, сводя его к простой замене изношенных частей. Принцип взаимозаменяемости широко используется также в мелкосерийном и единичном производстве. На основе взаимозаменяемости достигается высокое качество изготовляемой продукции, так как при этом используются методы и средства объективной количественной оценки параметров деталей.

Различают *полную* и *ограниченную взаимозаменяемость* деталей, собираемых в соответствующие сборочные единицы. Полностью взаимозаменяемыми называются такие детали, которые при сборке могут занимать определенные места в машине без каких-либо дополнительных операций обработки, подбора или регулирования и выполнять при этом свои функции в соответствии с заданными техническими условиями. Полностью взаимозаменяемыми могут быть самые разнообразные детали машин, начиная от самых простых (валики, втулки, пальцы и т. п.) и кончая наиболее сложными (зубчатые колеса, червяки, резьбовые детали и др.). Ограниченно взаимозаменяемыми (неполностью взаимозаменяемыми) называются такие детали, при сборке или смене которых может потребоваться групповой подбор деталей (селективная сборка), применение компенсаторов, регулирование положения некоторых частей узла, пригонка. Полностью или ограниченно взаимозаменяемыми могут быть не только отдельные детали, но и их совокупности, сборочные единицы, например блоки цилиндров, муфты сцепления, подшипники качения, свечи зажигания к двигателям внутреннего сгорания, объективы фотоаппаратов и микроскопов, агрегатные узлы и т. п. Существует ряд способов определения необходимых размеров, предельных отклонений и приемов обработки и сборки деталей, применяемых как в условиях полной взаимозаменяемости, так и в условиях различных по уровню видов ограниченной взаимозаменяемости (см. гл. 3).

Тот или иной уровень взаимозаменяемости определяется эксплуатационными требованиями (запасные и сменные части, присоединительные элементы механизмов, сборочных единиц, групп и т. п.) и требованиями рационального производства (уменьшение пригоночных и ручных работ при сборке, удешевление изготовления и т. п.). В тех случаях, когда условия полной взаимозаменяемости требуют изготовления деталей со столь высокой точностью, которая не может быть обеспечена экономичными способами или вообще недостижима, переходят к одному из видов ограниченной взаимозаменяемости. Переход к ограниченной взаимозаменяемости может быть обусловлен также малым объемом производства, не дающим возможности рационально использовать надлежащие инструменты, приспособления и пр.; обширной номенклатурой изготавливаемых изделий, приводящей

к чрезмерному расширению всего инструментального хозяйства; особо сложной формой деталей, затрудняющей их обработку и контроль и т. п. Уровень взаимозаменяемости обычно тем выше, чем больше производство приближается к массовому. Взаимозаменяемость, необходимая по эксплуатационным требованиям, должна обеспечиваться при всех типах производства.

Удельный вес взаимозаменяемых деталей во всей совокупности деталей соответствующего изделия характеризуется коэффициентом взаимозаменяемости, под которым понимается отношение трудоемкости изготовления взаимозаменяемых деталей к общей трудоемкости изготовления изделия [45].

Базой для осуществления взаимозаменяемости в современном промышленном производстве является *стандартизация* [45, 50]. Стандарты, в которых регламентируются требования взаимозаменяемости, можно подразделить на предметные, распространяющиеся лишь на конкретные изделия, и нормы общего назначения. В предметных стандартах устанавливаются в основном требования *внешней взаимозаменяемости*, определяющие возможности использования объекта стандартизации — машины, прибора, узла или детали. Эти требования охватывают основные и присоединительные размеры, их предельные отклонения, выходные эксплуатационные или функциональные характеристики. Однако одними предметными стандартами задача нормирования параметров взаимозаменяемости не может быть решена, так как они не распространяются на взаимозаменяемость узлов и деталей, входящих в стандартизуемое изделие (*внутреннюю взаимозаменяемость*), и не могут охватить всех изделий, особенно нового проектирования.

Решение этих задач, а также необходимая увязка предметных стандартов осуществляется на базе *общих норм взаимозаменяемости*. Стандарты этой группы имеют фундаментальное значение и создают предпосылки для наиболее эффективного применения принципов взаимозаменяемости. Они позволяют:

1) установить единые термины и определения, необходимые для однозначного понимания требований взаимозаменяемости на всех стадиях проектирования, изготовления и контроля изделий;

2) свести возможное многообразие числовых характеристик параметров взаимозаменяемости (размеров, предельных отклонений и т. п.) к ограниченному ряду значений с экономически и технически обоснованной градацией (стандартные ряды номинальных размеров, диаметров и шагов, модулей, степени и классы точности, поля допусков и др.); на этой основе достигается сокращение номенклатуры изделий, их унификация, повышение серийности, специализация и кооперирование производства;

3) ограничить размерную и точностную номенклатуру средств изготовления, инструментов, технологической оснастки, измерительных приборов, калибров и создать предпосылки для их специализированного производства, многократного использования, упорядочения инструментального хозяйства, сокращения сроков подготовки основного производства;

4) обеспечить единообразие методов и средств контроля изделий;

5) повысить уровень качества продукции на основе прогрессивных стандартных показателей;

6) систематизировать и обобщить опыт проектирования, сократить его сроки и повысить качество.

В соответствии с перечисленными функциями стандартами общего назначения регламентируются: терминология, ряды номинальных размеров и номинальные профили, ряды допусков и предельных отклонений, посадки, допуски калибров и нормы точности измерительных средств. К комплексу стандартов, обеспечивающих взаимозаменяемость, примыкают также стандарты на оборудование, инструмент, систему конструкторской и технологической документации, общие конструктивные элементы (например, цилиндрические и конические концы валов, радиусы закруглений, выходы резьбы, сбеги, проточки, фаски и др.).

Общие нормы разрабатываются с учетом потребностей различных отраслей промышленности. Для наиболее правильного их применения в условиях одной

отрасли или предприятия необходимо разрабатывать ограничительные стандарты и другую нормативную документацию отрасли или предприятия, ограничивая и конкретизируя область применения общих норм.

Успешное решение вопросов взаимозаменяемости во многом зависит от правильного решения конструктивных, технологических и метрологических задач при проектировании и производстве деталей, механизмов и машин и обеспечивается прежде всего надлежащей разработкой рабочих чертежей. При этом необходимо учитывать, что проектируемые изделия должны состоять из следующих узлов и групп:

1) сопрягающихся между собой по возможности на одной базовой поверхности в направлении каждой из осей координат;

2) обеспечивающих наименьшее число контактных поверхностей, что сокращает число взаимосвязанных размеров;

3) обеспечивающих наиболее легкую сборку и разборку, а также наивыгоднейшие способы ремонта изделия и замены изношенных частей;

4) способствующих возможности организации широкого кооперирования;

5) обладающих достаточной прочностью и жесткостью при минимальной массе и габаритных размерах изделия и т. п. [1]

Кроме того, при разработке рабочих чертежей необходимо предусматривать:

1) максимальную унификацию диаметров, длин, полей допусков, резьб, покрытий, радиусов закруглений и других конструктивных элементов;

2) максимальное применение стандартных, нормализованных и типовых деталей, сборочных единиц (узлов) и т. п.;

3) возможность использования в качестве базовых гладких простых поверхностей достаточной протяженности;

4) наличие зазора по всем поверхностям, кроме одной, в случае сопряжения двух деталей по нескольким симметричным или соосным поверхностям;

5) выполнение всех требований стандартов ЕСКД.

1.2. НОРМАЛЬНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ

ВЫБОР РАЗМЕРОВ

Номинальные линейные размеры (диаметры, длины, уступы, глубины, расстояния между осями и т. д.) деталей, их элементов и соединений должны назначаться из числа стандартных по ГОСТ 6636—69 [2]. При этом полученное расчетом или иным путем исходное значение размера, если оно отличается от стандартного, следует округлить обычно до ближайшего большего стандартного размера. Применение стандартных номинальных размеров дает большой экономический эффект, так как создает основу для сокращения типоразмеров изделий и деталей, а также технологической оснастки, в первую очередь размерных режущих инструментов, калибров и т. п.

На основе общего стандарта в рамках отрасли или отдельного предприятия целесообразно разработать ограничительный стандарт на нормальные линейные размеры, что позволяет в еще большей степени упорядочить и сократить размерный ряд изделий и инструментальное хозяйство с учетом конкретных требований и условий производства. Особенно важно сокращение многообразия размеров сопрягаемых поверхностей, для которых применяется наибольшее количество размерной оснастки.

---

[1] См. также «Методика отработки конструкций на технологичность и оценки уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения». М., Изд-во стандартов, 1975.

[2] С 1980 г. вводится в действие стандарт СТ СЭВ 514—77 «Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры».

РЯДЫ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Стандарт на нормальные линейные размеры построен на основе рядов предпочтительных чисел (ГОСТ 8032—56), принятых во всем мире, в том числе в стандартах ИСО и СЭВ, в качестве универсальной системы числовых значений параметров и размеров продукции всех отраслей народного хозяйства. Ряды предпочтительных чисел (табл. 1.2) представляют собой геометрические прогрессии со знаменателями $\sqrt[5]{10}$, $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$, $\sqrt[40]{10}$, которые в каждом десятичном интервале содержат соответственно 5, 10, 20 и 40 чисел, что отражено в обозначениях рядов.

1.2. Ряды предпочтительных чисел и их округленных значений (по ГОСТ 8032—56 и РС 1858—69)

Обозначение ряда									
R5	R′5	R10	R′10	R″10	R20	R′20	R″20	R40	R′40
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,06	1,05
					1,12	1,10	1,10	1,12	1,10
								1,18	1,20
		1,25	1,25	1,20	1,25	1,25	1,20	1,25	1,25
								1,32	1,30
					1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
								1,50	1,50
1,60	1,50	1,60	1,60	1,50	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
								1,70	1,70
					1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
								1,90	1,90
		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
								2,12	2,10
					2,24	2,20	2,20	2,24	2,20
								2,36	2,40
2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
								2,65	2,60
					2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
								3,00	3,00
		3,15	3,20	3,00	3,15	3,20	3,00	3,15	3,20
								3,35	3,40
					3,55	3,60	3,50	3,55	3,60
								3,75	3,80
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
								4,25	4,20
					4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
								4,75	4,80
		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
								5,30	5,30
					5,60	5,60	5,50	5,60	5,60
								6,00	6,00

Продолжение табл. 1.2

Обозначение ряда									
R5	R′5	R10	R′10	R″10	R20	R′20	R″20	R40	R′40
6,30	6,00	6,30	6,30	6,00	6,30	6,30	6,00	6,30	6,30
								6,70	6,70
					7,10	7,10	7,00	7,10	7,10
								7,50	7,50
		8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
								8,50	8,50
					9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
								9,50	9,50
10,00	10,00	10,0	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Приблизительный знаменатель прогрессии									
1,6		1,25			1,12			1,06	

Кроме основных рядов предпочтительных чисел, обозначаемых буквой R, в технически обоснованных случаях допускается применять округленные значения некоторых предпочтительных чисел. Ряды, содержащие числа первого округления, обозначаются, согласно рекомендациям ИСО и СЭВ, буквой R', а ряды, содержащие числа второго округления, обозначаются R''.

Геометрическая прогрессия обеспечивает рациональную градацию числовых значений параметров и размеров, когда нужно установить не одно значение, а равномерный ряд значений в определенном диапазоне. В этом случае число членов ряда получается меньшим по сравнению с арифметической прогрессией. По этим причинам предпочтительные числа (чаще ряды R5, R10 и R″10) применяют и при построении систем допусков на различные размерные параметры, в том числе допусков резьбы, зубчатых передач, формы, расположения и шероховатости поверхностей. О преимуществах геометрических прогрессий см. также [50].

ОСНОВНЫЕ РЯДЫ НОРМАЛЬНЫХ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ

Отдельный стандарт на номинальные линейные размеры позволяет конкретно представить ряды предпочтительных чисел в различных десятичных интервалах и в каждом случае сделать однозначный выбор между точным и округленным значениями предпочтительного числа. Это позволяет предотвратить одновременное применение нескольких близких друг к другу номинальных размеров.

Размеры в диапазоне от 0,001 до 0,009 мм должны выбираться из следующего ряда: 0,001; 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006; 0,007; 0,008 и 0,009 мм.

Размеры от 0,001 до 20 000 мм должны выбираться из основных рядов, указанных в табл. 1.3. Для размеров до 500 мм эти ряды содержат некоторые округленные предпочтительные числа (ряды R′10—R′40), а при размерах свыше 500 мм — только точные значения. При установлении отдельных размеров или рядов (градаций) размеров однотипных элементов следует отдавать предпочтение рядам с бóльшим знаменателем прогрессии, т. е. ряд Ra5 предпочитать ряду Ra10, ряд Ra10 — ряду Ra20, ряд Ra20 — ряду Ra40. Пример ограничения выбора рядов в зависимости от допуска (класса точности) размера дан в [34].

1.8. Ряды линейных (диаметров, длин, высот, глубин и др.) размеров (по ГОСТ 6636—69 и СТ СЭВ 514—77)

мм

Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)
0,010	0,010	0,010		0,100	0,100	0,100	0,100	1,0	1,0	1,0	1,0
							0,105				1,05
		0,011				0,110	0,110			1,1	1,1
							0,115				1,15
	0,012 *	0,012 **	0,012		0,120 *	0,120 **	0,120		1,2 *	1,2 **	1,2
			0,013				0,130				1,3
		0,014	0,014			0,140	0,140			1,4	1,4
			0,015				0,150				1,5
0,016	0,016	0,016	0,016	0,160	0,160	0,160	0,160	1,6	1,6	1,6	1,6
			0,017				0,170				1,7
		0,018	0,018			0,180	0,180			1,8	1,8
			0,019				0,190				1,9
	0,020	0,020	0,020		0,200	0,200	0,200		2,0	2,0	2,0
			0,021				0,210				2,1
		0,022	0,022			0,220	0,220			2,2	2,2
			0,024				0,240				2,4
0,025	0,025	0,025	0,025	0,250	0,250	0,250	0,250	2,5	2,5	2,5	2,5
			0,026				0,260				2,6
		0,028	0,028			0,280	0,280			2,8	2,8
			0,030				0,300				3,0
	0,032	0,032	0,032		0,320	0,320	0,320		3,2	3,2	3,2
			0,034				0,340				3,4
		0,036	0,036			0,360	0,360			3,6	3,6
			0,038				0,380				3,8
0,040	0,040	0,040	0,040	0,400	0,400	0,400	0,400	4,0	4,0	4,0	4,0
			0,042				0,420				4,2
		0,045	0,045			0,450	0,450			4,5	4,5
			0,048				0,480				4,8
	0,050	0,050	0,050		0,500	0,500	0,500		5,0	5,0	5,0
			0,053				0,530				5,3
		0,056	0,056			0,560	0,560			5,6	5,6
			0,060				0,600				6,0

0,63	0,063	0,063	0,063 0,067	0,630	0,630	0,630	0,630 0,670	6,3	6,3	6,3	6,3 6,7
		0,071	0,071 0,075			0,710	0,710 0,750			7,1	7,1 7,5
	0,080	0,080	0,080 0,085		0,800	0,800	0,800 0,850		8,0	8,0	8,0 8,5
		0,090	0,090 0,095			0,900	0,900 0,950			9,0	9,0 9,5

Продолжение табл. 1.3

Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R10)	Ra20 (R20)	Ra40 (R40)
10	10	10	10 10,5	100	100	100	100 105	1000	1000	1000	1000 1060
		11	11 11,5			110	110 120			1120	1120 1180
	12 *	12 **	12 13		125	125	125 130		1250	1250	1250 1320
		14	14 15			140	140 150			1400	1400 1500
16	16	16	16 17	160	160	160	160 170	1600	1600	1600	1600 1700
		18	18 19			180	180 190			1800	1800 1900
	20	20	20 21		200	200	200 210		2000	2000	2000 2120
		22	22 24			220	220 240			2240	2240 2360
25	25	25	25 26	250	250	250	250 260	2500	2500	2500	2500 2650
		28	28 30			280	280 300			2800	2800 3000
	32	32	32 34		320	320	320 340		3150	3150	3150 3350
		36	36 38			360	360 380			3550	3550 3750

Продолжение табл. 1.3

Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R10)	Ra20 (R20)	Ra40 (R40)
40	40	40	40	400	400	400	400	4000	4000	4000	4000
			42				420				4250
		45	45			450	450			4500	4500
			48				480				4750
	50	50	50		500	500	500		5000	5000	5000
			53				530				5300
		56	56			560	560			5600	5600
			60				600				6000
63	63	63	63	630	630	630	630		6300	6300	6300
			67				670	6300			6700
		71	71			710	710			7100	7100
			75				750				7500
	80	80	80		800	800	800		8000	8000	8000
			85				850				8500
		90	90			900	900			9000	9000
			95				950				9500

Продолжение табл. 1.3

Ra5 (R5)	Ra10 (R10)	Ra20 (R20)	Ra40 (R40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R10)	Ra20 (R20)	Ra40 (R40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R10)	Ra20 (R20)	Ra40 (R40)
10 000	10 000	10 000	10 000	16 000	16 000	16 000	16 000				
			10 600				17 000				
		11 200	11 200			18 000	18 000				
			11 800				19 000				
	12 500	12 500	12 500			20 000	20 000				
			13 200		20 000						
		14 000	14 000								
			15 000								

Примечание. В головке таблицы в скобках указано обозначение соответствующего ряда предпочтительных чисел, использованного в данном десятичном интервале размеров.

* Размер относится к ряду R″10.
** Размер относится к ряду R″20.

В наибольшей степени рекомендуется ограничить выбор размеров высокой точности. Кроме основных рядов допускается применять производные ряды, составленные из каждого второго, третьего, четвертого или *n*-го члена основного ряда. например, ряд размеров 1—2—4—8—16—32 мм получен из ряда Ra10 отбором каждого третьего числа и обозначается Ra10/3. Из основных рядов в обоснованных случаях допускается составлять ряды размеров с неравномерной градацией, т. е. с неодинаковыми знаменателями прогрессии в различных интервалах размеров.

Стандартные ряды номинальных размеров не распространяются:

на технологические межоперационные размеры;

на размеры, точно зависящие от других принятых величин (например, номинальный диаметр малого основания конуса зависит от принятого диаметра большого основания, конусности и длины конуса);

на размеры, установленные в стандартах на конкретные изделия, например отдельные значения диаметров резьб или подшипников качения отличаются от предпочтительных чисел в силу исторически сложившейся практики.

1.4. Дополнительные линейные размеры (по ГОСТ 6636—69 и СТ СЭВ 514—77)

мм

—	10,2	102	1030	10 300
—	10,8	108	1090	10 900
—	11,2	112	—	—
—	—	115	1150	11 500
—	11,8	118	—	—
—	—	—	1220	12 200
1,25	12,5	—	—	—
—	—	—	1280	12 800
1,35	13,5	135	1360	13 600
1,45	14,5	145	1450	14 500
1,55	15,5	155	1550	15 500
1,65	16,5	165	1650	16 500
1,75	17,5	175	1750	17 500
1,85	18,5	185	1850	18 500
1,95	19,5	195	1950	19 500
2,05	20,5	205	2060	
2,15	21,5	215	2180	
2,30	23,0	230	2300	
—	—	—	2430	
—	—	—	2580	
2,70	27,0	270	2720	
2,90	29,0	290	2900	
3,10	31,0	310	3070	
—	—	315	—	
3,30	33,0	330	3250	
3,50	35,0	350	3450	
3,70	37,0	370	3650	
3,90	39,0	390	3870	
4,10	41,0	410	4120	
4,40	44,0	440	4370	
4,60	46,0	460	4620	
4,90	49,0	490	4870	
5,20	52,0	515	5150	
5,50	55,0	545	5450	
5,80	58,0	580	5800	
6,20	62,0	615	6150	
6,50	65,0	650	6500	
7,00	70,0	690	6900	
7,30	73,0	730	7300	
7,80	78,0	775	7750	
8,20	82,0	825	8250	
8,80	88,0	875	8750	
9,20	92,0	925	9250	
9,80	98,0	975	9750	

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ОГРАНИЧЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

В отдельных случаях, когда основные ряды размеров не могут удовлетворить технически или экономически обоснованные потребности, допускается применять дополнительные размеры, приведенные в табл. 1.4. Большинство этих размеров соответствует дополнительному ряду предпочтительных чисел R80.

1.3. ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК СЭВ

ЗНАЧЕНИЕ ЕСДП СЭВ

Единая для стран—членов СЭВ система допусков и посадок для гладких деталей и соединдний (сокращнно ЕСДП СЭВ) разработана в соответствии с комплексной программой развития сотрудничества и социалистической экономической интеграции стран—членов СЭВ, принятой в 1971 г. [4]. ЕСДП СЭВ является частью комплекса нормативно-технических документов СЭВ, называемого «Основные нормы взаимозаменяемости». Этот комплекс охватывает общетехнические нормы, определяющие взаимозаменяемость типовых соединений в машиностроении: гладких (цилиндрических и плоских), конических, резьбовых, шпоночных,

шлицевых, зубчатых передач, а также включает допуски формы, расположения и шероховатости поверхностей. В него входят стандарты на номинальные геометрические параметры соединений и деталей (линейные размеры, углы и конусности, профили, диаметры и шаги резьб и т. п.) и на допуски и посадки. Соответствующие разделы «Основных норм взаимозаменяемости» отражены в гл. 1, 2, 4, 5 и 6 данного справочника.

ЕСДП СЭВ и другие единые для стран — членов СЭВ основные нормы взаимозаменяемости установлены в стандартах СЭВ (сокращенно СТ СЭВ). Стандарты СЭВ предназначены для применения в договорно-правовых отношениях по экономическому и научно-техническому сотрудничеству между странами — членами СЭВ, а также для применения в народном хозяйстве этих стран непосредственно или путем введения требований стандартов СЭВ в соответствующие национальные стандарты [1]. Они разрабатываются в тесной увязке со стандартами и рекомендациями Международной организации по стандартизации (ИСО) [2], Международной электротехнической комиссии (МЭК) и другими международными нормами.

Система допусков и посадок, а также другие основные нормы взаимозаменяемости, единые для стран — членов СЭВ, создают предпосылки для обеспечения в международном масштабе:

1) взаимозаменяемости деталей, узлов и машин;
2) единого оформления технической документации;
3) единого парка инструментов, калибров и другой технологической оснастки.

Благодаря этому достигается [31] следующее:

1) повышение эффективности совместных (со странами СЭВ и другими) проектно-конструкторских работ и работ по международной стандартизации;
2) повышение эффективности международной специализации и кооперирования при производстве машин, отдельных агрегатов и деталей;
3) обеспечение широкого кооперирования между странами СЭВ (а также другими странами) в области технологической оснастки, инструментов, калибров, стандартных деталей и т. п.;
4) сокращение сроков подготовки и удешевление производства изделий по технической документации, полученной из других стран;
5) повышение конкурентоспособности изделий отечественного машиностроения на мировом рынке за счет соответствия их требованиям международных стандартов (в частности, по предельным отклонениям присоединительных размеров, размеров сменных и запасных деталей);
6) облегчение условий продажи за границу лицензий и технической документации на машины и приборы;
7) снижение затрат на эксплуатацию импортного оборудования;
8) повышение эффективности научно-технического обмена между странами.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТАХ ЕСДП СЭВ

Единая система допусков и посадок СЭВ для гладких деталей и соединений установлена в стандартах СЭВ, указанных в табл. 1.5. В народном хозяйстве СССР ЕСДП СЭВ введена взамен ранее применявшейся национальной системы допусков и посадок, условно называемой системой ОСТ (см. п. 1.4).

---

[1] В народном хозяйстве СССР применение ЕСДП СЭВ и ОНВ в дальнейшем будет осуществляться на основе государственных стандартов, полностью соответствующих стандартам СЭВ. До введения в действие этих государственных стандартов сохраняют силу стандарты отраслей и предприятий, содержащие ссылки непосредственно на стандарты СЭВ (см. также сноску на с. 6).

[2] ИСО (ISO) — сокращение от английского наименования организации International Organization for Standardization.

Стандарты СЭВ, указанные в табл. 1.5, распространяются на гладкие цилиндрические и плоские соединения, а также гладкие несопрягаемые элементы деталей (цилиндрические или ограниченные параллельными плоскостями) с номинальными размерами до 10 000 мм. Область распространения этих стандартов не ограничивается какими-либо определенными видами материалов деталей или способами обработки, за исключением тех случаев, которые охвачены специальными стандартами, например, на допуски и посадки деталей из пластмасс, дерева (см. гл. 6), допуски отливок и т. п.

1.5. Стандарты СЭВ на единую систему допусков и посадок (ЕСДП СЭВ) для гладких соединений

Номер стандарта	Наименование стандарта	Диапазон охваченных размеров, мм
СТ СЭВ 145—75	Единая система допусков и посадок СЭВ. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений	Общие положения для всех размеров; допуски и основные отклонения для размеров 0—3150
СТ СЭВ 144—75	Единая система допусков и посадок СЭВ. Поля допусков и рекомендуемые посадки	0—3 150
СТ СЭВ 177—75	Единая система допусков и посадок СЭВ. Ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150 мм	3 150—10 000
СТ СЭВ 302—76	Основные нормы взаимозаменяемости. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками	0—10 000

Необходимо стремиться к тому, чтобы и специальные стандарты основывались на ЕСДП СЭВ и сводились в основном к установлению ограничений по выбору из нее рядов точности, полей допусков и посадок применительно к специфическим свойствам материала или способа обработки. При необходимости в специальные стандарты включают и отдельные дополнения к ЕСДП СЭВ в виде дополнительных рядов точности, полей допусков или посадок.

Использование для различных материалов и способов обработки изделий единой базовой системы допусков и посадок (в данном случае ЕСДП СЭВ) обеспечивает следующие преимущества:

1) применение единых критериев конструкторских требований для однотипных изделий и соединений независимо от материала и способа обработки;

2) закономерную взаимную увязку допусков и предельных отклонений деталей соединения в тех случаях, когда они изготовлены из разных материалов или разными способами;

3) сопоставимость точности различных способов изготовления изделий из различных материалов;

4) единство условных обозначений допусков и посадок и оформления технической документации;

5) унификацию размерной технологической оснастки;

6) упрощение изучения системы допусков и посадок и пользования ею.

СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ИСО — ОСНОВА ЕСДП СЭВ

ЕСДП СЭВ для гладких деталей и соединений разработана на основе системы ИСО, изложенной в рекомендации ИСО Р 286 1962 г. «Система допусков и посадок ИСО. Часть I. Общие сведения. Допуски и отклонения». Эту рекомендацию дополняют следующие нормативные документы: рекомендация ИСО Р 1829 «Отбор полей допусков для общего применения»; рекомендация ИСО Р 1938 «Система допусков и посадок ИСО. Часть II. Контроль гладких деталей»; международный стандарт ИСО 2768—1973 «Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками» [23].

Система ИСО является вторым вариантом международной системы допусков и посадок. Ей предшествовала система ИСА (ИСА — наименование довоенной международной организации по стандартизации [1]), разработанная для того, чтобы заменить существовавшие до этого национальные системы, между которыми были существенные различия, и содействовать развитию международной торговли и экономического сотрудничества. Она охватывала размеры от 1 до 500 мм. Первый проект системы ИСА, предложенный группой специалистов Германии, Франции, Чехословакии Швейцарии и Швеции, был опубликован в 1931 г., а окончательный проект — в 1935 г. По принципам построения, условным обозначениям и числовым значениям предельных отклонений система ИСА отличалась от всех национальных систем. Официально она была оформлена в 1940 г. в виде Бюллетеня ИСА № 25.

Система ИСО основана на системе ИСА и отличается от нее тем, что распространена на размеры менее 1 мм и св. 500 до 3150 мм, а для размеров от 1 до 500 мм дополнена двумя более точными рядами допусков и несколькими новыми типами расположения полей допусков.

Переход стран на международную систему допусков и посадок начался в период 1932—1936 гг. В настоящее время система ИСО применяется во всех промышленно развитых и развивающихся странах мира, разработавших на основе рекомендаций и стандартов ИСО свои национальные стандарты.

До внедрения ЕСДП СЭВ одни страны—члены СЭВ (Венгрия, ГДР, Куба, Польша, Румыния, Чехословакия) применяли систему ИСО, другие (СССР, Болгария и МНР) — систему ОСТ. Система ИСА (а затем ИСО) применялась в СССР для дополнения системы ОСТ новыми классами точности и полями допусков, а в отдельных случаях — при эксплуатации импортного оборудования и производстве изделий по лицензиям. ЕСДП СЭВ является модификацией системы ИСО. Она излагает систему ИСО, определяет отборы полей допусков и посадок из этой системы и в отдельных положениях дополняет ее с учетом потребностей народного хозяйства стран—членов СЭВ.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЕСДП СЭВ

Основы построения ЕСДП СЭВ изложены в СТ СЭВ 145—75 (для размеров до 3150 мм) и СТ СЭВ 177—75 (для размеров свыше 3150 до 10 000 мм) и включают: термины и определения, интервалы номинальных размеров, формулы и числовые значения допусков и отклонений, правила образования и условные обозначения полей допусков и посадок. Они полностью соответствуют основам построения системы ИСО, а для размеров свыше 3150 до 10 000 мм, не охваченных системой ИСО, предусмотрена экстраполяция основных закономерностей системы ИСО, принятых для размеров свыше 500 до 3150 мм.

Термины и определения (установлены в СТ СЭВ 145—75) соответствуют приведенным в п. 1.1.

ИНТЕРВАЛЫ НОМИНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ

Интервалы номинальных размеров, принятые в ЕСДП СЭВ для определения допусков и предельных отклонений, приведены в табл. 1.6 и 1.7. Интервалы подразделяются на основные и промежуточные. Основные интервалы используются

[1] ИСА (ISA) — сокращение от английского наименования организации International Federation of the National Standardizing Associations.

1.6. Интервалы номинальных размеров до 500 мм (по СТ СЭВ 145—75)

мм

Основные интервалы		Промежуточные интервалы	
свыше	до	свыше	до
—	3	—	—
3	6	—	—
6	10	—	—
10	18	10 14	14 18
18	30	18 24	24 30
30	50	30 40	40 50
50	80	50 65	65 80
80	120	80 100	100 120
120	180	120 140 160	140 160 180
180	250	180 200 225	200 225 250
250	315	250 280	280 315
315	400	315 355	355 400
400	500	400 450	450 500

1.7. Интервалы номинальных размеров свыше 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75)

мм

Основные интервалы		Промежуточные интервалы	
свыше	до	свыше	до
500	630	500 560	560 630
630	800	630 710	710 800
800	1000	800 900	900 1000
1000	1250	1000 1120	1120 1250
1250	1600	1250 1400	1400 1600
1600	2000	1600 1800	1800 2000
2000	2500	2000 2240	2240 2500
2500	3150	2500 2800	2800 3150
3150	4000	3150 3550	3550 4000
4000	5000	4000 4500	4500 5000
5000	6300	5000 5600	5600 6300
6300	8000	6300 7100	7100 8000
8000	10 000	8000 9000	9 000 10 000

для определения всех допусков системы и тех предельных отклонений, которые более плавно изменяются в зависимости от номинального размера. Начиная с 250 мм границы основных интервалов приняты по нормальным линейным размерам ряда R10. Промежуточные интервалы введены для номинальных размеров свыше 10 мм и делят каждый основной интервал на два (в некоторых случаях — три). Они используются для определения тех предельных отклонений, которые связаны с номинальным размером относительно крутой зависимостью (валы, обозначаемые буквами от *a* до *cd* и от *r* до *zc*; отверстия, обозначаемые буквами от *A* до *CD* и от *R* до *ZC*). Начиная с 250 мм, границы промежуточных интервалов приняты по нормальным линейным размерам ряда R20.

Расчет допусков и предельных отклонений для каждого интервала номинальных размеров производится по среднему геометрическому ($D_и$) его граничных значений ($D_{и\,min}$ и $D_{и\,max}$):

$$D_и = \sqrt{D_{и\,min} D_{и\,max}}.$$

Для первого интервала размеров до 3 мм принято $D_и = \sqrt{3}$. Из двух границ интервала номинальных размеров только верхняя ($D_{и\,max}$) включена в данный интервал. Размер, равный $D_{и\,min}$, относится к предыдущему интервалу. Например, 10 мм относится к интервалу размеров свыше 6 до 10 мм.

ДОПУСКИ

Классы (степени) точности в ЕСДП СЭВ названы квалитетами [1], что позволяет отличить их от классов точности в системе ОСТ. Всего в ЕСДП СЭВ предусмотрено 19 квалитетов, обозначаемых порядковым номером, возрастающим с увеличением допуска: 01; 0; 1; 2; 3 ... 17 (номера 01 и 0 соответствуют двум наиболее точным квалитетам, введенным в систему ИСО уже после того, как существовал 1-й квалитет). Сокращенно допуск по одному из квалитетов обозначается латинскими буквами IT[2] и номером квалитета, например, IT7 означает допуск по 7-му квалитету.

Допуски рассчитаны на основе единицы допуска:

для размеров до 500 мм

$$i = 0{,}45\sqrt[3]{D_и} + 0{,}001 D_и; \qquad (1.36)$$

для размеров свыше 500 до 10 000 мм

$$I = 0{,}004 D_и + 2{,}1. \qquad (1.37)$$

В формулах значения $D_и$ — в мм, а i или I — в мкм.

Допуск выражается определенным, постоянным для данного квалитета числом единиц допуска. Исключение составляют допуски для размеров до 500 мм в квалитетах точнее 5-го, которые определены по специальным формулам (см. примечание к табл. 1.8). Числовые значения допусков по ЕСДП СЭВ даны в табл. 1.8.

При данном квалитете и интервале номинальных размеров значение допуска постоянно для размеров любых элементов (валов, отверстий, уступов и др.) и в любых полях допусков. Другая особенность допусков по ЕСДП СЭВ состоит в их равномерной градации: начиная с 5-го квалитета, допуски при переходе к следующему, более грубому квалитету увеличиваются на 60%. Через каждые пять квалитетов допуски увеличиваются в 10 раз. Это правило дает возможность развить систему в сторону более грубых квалитетов, например $IT18 = 10 \cdot IT13$, $IT19 = 10 \cdot IT14$ и т. д. (допуски по 18-му квалитету добавлены в табл. 1.8). Необходимость в квалитетах грубее 17-го может возникнуть в отдельных случаях для изделий из неметаллических материалов или получаемых отдельными способами без снятия стружки, для которых следует разрабатывать специальные стандарты.

[1] По аналогии с французским термином qualité (качество) и немецким Qualität.
[2] Сокращение слов ISO Tolerance (англ. «допуск ИСО»).

1.8. Допуски для размеров до 10 000 мм (по СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75)

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Обозначения допусков									
	*IT*01	*IT*0	*IT*1	*IT*2	*IT*3	*IT*4	*IT*5	*IT*6	*IT*7	*IT*8
	Допуски, мкм									
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
Св. 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
Св. 18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
Св. 30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
Св. 50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
Св. 80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
Св. 120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
Св. 180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
Св. 250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
Св. 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
Св. 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97
Св. 500 до 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110
Св. 630 до 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125
Св. 800 до 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140
Св. 1000 до 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165
Св. 1250 до 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195
Св. 1600 до 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230
Св. 2000 до 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280
Св. 2500 до 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330
Св. 3150 до 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410
Св. 4000 до 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500
Св. 5000 до 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620
Св. 6300 до 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760
Св. 8000 до 10 000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940
Количество единиц допуска в допуске данного квалитета										
	1 *	1,4*	2*	2,7*	3,7*	5,1*	7	10	16	25

Продолжение табл. 1.8

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	9	10	11	12	13	14 **	15 **	16 **	17 **	18 ***
	Обозначения допусков									
	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	Допуски, мкм			Допуски, мм						
До 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
Св. 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
» 6 » 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
Св. 10 до 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
Св. 18 до 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
Св. 30 до 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
Св. 50 до 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
Св. 80 до 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
Св. 120 до 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
Св. 180 до 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
Св. 250 до 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
Св. 315 до 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
Св. 400 до 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7
Св. 500 до 630	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0
Св. 630 до 800	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0	12,5
Св. 800 до 1000	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	14,0
Св. 1000 до 1250	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
Св. 1250 до 1600	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5	19,5
Св. 1600 до 2000	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	23,0
Св. 2000 до 2500	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	28,0
Св. 2500 до 3150	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	33,0
Св. 3150 до 4000	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0	41,0
Св. 4000 до 5000	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	50,0
Св. 5000 до 6300	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	62,0
Св. 6300 до 8000	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	76,0

Продолжение табл. 1.8

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	9	10	11	12	13	14 **	15 **	16 **	17 **	18 ***
	Обозначения допусков									
	*IT*9	*IT*10	*IT*11	*IT*12	*IT*13	*IT*14	*IT*15	*IT*16	*IT*17	*IT*18
	Допуски, мкм			Допуски, мм						
Св. 8000 до 10 000	1500	2400	3800	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0	94,0
Количество единиц допуска в допуске данного квалитета										
	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

* Количество единиц допуска указано для размеров св. 500 мм. Для размеров до 500 мм допуски в квалитетах от 01 до 4 определены по следующим формулам: $IT01 = 0{,}3 + 0{,}008D_и$; $IT0 = 0{,}5 + 0{,}012D_и$; $IT1 = 0{,}8 + 0{,}020D_и$; $IT2 = \sqrt{IT1 \cdot IT3}$; $IT3 = \sqrt{IT1 \cdot IT5}$; $IT4 = \sqrt{IT3 \cdot IT5}$ (IT — в мкм; $D_и$ — в мм).

** Квалитеты 14—17 для размеров менее 1 мм не предусмотрены.

*** Допуски по 18-му квалитету приведены дополнительно к СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75.

Основные отклонения

Характеристикой расположения поля допуска в ЕСДП СЭВ является знаки числовое значение основного отклонения — того из двух предельных отклонений размера (верхнего или нижнего), которое находится ближе к нулевой линии. Для всех полей допусков, расположенных ниже нулевой линии, основным (ближайшим) [1] является верхнее отклонение (*es* или *ES*)[2], для полей допусков, расположенных выше нулевой линии, основным (ближайшим) — нижнее отклонение (*ei* или *EI*)[3] — рис. 1.15.

Для обеспечения равных возможностей образования полей допусков валов и отверстий в ЕСДП СЭВ предусмотрены одинаковые наборы основных отклонений валов и отверстий, схематически представленные на рис. 1.16. Каждому из основных отклонений на рис. 1.16 соответствует определенный уровень относительно нулевой линии, от которого должно начинаться поле допуска. Штриховкой показано направление поля допуска, а конец его, т. е. второе (удаленное) [1] предельное отклонение, не указан, так как зависит от значения допуска (квалитета) размера. Основные отклонения стандартизованы, как правило, независимо от допусков. В некоторых случаях (на рис. 1.16 они отмечены в виде двух частей поля допуска) основные отклонения в разных квалитетах различаются.

Каждое расположение основного отклонения обозначается латинской буквой — малой для валов и большой для отверстий. Буквенные обозначения основных отклонений приняты в алфавитном порядке, начиная от отклонений, позволяющих получить наибольшие зазоры в соединении (отклонений *a*, *A*). Основные отклонения, введенные в систему ИСО в качестве дополнения к системе ИСА, обозначены двумя буквами. Это либо отклонения, занимающие промежуточное положение между двумя соседними отклонениями (обозначаются сочетанием букв соседних отклонений, например отклонение *cd* располагается между отклоне-

[1] Термины «ближайшее» и «удаленное» отклонения являются нестандартными, однако в некоторых случаях оказываются удобными при решении некоторых задач.

[2] Сокращение французского термина *ecart superieur* (верхнее отклонение).

[3] Сокращение французского термина *ecart inferieur* (нижнее отклонение).

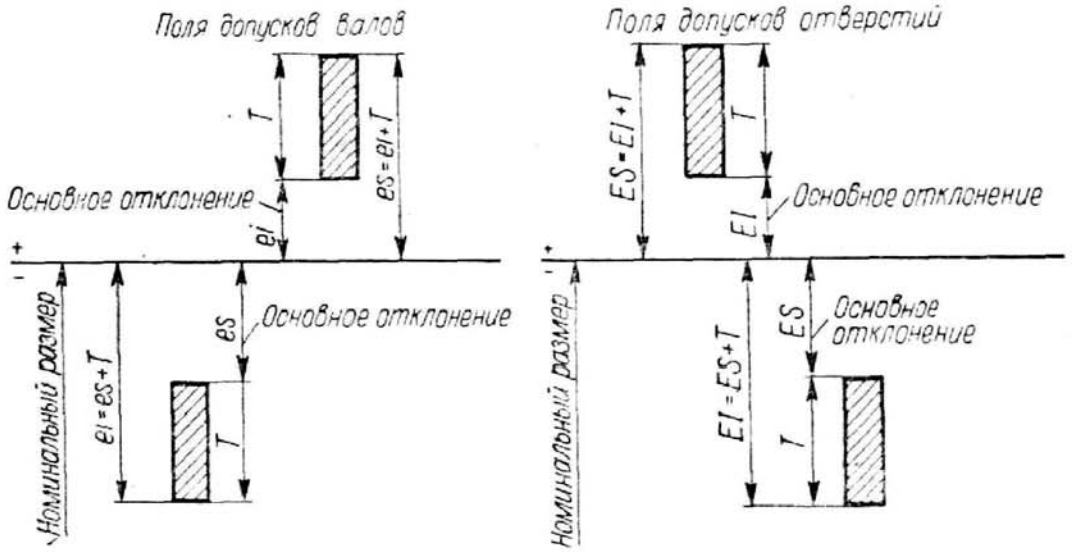


Рис. 1.15

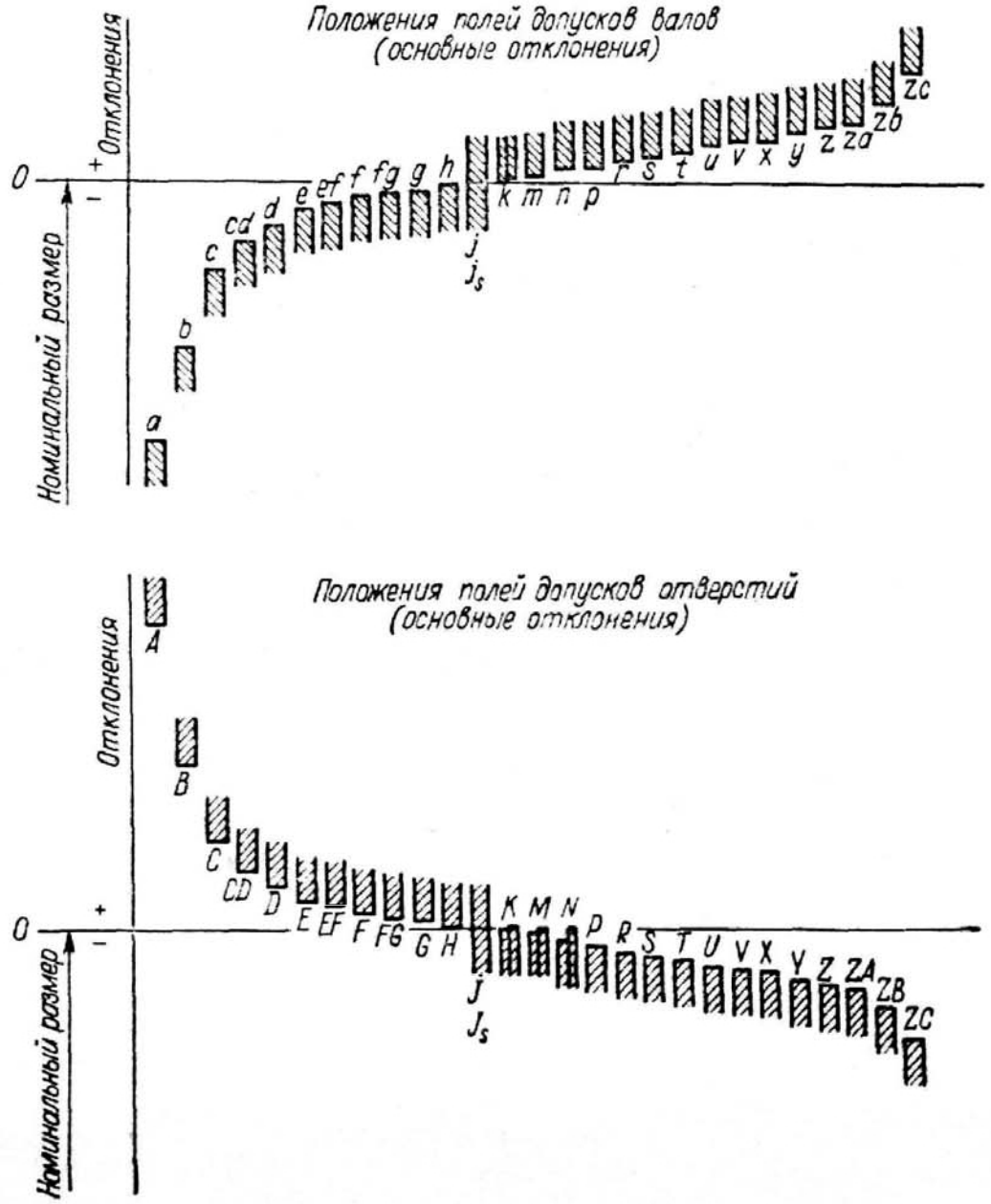


Рис. 1.16

ниями *c* и *d*), либо отклонения, располагающиеся за отклонением *z* и обозначаемые сочетанием буквы *z* с одной из начальных букв алфавита (последовательно *a*, *b*, *c* ...), например *za*.

Буквой *h* обозначается верхнее отклонение вала, равное нулю (основной вал), буквой *H* — нижнее отклонение отверстия, равное нулю (основное отверстие). В системе отверстия основные отклонения от *a* до *h* предназначены для образования полей допусков валов в посадках с зазором, от j_s до *zc* в посадках переходных и с натягом. Аналогично в системе вала основные отклонения от *A* до *H* предназначены для образования полей допусков отверстий в посадках с зазором, от j_s до *ZC* — в посадках переходных и с натягом. Как правило, переходные посадки получаются при основных отклонениях j_s — n (J_s — N). Буквами j_s, J_s обозначается симметричное расположение поля допуска относительно нулевой линии. В этом случае числовые значения верхнего и нижнего отклонений одинаковы и определяются в зависимости от допуска (квалитета), а основным (постоянным) при любом допуске является, в порядке исключения, среднее отклонение, равное нулю. Кроме строго симметричного в системе ИСО и ЕСДП СЭВ имеется приближенно симметричное расположение поля допуска, обозначаемое буквами *j* (*J*).

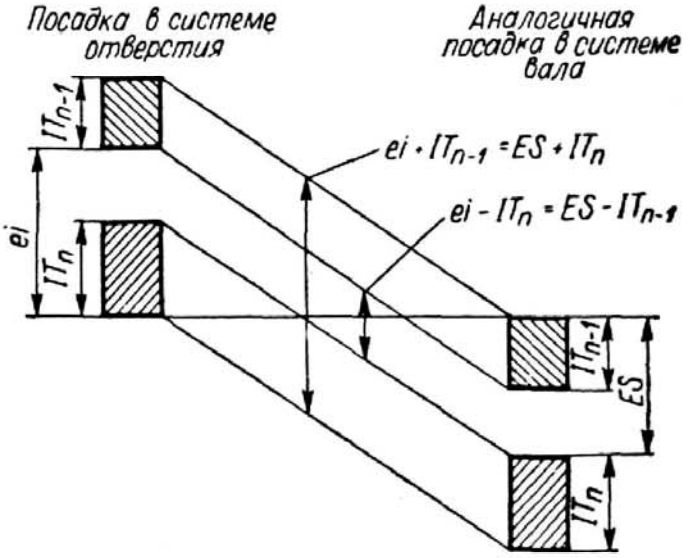


Рис. 1.17

При одном и том же буквенном обозначении числовое значение основного отклонения изменяется в зависимости от номинального размера. Исходными при построении системы были приняты основные отклонения валов. Формулы для их расчета приведены в приложении. II, ч. II. Числовые значения основных отклонений валов приведены в табл. 1.9 и 1.11.

Основные отклонения отверстий, как правило, равны по числовому значению и противоположны по знаку основным отклонениям валов, обозначаемых той же буквой (являются зеркальным относительно нулевой линии отражением одноименных основных отклонений валов), следовательно:

для отверстий с отклонениями *A*—*H*

$$EI = -es; \tag{1.38}$$

для отверстий с отклонениями *K* — *ZC*

$$ES = -ei. \tag{1.38а}$$

Из этого общего правила сделано исключение для размеров свыше 3 до 500 мм для отверстий *J*, *K*, *M* и *N* с допусками по 3—8-му квалитетам и для отверстий от *P* до *ZC* с допусками по 3—7-му квалитетам, для которых применяется специальное правило

$$ES = -ei + \Delta, \tag{1.39}$$

где $\Delta = IT_n - IT_{n-1}$ — разность между допусками того квалитета, в котором образуется поле допуска, и ближайшего более точного квалитета, например при определении основного отклонения для 6-го квалитета $\Delta = IT6—IT5$.

Специальное правило при условии, что в соответствующих посадках (переходных и с натягом) допуск отверстия на один квалитет грубее, чем вала, позволяет получить одинаковые предельные натяги в одноименных посадках системы отверстия и системы вала (например, *H7/p6* и *P7/h6*), что видно из рис. 1.17. Однако специальное правило не исключает возможности других сочетаний допусков отверстия и вала в посадке, например одинаковых допусков.

Числовые значения основных отклонений отверстий приведены в табл. 1.10 и 1.12.

1.9. Основные (ближайшие) отклонения валов (см. рис. 1.16) для размеров до 500 мм (по СТ СЭВ 145—75)

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений										
	a *	*b* *	*c*	*cd*	*d*	*e*	*ef*	*f*	*fg*	*g*	*h*
	Верхнее отклонение *es*, мкм (все квалитеты)										
До 3	—270	—140	—60	—34	—20	—14	—10	—6	—4	—2	0
Св. 3 до 6	—270	—140	—70	—46	—30	—20	—14	—10	—6	—4	0
» 6 » 10	—280	—150	—80	—56	—40	—25	—18	—13	—8	—5	0
Св. 10 до 14 Св. 14 до 18	—290	—150	—95	—	—50	—32	—	—16	—	—6	0
Св. 18 до 24 Св. 24 до 30	—300	—160	—110	—	—65	—40	—	—20	—	—7	0
Св. 30 до 40	—310	—170	—120	—	—80	—50	—	—25	—	—9	0
Св. 40 до 50	—320	—180	—130								
Св. 50 до 65	—340	—190	—140	—	—100	—60	—	—30	—	—10	0
Св. 65 до 80	—360	—200	—150								
Св. 80 до 100	—380	—220	—170	—	—120	—72	—	—36	—	—12	0
Св. 100 до 120	—410	—240	—180								
Св. 120 до 140	—460	—260	—200	—	—145	—85	—	—43	—	—14	0
Св. 140 до 160	—520	—280	—210								
Св. 160 до 180	—580	—310	—230								
Св. 180 до 200	—660	—340	—240	—	—170	—100	—	—50	—	—15	0
Св. 200 до 225	—740	—380	—260								
Св. 225 до 250	—820	—420	—280								
Св. 250 до 280	—920	—480	—300	—	—190	—110	—	—56	—	—17	0
Св. 280 до 315	—1050	—540	—330								
Св. 315 до 355	—1200	—600	—360	—	—210	—125	—	—62	—	—18	0
Св. 355 до 400	—1350	—680	—400								

Продолжение табл. 1.9

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений										
	a *	*b* *	*c*	*cd*	*d*	*e*	*ef*	*f*	*fg*	*g*	*h*
	Верхнее отклонение *es*, мкм (все квалитеты)										
Св. 400 до 450	−1500	−760	−440								
Св. 450 до 500	−1650	−840	−480	—	−230	−135	—	−68	—	−20	0

Продолжение табл. 1.9

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений										
	js	*j*			*k*		*m*	*n*	*p*	*r*	*s*
	Квалитеты										
	все	5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 св. 7	все				
	Нижнее отклонение *ei*, мкм										
До 3	Верхнее и нижнее отклонения равны $\pm\frac{T}{2}$	−2	−4	−6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14
Св. 3 до 6		−2	−4	—	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19
» 6 » 10		−2	−5	—	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23
Св. 10 до 18		−3	−6	—	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28
Св. 18 до 30		−4	−8	—	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35
Св. 30 до 50		−5	−10	—	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43
Св. 50 до 65		−7	−12	—	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53
Св. 65 до 80										+43	+59
Св. 80 до 100		−9	−15	—	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71
Св. 100 до 120										+54	+79
Св. 120 до 140		−11	−18	—	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92
Св. 140 до 160										+65	+100
Св. 160 до 180										+68	+108
Св. 180 до 200		−13	−21	—	+4	0	+17	+31	+50	+77	+122
Св. 200 до 225										+80	+130
Св. 225 до 250										+84	+140
Св. 250 до 280		−16	−26	—	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158
Св. 280 до 315										+98	+170

Продолжение табл. 1.9

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений									
	j_s	j			k		m	n	p	r	s
	Квалитеты										
	все	5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 св. 7	все				
	Нижнее отклонение ei, мкм										
Св. 315 до 355	Верхнее и нижнее отклонения равны $\pm\frac{T}{2}$	−18	−28	—	+4	0	+21	+37	+62	+108 +114	+190 +208
Св. 355 до 400											
Св. 400 до 450		−20	−32	—	+5	0	+23	+40	+68	+126 +132	+232 +252
Св. 450 до 500											

Продолжение табл. 1.9

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений								
	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	Нижнее отклонение ei, мкм (все квалитеты)								
До 3	—	+18	—	+20	—	+26	+32	+40	+60
Св. 3 до 6	—	+23	—	+28	—	+35	+42	+50	+80
» 6 » 10	—	+28	—	+34	—	+42	+52	+67	+97
Св. 10 до 14	—	+33	—	+40	—	+50	+64	+90	+130
» 14 » 18			+39	+45		+60	+77	+108	+150
Св. 18 до 24	—	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
» 24 » 30	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
» 30 » 40	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
» 40 » 50	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
» 50 » 65	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
» 65 » 80	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
» 80 » 100	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
» 100 » 120	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
» 120 » 140	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
» 140 » 160	+134	+199	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
» 160 » 180	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
» 180 » 200	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
» 200 » 225	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
» 225 » 250	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
» 250 » 280	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
» 280 » 315	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
» 315 » 355	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
» 355 » 400	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
» 400 » 450	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
» 450 » 500	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

* Отклонения a и b для размеров менее 1 мм не предусмотрены.

1.10. Основные (ближайшие) отклонения отверстий (см. рис. 1.16) для размеров до 500 мм (по СТ СЭВ 145—75)

Номинальные размеры мм	Буквенное обозначение основных отклонений										
	*A**	*B**	*C*	*CD*	*D*	*E*	*EF*	*F*	*FG*	*G*	*H*
	Нижнее отклонение *EI* мкм (все квалитеты)										
До 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0
Св. 3 до 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0
» 6 » 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0
» 10 » 18	+290	+150	+95	—	+50	+32	—	+16	—	+6	0
» 18 » 30	+300	+160	+110	—	+65	+40	—	+20	—	+7	0
Св. 30 до 40	+310	+170	+120								
» 40 » 50	+320	+180	+130	—	+80	+50	—	+25	—	+9	0
Св. 50 до 65	+340	+190	+140								
» 65 » 80	+360	+200	+150	—	+100	+60	—	+30	—	+10	0
Св. 80 до 100	+380	+220	+170								
» 100 » 120	+410	+240	+180	—	+120	+72	—	+36	—	+12	0
Св. 120 до 140	+460	+260	+200								
» 140 » 160	+520	+280	+210	—	+145	+85	—	+43	—	+14	0
» 160 » 180	+580	+310	+230								
Св. 180 до 200	+660	+340	+240								
» 200 » 225	+740	+380	+260	—	+170	+100	—	+50	—	+15	0
» 225 » 250	+820	+420	+280								
Св. 250 до 280	+920	+480	+300								
» 280 » 315	+1050	+540	+330	—	+190	+110	—	+56	—	+17	0
Св. 315 до 355	+1200	+600	+360								
» 355 » 400	+1350	+680	+400	—	+210	+125	—	+62	—	+18	0
Св. 400 до 450	+1500	+760	+440								
» 450 » 500	+1650	+840	+480	—	+230	+135	—	+68	—	+20	0

Продолжение табл. 1.10

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений									
	J_s	J			K		M		N *	
	Квалитеты									
	все	6	7	8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 8	св. 8
	Верхнее отклонение ES, мкм									
До 3	Верхнее и нижнее отклонения равны $\pm\frac{T}{2}$	+2	+4	+6	0	0	−2	−2	−4	−4
Св. 3 до 6		+5	+6	+10	−1 + Δ	—	−4 + Δ	−4	−8 + Δ	0
» 6 » 10		+5	+8	+12	−1 + Δ	—	−6 + Δ	−6	−10 + Δ	0
» 10 » 18		+6	+10	+15	−1 + Δ	—	−7 + Δ	−7	−12 + Δ	0
» 18 » 30		+8	+12	+20	−2 + Δ	—	−8 + Δ	−8	−15 + Δ	0
» 30 » 50		+10	+14	+24	−2 + Δ	—	−9 + Δ	−9	−17 + Δ	0
» 50 » 80		+13	+18	+28	−2 + Δ	—	−11 + Δ	−11	−20 + Δ	0
» 80 » 120		+16	+22	+34	−3 + Δ	—	−13 + Δ	−13	−23 + Δ	0
» 120 » 180		+18	+26	+41	−3 + Δ	—	−15 + Δ	−15	−27 + Δ	0
» 180 » 250		+22	+30	+47	−4 + Δ	—	−17 + Δ	−17	−31 + Δ	0
» 250 » 315		+25	+36	+55	−4 + Δ	—	−20 + Δ **	−20	−34 + Δ	0
» 315 » 400		+29	+39	+60	−4 + Δ	—	−21 + Δ	−21	−37 + Δ	0
» 400 » 500		+33	+43	+66	−5 + Δ	—	−23 + Δ	−23	−40 + Δ	0

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений												Поправка Δ					
	от *P* до *ZC*	*P*	*R*	*S*	*T*	*U*	*V*	*X*	*Y*	*Z*	*ZA*	*ZB*	*ZC*					
	Квалитет																	
	до 7	св. 7												3	4	5	6	7	8
	Верхнее отклонение *ES*, мкм													Значение Δ, мкм					
До 3	Отклонение, как для квалитетов св. 7, увеличенное на Δ	−6	−10	−14	—	−18	—	−20	—	−26	−32	−40	−60	Δ = 0					
Св. 3 до 6		−12	−15	−19	—	−23	—	−28	—	−35	−42	−50	−80	1	1,5	1	3	4	6
» 6 » 10		−15	−19	−23	—	−28	—	−34	—	−42	−52	−67	−97	1	1,5	2	3	6	7
Св 10 до 14		−18	−23	−28	—	−33	—	−40	—	−50	−64	−90	−130	1	2	3	3	7	9
» 14 » 18							−39	−45	—	−60	−77	−108	−150						
Св 18 до 24		−22	−28	−35	—	−41	−47	−54	−63	−73	−98	−136	−188	1,5	2	3	4	8	12
» 24 » 30					−41	−48	−55	−64	−75	−88	−118	−160	−218						
Св 30 до 40		−26	−34	−43	−48	−60	−68	−80	−94	−112	−148	−200	−274	1,5	3	4	5	9	14
» 40 » 50					−54	−70	−81	−97	−114	−136	−180	−242	−325						
Св. 50 до 65		−32	−41	−53	−66	−87	−102	−122	−144	−172	−226	−300	−405	2	3	5	6	11	16
» 65 » 80			−43	−59	−75	−102	−120	−146	−174	−210	−274	−360	−480						
Св 80 до 100		−37	−51	−71	−91	−124	−146	−178	−214	−258	−335	−445	−585	2	4	5	7	13	19
» 100 » 120			−54	−79	−104	−144	−172	−210	−254	−310	−400	−525	−690						

Продолжение табл. 1.10

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений												Поправка Δ					
	от *P* до *ZC*	*P*	*R*	*S*	*T*	*U*	*V*	*X*	*Y*	*Z*	*ZA*	*ZB*	*ZC*					
	Квалитет																	
	до 7	св. 7												3	4	5	6	7	8
	Верхнее отклонение *ES*, мкм													Значение Δ, мкм					
Св. 120 до 140	Отклонение, как для квалитетов св. 7, увеличенное на Δ	−43	−63	−92	−122	−170	−202	−248	−300	−365	−470	−620	−800	3	4	6	7	15	23
Св. 140 до 160			−65	−100	−134	−190	−228	−280	−340	−415	−535	−700	−900						
Св. 160 до 180			−68	−108	−146	−210	−252	−310	−380	−465	−600	−780	−1000						
Св. 180 до 200		−50	−77	−122	−166	−236	−284	−350	−425	−520	−670	−880	−1150	3	4	6	9	17	26
Св. 200 до 225			−80	−130	−180	−258	−310	−385	−470	−575	−740	−960	−1250						
Св. 225 до 250			−84	−140	−196	−284	−340	−425	−520	−640	−820	−1050	−1350						
Св. 250 до 280		−56	−94	−158	−218	−315	−385	−475	−580	−710	−920	−1200	−1550	4	4	7	9	20	29
Св. 280 до 315			−98	−170	−240	−350	−425	−525	−650	−790	−1000	−1300	−1700						
Св. 315 до 355		−62	−108	−190	−268	−390	−475	−590	−730	−900	−1150	−1500	−1900	4	5	7	11	21	32
Св. 355 до 400			−114	−208	−294	−435	−530	−660	−820	−1000	−1300	−1650	−2100						
Св. 400 до 450		−68	−126	−232	−330	−490	−595	−740	−920	−1100	−1450	−1850	−2400	5	5	7	13	23	34
Св. 450 до 500			−132	−252	−360	−540	−660	−820	−1000	−1250	−1600	−2100	−2600						

* Отклонения *A* и *B* во всех квалитетах и *N* в квалитетах св. 8 для размеров менее 1 мм не предусмотрены.

** Исключение составляет поле M6 при размерах св. 250 до 315 мм, для которого $ES = -9$ мкм (а не −11).

1.11. Основные (ближайшие) отклонения валов (см. рис. 1.16) для размеров св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75)

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений							
	c	*cd*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	j_s
	Верхнее отклонение *es*, мкм (все квалитеты)							
Св. 500 до 560	−520	−370	−260	−145	−76	−22	0	Верхнее и нижнее отклонения равны $\pm\frac{T}{2}$
» 560 » 630	−580	−390						
Св. 630 до 710	−640	−430	−290	−160	−80	−24	0	
» 710 » 800	−700	−450						
Св. 800 до 900	−780	−500	−320	−170	−86	−26	0	
» 900 » 1000	−860	−520						
Св. 1000 до 1120	−940	−580	−350	−195	−98	−28	0	
» 1120 » 1250	−1050	−600						
Св. 1250 до 1400	−1150	−660	−390	−220	−110	−30	0	
» 1400 » 1600	−1300	−720						
Св. 1600 до 1800	−1450	−780	−430	−240	−120	−32	0	
» 1800 » 2000	−1600	−820						
Св. 2000 до 2240	−1800	−920	−480	−260	−130	−34	0	
» 2240 » 2500	−2000	−980						
Св. 2500 до 2800	−2200	−1050	−520	−290	−145	−38	0	
» 2800 » 3150	−2500	−1150						
Св. 3150 до 3550	−2800	−1250	−580	−320	−160	—	0	
» 3550 » 4000	−3100	−1350						
Св. 4000 до 4500	−3500	−1500	−640	−350	−175	—	0	
» 4500 » 5000	−3900	−1600						
Св. 5000 до 5600	−4300	−1750	−720	−380	−190	—	0	
» 5600 » 6300	−4800	−1850						
Св. 6300 до 7100	−5400	−2100	−800	−420	−210	—	0	
» 7100 » 8000	−6200	−2200						
Св. 8000 до 9000	−6800	−2400	−880	−460	−230	—	0	
» 9 000 » 10 000	−7600	−2600						

Продолжение табл. 1.11

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений								
	k	*m*	*n*	*p*	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*
	Нижнее отклонение *ei*, мкм (все квалитеты)								
Св. 500 до 560	0	+26	+44	+78	+150	+280	+400	+600	+740
Св. 560 до 630					+155	+310	+450	+660	+820
Св. 630 до 710	0	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740	+920
Св. 710 до 800					+185	+380	+560	+840	+1000
Св. 800 до 900	0	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940	+1150
Св. 900 до 1000					+220	+470	+680	+1050	+1300
Св. 1000 до 1120	0	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150	+1450
Св. 1120 до 1250					+260	+580	+840	+1300	+1600
Св. 1250 до 1400	0	+48	+78	+140	+300	+640	+960	+1450	+1800
Св. 1400 до 1600					+330	+720	+1050	+1600	+2000
Св. 1600 до 1800	0	+58	+92	+170	+370	+820	+1200	+1850	+2300
Св. 1800 до 2000					+400	+920	+1350	+2000	+2500
Св. 2000 до 2240	0	+68	+110	+195	+440	+1000	+1500	+2300	+2800
Св. 2240 до 2500					+460	+1100	+1650	+2500	+3100
Св. 2500 до 2800	0	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900	+3500
Св. 2800 до 3150					+580	+1400	+2100	+3200	+3900
Св. 3150 до 3550	—	—	—	+290	+680	+1600	+2400	+3600	—
Св. 3550 до 4000					+720	+1750	+2600	+4000	—
Св. 4000 до 4500	—	—	—	+360	+840	+2000	+3000	+4600	—
Св. 4500 до 5000					+900	+2200	+3300	+5000	—
Св. 5000 до 5600	—	—	—	+440	+1050	+2500	+3700	+5600	—
Св. 5600 до 6300					+1100	+2800	+4100	+6400	—

Продолжение табл. 1.11

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений								
	k	*m*	*n*	*p*	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*
	Нижнее отклонение *ei*, мкм (все квалитеты)								
Св. 6300 до 7100	—	—	—	+540	+1300	+3200	+4700	+7200	—
Св. 7100 до 8000					+1400	+3500	+5200	+8000	—
Св. 8 000 до 9 000	—	—	—	+680	+1650	+4000	+6000	+9 000	—
Св. 9 000 до 10 000					+1750	+4400	+6600	+10 000	—

1.12. Основные (ближайшие) отклонения отверстий (см. рис. 1.16) для размеров св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75)

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений							
	C	*CD*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	J_s
	Нижнее отклонение *EI*, мкм (все квалитеты)							
Св. 500 до 560	+520	+370	+260	+145	+76	+22	0	Верхнее и нижнее отклонения равны $\pm\frac{IT}{2}$
» 560 » 630	+580	+390						
Св. 630 до 710	+640	+430	+290	+160	+80	+24	0	
» 710 » 800	+700	+450						
Св. 800 до 900	+780	+500	+320	+170	+86	+26	0	
» 900 » 1000	+860	+520						
Св. 1000 до 1120	+940	+580	+350	+195	+98	+28	0	
» 1120 » 1250	+1050	+600						
Св. 1250 до 1400	+1150	+660	+390	+220	+110	+30	0	
» 1400 » 1600	+1300	+720						
Св. 1600 до 1800	+1450	+780	+430	+240	+120	+32	0	
» 1800 » 2000	+1600	+820						
Св. 2000 до 2240	+1800	+920	+480	+260	+130	+34	0	
» 2240 » 2500	+2000	+980						
Св 2500 до 2800	+2200	+1050	+520	+290	+145	+38	0	
» 2800 » 3150	+2500	+1150						
Св 3150 до 3550	+2800	+1250	+580	+320	+160	—	0	
» 3550 » 4000	+3100	+1350						
Св. 4000 до 4500	+3500	+1500	+640	+350	+175	—	0	
» 4500 » 5000	+3900	+1600						

Продолжение табл. 1.12

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений							
	C	*CD*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	J_s
	Нижнее отклонение *EI*, мкм (все квалитеты)							
Св. 5000 до 5600	+4300	+1750	+720	+380	+190	—	0	Верхнее и нижнее отклонения равны $\pm \frac{T}{2}$
» 5600 » 6300	+4800	+1850						
Св. 6300 до 7100	+5400	+2100	+800	+420	+210	—	0	
» 7100 » 8000	+6200	+2200						
Св. 8 000 до 9 000	+6800	+2400	+880	+460	+230	—	0	
» 9 000 » 10 000	+7600	+2600						

Продолжение табл. 1.12

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений								
	K	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*U*	*V*
	Верхнее отклонение *ES*, мкм (все квалитеты)								
Св. 500 до 560	0	—26	—44	—78	—150	—280	—400	—600	—740
» 560 » 630					—155	—310	—450	—660	—820
Св. 630 до 710	0	—30	—50	—88	—175	—340	—500	—740	—920
» 710 » 800					—185	—380	—560	—840	—1000
Св 800 до 900	0	—34	—56	—100	—210	—430	—620	—940	—1150
» 900 » 1000					—220	—470	—680	—1050	—1300
Св. 1000 до 1120	0	—40	—66	—120	—250	—520	—780	—1150	—1450
» 1120 » 1250					—260	—580	—840	—1300	—1600
Св. 1250 до 1400	0	—48	—78	—140	—300	—640	—960	—1450	—1800
» 1400 » 1600					—330	—720	—1050	—1600	—2000
Св. 1600 до 1800	0	—58	—92	—170	—370	—820	—1200	—1850	—2300
» 1800 » 2000					—400	—920	—1350	—2000	—2500
Св. 2000 до 2240	0	—68	—110	—195	—440	—1000	—1500	—2300	—2800
» 2240 » 2500					—460	—1100	—1650	—2500	—3100
Св. 2500 до 2800	0	—76	—135	—240	—550	—1250	—1900	—2900	—3500
» 2800 » 3150					—580	—1400	—2100	—3200	—3900
Св. 3150 до 3550	—	—	—	—290	—680	—1600	—2400	—3600	—
» 3550 » 4000					—720	—1750	—2600	—4000	—
Св. 4000 до 4500	—	—	—	—360	—840	—2000	—3000	—4600	—
» 4500 » 5000					—900	—2200	—3300	—5000	—

Продолжение табл. 1.12

Номинальные размеры, мм	Буквенное обозначение основных отклонений								
	K	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*U*	*V*
	Верхнее отклонение *ES*, мкм (все квалитеты)								
Св. 5000 до 5600	—	—	—	—440	—1050	—2500	—3700	—5600	—
» 5600 » 6300					—1100	—2800	—4100	—6400	—
Св. 6300 до 7100	—	—	—	—540	—1300	—3200	—4700	—7200	—
» 7100 » 8000					—1400	—3500	—5200	—8000	—
Св. 8000 до 9000	—	—	—	—680	—1650	—4000	—6000	—9 000	—
Св. 9000 до 10 000					—1750	—4400	—6600	—10 000	

Образование и обозначение полей допусков

Поле допуска в ЕСДП СЭВ образуется сочетанием основного отклонения (характеристика расположения) и квалитета (характеристика допуска). Соответственно условное обозначение поля допуска состоит из буквы основного отклонения и числа — номера квалитета, например:

поля допусков валов *h*6, *d*10, *s*7, j_s5;

поля допусков отверстий *H*6, *D*10, *S*7, J_s5.

По основному отклонению и допуску определяется и второе предельное отклонение, ограничивающее данное поле допуска (рис. 1.15).

Для тех полей допусков, у которых основным является верхнее отклонение, нижнее отклонение вычисляется по формулам:

для вала

$$ei = es - IT; \tag{1.40}$$

для отверстия

$$EI = ES - IT. \tag{1.40а}$$

Если основное отклонение — нижнее, то верхнее отклонение вычисляется по формулам:

для вала

$$es = ei + IT; \tag{1.41}$$

для отверстия

$$ES = EI + IT. \tag{1.41а}$$

В формулы (1.40) — (1.41а) следует подставлять основные отклонения из табл. 1.9—1.12 с их знаками.

В системе ИСО принципиально допускаются любые сочетания основных отклонений и квалитетов. Таким образом, теоретически возможно получение очень большого числа различных полей допусков. Для каждого из размеров до 500 мм сочетанием, например, 19 квалитетов и 28 основных отклонений можно образовать 517 полей допусков валов и 516 полей допусков отверстий (с учетом того исключения, что основные отклонения *j* установлены только в 5—8-м квалитетах, а основные отклонения *J* — только в 6—8-м квалитетах). Однако не все возможные сочетания имеют технический смысл, а одновременное применение всех сочетаний неприемлемо по экономическим соображениям, так как привело бы к чрезмерному усложнению инструментального хозяйства. Поэтому система ИСО практически

применяется на базе ограниченного отбора полей допусков. Такие отборы в разных странах различны. Для их унификации разработана рекомендация ИСО Р 1829—70, содержащая отбор полей допусков для общего применения при размерах до 500 мм. Страны СЭВ установили единый отбор полей допусков в СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75.

Образование и обозначение посадок

Посадка в ЕСДП СЭВ и в системе ИСО образуется, согласно общему правилу, сочетанием поля допуска отверстия и поля допуска вала. Условное обозначение посадки дается в виде дроби, причем в числителе указывают обозначение поля допуска отверстия, в знаменателе — обозначение поля допуска вала, например: $\frac{H8}{f7}$; $\frac{F8}{h7}$, или $H8/f7$; $F8/h7$.

Принципиально возможны любые сочетания стандартных полей допусков отверстия и вала в посадке. По экономическим соображениям рекомендуется применять предпочтительно посадки в системе отверстия (основное отверстие H) или в системе вала (основной вал h). Приведем примеры обозначения посадок в системе отверстия : $H7/g6$; $H7/p6$; $H8/e8$; $H11/h11$ и аналогичных посадок в системе вала: $G7/h6$; $P7/h6$; $E8/h8$; $H11/h11$.

Какие-либо определенные ряды посадок в рекомендациях ИСО пока не установлены. В ЕСДП СЭВ рекомендуемые посадки приведены в СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75.

Посадки в системе ИСО и ЕСДП СЭВ не имеют наименований, подобных принятым в системе ОСТ и характеризующих их назначение (об условной типизации посадок см. п. 1.6).

ПОЛЯ ДОПУСКОВ

Поля допусков, разрешенные для применения в ЕСДП СЭВ, установлены в СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75 и представляют собой ограничительные отборы из всей совокупности полей допусков, которые могут быть образованы в системе ИСО. Отборы по ЕСДП СЭВ содержат поля допусков для сопрягаемых и несопрягаемых размеров. Поля допусков по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75 предназначены для общего применения без ограничения его какой-либо конкретной областью.

Поля допусков, не включенные в указанные стандарты СЭВ, являются специальными по отношению к ЕСДП СЭВ, даже если они и образованы в соответствии со стандартными правилами (см. стр. 59). Их применение допускается либо в том случае, если они предусмотрены в других стандартах для соответствующих видов продукции (например, допуски подшипников качения), материалов (например, допуски для деталей из пластмасс или древесины) или способов обработки (например, допуски отливок), либо в исключительных технически и экономически обоснованных случаях, если поля допусков по СТ СЭВ 144—75 или СТ СЭВ 177—75 не могут обеспечить требований, предъявляемых к изделиям. В последнем случае возможность и порядок применения специальных полей допусков должны регламентироваться внутри отрасли и при необходимости подлежать согласованию с заинтересованными сторонами.

Поля допусков для сопрягаемых размеров

Отборы этих полей (табл. 1.13—1.26) установлены различными в четырех диапазонах номинальных размеров: до 1 мм, от 1 до 500 мм, свыше 500 до 3150 мм и свыше 3150 до 10 000 мм. Такое деление позволяет учесть специфические особенности образования и применения посадок в различных диапазонах размеров соединений.

Поля допусков для валов и отверстий при размерах менее 1 мм приведены в табл. 1.13 и 1.20.

1.13. Система отверстия. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках для размеров менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основное отверстие		Валы																	
			Основные отклонения																
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	*cd*	*d*	*e*	*ef*	*f*	*fg*	*g*	*h*	j_s	*k*	*m*	*n*	*p*	*r*	*s*	*u*	*x*	*z*
			Поля допусков в посадках																
			с зазором								переходных				с натягом					
4	*H*4	4					*f*4	*fg*4	*g*4	*h*4	s^4	*k*4	*m*4	*n*4	*p*4					
5	*H*5	5			*e*5	*ef*5	*f*5	*fg*5	*g*5	*h*5	j_s5	*k*5	*m*5	*n*5	*p*5	*r*5	*s*5			
6	*H*6	6		*d*6	*e*6	*ef*6	*f*6	*fg*6	*g*6	*h*6	j_s6	*k*6		*n*6	*p*6	*r*6	*s*6	*u*6		*z*6
7	*H*7	7	*cd*7	*d*7	*e*7	*ef*7	*f*7	*fg*7		*h*7	j_s7	*k*7					*s*7		*x*7	*z*7
8	*H*8	8	*cd*8	*d*8	*e*8	*ef*8	*f*8			*h*8	j_s8	*k*8							*x*8	*z*8
9	*H*9	9	*cd*9	*d*9	*e*9	*ef*9				*h*9										
10	*H*10	10	*cd*10	*d*10						*h*10										
11	*H*11	11								*h*11										

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например, *H*6/*e*6; *H*7/*k*7; *H*8/*x*8. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков валов по табл. 1.13 с полями допусков основных отверстий или с полями допусков отверстий по табл. 1.20. 3. Рекомендуемое применение полей допусков для образования посадок в разных интервалах размеров менее 1 мм дано в табл. 1.14 и 1.15.

1.14. Система отверстия. Рекомендуемое применение полей допусков валов и отверстий для образования посадок с зазором в разных интервалах размеров менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Основное отверстие	Поля допусков валов в посадках						
До 0,1	—						—	—
Св. 0,1 до 0,3	—						—	—
» 0,3 » 1	*H*4						*g*4	*h*4
До 0,1	*H*4				*f*4	*fg*4	*g*4	*h*4
Св. 0,1 до 0,3	*H*4				*f*4	*fg*4	*g*4	*h*4
» 0,3 » 1	*H*5				*ef*5	*fg*5	*g*5	*h*5
До 0,1	*H*5		—	—	*f*5	*fg*5	*g*5	*h*5
Св. 0,1 до 0,3	*H*5		*e*5	*ef*5	*f*5	*fg*5	*g*5	*h*5
» 0,3 » 1	*H*6		*d*6	*e*6	*ef*6	*fg*6	*g*6	*h*6
До 0,1	*H*6	—	—	—	*f*6	*fg*6		*h*6
Св. 0,1 до 0,3	*H*6	—	*e*6	*ef*6	*f*6	*fg*6		*h*6
» 0,3 » 1	*H*7	*cd*7	*d*7	*e*7	*ef*7	*fg*7		*h*7
До 0,1	*H*7	—						*h*7
Св. 0,1 до 0,3	*H*7	—						*h*7
» 0,3 » 1	*H*8	*cd*8						*h*8
До 0,1	*H*7		—		*f*7			—
Св. 0,1 до ,03	*H*8		*e*8		*f*8			*h*8
» 0,3 » 1	*H*8		*d*8		*ef*8			*h*8
До 0,1	—	—	—		—			—
Св. 0,1 до 0,3	*H*9	—	*e*9		—			*h*9
» 0,3 » 1	*H*9	*cd*9	*d*9		*ef*9			*h*9
До 0,1	—	—	—					—
Св. 0,1 до 0,3	*H*10	—	*d*10					*h*10
» 0,3 » 1	*H*10	*cd*10	*d*10					*h*10
До 0,1	—							—
Св. 0,1 до 0,3	*H*11							*h*11
» 0,3 » 1	*H*11							*h*11

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке. 2. Для одинаковых интервалов указанных в таблице диапазонов размеров менее 1 мм приведены поля допусков, обеспечивающие примерно одинаковый характер соединений при разных уровнях точности, а для отдельного интервала внутри одного диапазона размеров приведены поля допусков, обеспечивающие различный характер соединений при одинаковом уровне точности. 3. По данной таблице выбираются поля допусков для образования необходимых посадок. 4. Предельные отклонения для этих полей допусков выбираются из табл. 1.27, 1.28, а зазоры для этих посадок — из табл. 1.44. 5. Применение других посадок и полей допусков (см. табл. 1.13), не указанных для данного интервала размеров, рекомендуется ограничить.

1.15. Система отверстия. Рекомендуемое применение полей допусков валов и отверстий для образования посадок переходных и с натягом в разных интервалах размеров менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75) *

Номинальные размеры, мм	Основное отверстие	Поля допусков валов в посадках									
		переходных				с натягом					
До 0,1	—	—	—								
Св. 0,1 до 0,3	—	—	—								
» 0,3 » 1	*H*4	j_s4	*k*4								
До 0,1	*H*4	j_s4	—	—		—	—	—	—		
Св. 0,1 до 0,3	*H*4	j_s4	*k*4	*m*4		*n*4	—	*p*4	—		
» 0,3 » 1	*H*5	j_s5	*k*5	*m*5		*n*5	*p*5	*r*5	*s*5		
До 0,1	*H*5	j_s5	—		—	—	—	—	—		—
Св. 0,1 до 0,3	*H*5	j_s5	*k*5		*n*5	*p*5	*r*5	—	*s*5		—
» 0,3 » 1	*H*6	j_s6	*k*6		*n*6	*p*6	*r*6	*s*6	*u*6		*z*6
До 0,1	*H*6	j_s6	—								—
Св. 0,1 до 0,3	*H*6	j_s6	*k*6								*u*6
» 0,3 » 1	*H*7	j_s7	*k*7								*z*7
До 0,1	—							—		—	
Св. 0,1 до 0,3	*H*7							*s*7		*x*7	
» 0,3 » 1	*H*7							*s*7		*x*7	
До 0,1	—		—								
Св. 0,1 до 0,3	*H*7		*k*7								
» 0,3 » 1	*H*8		*k*8								
До 0,1	—	—								—	—
Св. 0,1 до 0,3	*H*8	j_s8								*x*8	*z*8
» 0,3 » 1	*H*8	j_s8								*x*8	*z*8

* См. примечания к табл. 1.14, а также см. табл. 1.27; 1.28; 1.30; 1.45; 1.46.

1.16. Система отверстия. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках с зазором для размеров от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основное отверстие		Валы											
			Основные отклонения										
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	*a*	*b*	*c*	*cd*	*d*	*e*	*ef*	*f*	*fg*	*g*	*h*
			Поля допусков в посадках										
5	*H*5	4								(*f*4)	(*fg*4) *	*g*4	*h*4
		5						(*e*5)	(*ef*5) *	(*f*5)	(*fg*5) *		
6	*H*6	5										*g*5	*h*5
		6					(*d*6)	(*e*6)	(*ef*6) *	*f*6	(*fg*6) *		
7	*H*7	6										*g*6	*h*6
		7					(*d*7)	*e*7	(*ef*7) *	*f*7			
		8			*c*8		*d*8	*e*8					
8	*H*8	7								*f*7		(*g*7)	*h*7
		8			*c*8		*d*8	*e*8	(*ef*8) *	*f*8			*h*8
		9	(*a*9)	(*b*9)	(*c*9)	(*cd*9) *	*d*9	*e*9		*f*9			*h*9

Основное отверстие		Валы											
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	Основные отклонения										
			a	*b*	*c*	*cd*	*d*	*e*	*ef*	*f*	*fg*	*g*	*h*
			Поля допусков в посадках										
9	*H*9	8						*e*8		*f*8			*h*8
		9	(*a*9)	(*b*9)	(*c*9)	(*cd*9) *	*d*9	*e*9		*f*9			*h*9
10	*H*10	10					*d*10						*h*10
11	*H*11	11	*a*11	*b*11	*c*11		*d*11						*h*11
12	*H*12	12		*b*12									*h*12

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например, *H*6/*g*5; *H*7/*f*7; *H*11/*d*11. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков валов по табл. 1.16 с полями допусков основных отверстий или с полями допусков отверстий по табл. 1.23 и 1.24.

[ ] — предпочтительные поля допусков (первоочередного применения); ( ) — поля допусков из дополнительного ряда (ограниченного применения).

* Поля допусков предусмотрены только для размеров от 1 до 10 мм.

1.17. Система отверстия. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках переходных и с натягом при размерах от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основное отверстие		Валы																
			Основные отклонения															
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	j_s	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z	za	zb	zc
			Поля допусков в посадках															
			переходных					с натягом										
5	$H5$	4	j_s4		$k4$	$m4$	$n4$	$(p4)$										
6	$H6$	5	j_s5	$(j5)$	$k5$	$m5$	$n5$	$p5$	$r5$	$s5$	$(t5)$ *	$(u5)$						
		6										$(u6)$	$(v6)$					
7	$H7$	6	j_s6	$(j6)$	$k6$	$m6$	$n6$	$p6$	$r6$	$s6$	$t6$ *	$(u6)$	$(v6)$					
		7						$(p7)$	$(r7)$	$s7$	$(t7)$ *	$u7$	$(v7)$	$(x7)$	$(z7)$			
8	$H8$	7	j_s7	$(j7)$	$k7$	$m7$	$n7$			$s7$								
		8								$(s8)$		$u8$		$x8$	$z8$	$(za8)$ **	$(zb8)$ **	$(zc8)$ **

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например $H7/k6$; $H8/x8$. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков валов по табл. 1.17 с полями допусков основных отверстий или полями допусков отверстий по табл. 1.23 и 1.24.

□ — предпочтительные поля допусков (первоочередного применения); ( ) — поля допусков из дополнительного ряда (ограниченного применения).

* Поля допусков предусмотрены только для размеров св. 24 до 500 мм.
** Поля допусков предусмотрены только для размеров от 1 до 18 мм.

1.18. Система отверстия. Поля допусков валов и отверстий в посадках при размерах св. 500 до 3150 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основное отверстие		Валы																	
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	Основные отклонения																
			c	*cd*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	j_s	*k*	*m*	*n*	*p*	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*
			Поля допусков в посадках																
			с зазором							переходных				с натягом					
6	*H*6	6							*h*6 *	j_s6 *	*k*6 *	*m*6 *	*n*6 *						
7	*H*7	6					*f*6	*g*6	*h*6	j_s6	*k*6	*m*6	*n*6	*p*6	*r*6	*s*6	*t*6	*u*6	
		7				*e*7	*f*7	*g*7	*h*7	j_s7	*k*7		*n*7	*p*7	*r*7	*s*7	*t*7	*u*7	*v*7
8	*H*8	7				*e*7	*f*7	*g*7	*h*7	j_s7	*k*7		*n*7		*r*7	*s*7	*t*7	*u*7	*v*7
		8			*d*8	*e*8	*f*8		*h*8								*t*8	*u*8	*v*8
9	*H*9	8			*d*8	*e*8	*f*8		*h*8								*t*8	*u*8	*v*8
		9			*d*9	*e*9	*f*9		*h*9										
10	*H*10	10			*d*10				*h*10										
11	*H*11	11	*c*11	*cd*11	*d*11				*h*11										
12	*H*12	12							*h*12										

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например *H*7/*c*7; *H*8/*k*7; *H*11/*d*11. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков валов по табл. 1.18 с полями допусков основных отверстий или полями допусков отверстий по табл. 1.25.

* Поля допусков в посадках, приведенных в дополнение к рекомендуемым посадкам по СТ СЭВ 144—75.

1.19. Система отверстия. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках при размерах св. 3150 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 177—75)

Основное отверстие		Валы											
			Основные отклонения										
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	*c*	*cd*	*d*	*e*	*f*	*h*	*p*	*r*	*s*	*t*	*u*
			Поля допусков в посадках										
			с зазором						с натягом				
6	*H*6	6						*h*6	*p*6	*r*6	s6	*t*6	*u*6
7	*H*7	7				*e*7	*f*7	*h*7	*p*7	*r*7	*s*7	*t*7	*u*7
8	*H*8	8			*d*8	*e*8	*f*8	*h*8					
9	*H*9	9			*d*9	*e*9		*h*9					
10	*H*10	10	*c*10	*cd*10	*d*10			*h*10					
11	*H*11	11	*c*11	*cd*11				*h*11					

Примечания: 1. Переходные посадки не предусмотрены. 2. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например *H*7/*e*7, *H*10/*d*10. 3. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков валов по табл. 1.19 с полями допусков основных отверстий или полями допусков отверстий по табл. 1.26.

1.20. Система вала. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках при размерах менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основной вал		Отверстия																	
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	Основные отклонения																
			CD	*D*	*E*	*EF*	*F*	*FG*	*G*	*H*	J_s	*K*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*U*	*X*	*Z*
			Поля допусков в посадках																
			с зазором								переходных				с натягом					
4	*h*4	4					*F*4	*FG*4	*G*4	*H*4	J_s4	*K*4	*M*4	*N*4	*P*4					
5	*h*5	5			*E*5	*EF*5	*F*5	*FG*5	*G*5	*H*5	J_s5	*K*5	*M*5	*N*5	*P*5			*U*5		
6	*h*6	6		*D*6	*E*6	*EF*6	*F*6	*FG*6	*G*6	*H*6	J_s6	*K*6		*N*6	*P*6	*R*6	*S*6	*U*6		
7	*h*7	7	*CD*7	*D*7	*E*7	*EF*7	*F*7	*FG*7		*H*7	J_s7	*K*7					*S*7		*X*7	*Z*7
8	*h*8	8	*CD*8	*D*8	*E*8	*EF*8	*F*8			*H*8	J_s8	*K*8							*X*8	*Z*8
9	*h*9	9	*CD*9	*D*9	*E*9	*EF*9				*H*9										
10	*h*10	10	*CD*10	*D*10						*H*10										
11	*h*11	11								*H*11										

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например *E*6/*h*6; *K*7/*h*7; *X*8/*h*8. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков отверстий по табл. 1.20 с полями допусков основных валов или полями допусков валов по табл. 1.13. 3. Рекомендуемое применение полей допусков для образования посадок в разных интервалах размеров менее 1 мм дано в табл. 1.21 и 1.22.

1.21. Система вала. Рекомендуемое применение полей допусков валов и отверстий для образования посадок с зазором в разных интервалах размеров менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75) *

Номинальные размеры, мм	Основной вал	Поля допусков отверстий в посадках						
До 0,1	—						—	—
Св. 0,1 до 0,3	—						—	—
» 0,3 » 1	*h*4						*G*4	*H*4
До 0,1	*h*4				*F*4	*FG*4	*G*4	*H*4
Св. 0,1 до 0,3	*h*4				*F*4	*FG*4	*G*4	*H*4
» 0,3 » 1	*h*5				*EF*5	*FG*5	*G*5	*H*5
До 0,1	*h*5		—	—	*F*5	*FG*5	*G*5	*H*5
Св. 0,1 до 0,3	*h*5		*E*5	*EF*5	*F*5	*FG*5	*G*5	*H*5
» 0,3 » 1	*h*6		*D*6	*E*6	*EF*6	*FG*6	*G*6	*H*6
До 0,1	*h*6	—	—	—	*F*6	*FG*6		*H*6
Св. 0,1 до 0,3	*h*6	—	*E*6	*EF*6	*F*6	*FG*6		*H*6
» 0,3 » 1	*h*7	*CD*7	*D*7	*E*7	*EF*7	*FG*7		*H*7
До 0,1	*h*7	—						*H*7
Св. 0,1 до 0,3	*h*7	—						*H*7
» 0,3 » 1	*h*8	*CD*8						*H*8
До 0,1	*h*7		—		*F*7			—
Св. 0,1 до 0,3	*h*8		*E*8		*F*8			*H*8
» 0,3 » 1	*h*8		*D*8		*EF*8			*H*8
До 0,1	—	—	—		—			—
Св. 0,1 до 0,3	*h*9	—	*E*9		—			*H*9
» 0,3 » 1	*h*9	*CD*9	*D*9		*EF*9			*H*9
До 0,1	—	—	—					—
Св. 0,1 до 0,3	*h*10	—	*D*10					*H*10
» 0,3 » 1	*h*10	*CD*10	*D*10					*H*10
До 0,1	—							—
Св. 0,1 до 0,3	*h*11							*H*11
» 0,3 » 1	*h*11							*H*11

* См. примечания к табл. 1.14, а также табл. 1.35; 1.36 и 1.44.

1.22. Система вала. Рекомендуемое применение полей допусков валов и отверстий для образования посадок переходных и с натягом в разных интервалах размеров менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75) *

Номинальные размеры, мм	Основной вал	Поля допусков отверстий в посадках									
		переходных				с натягом					
До 0,1	—	—	—								
Св. 0,1 до 0,3	—	—	—								
» 0,3 » 1	$h4$	J_S4	$K4$								
До 0,1	$h4$	J_S4	—	—	—	—	—	—			
Св. 0,1 до 0,3	$h4$	J_S4	$K4$	$M4$	$N4$	—	$P4$	—			
» 0,3 » 1	$h5$	J_S5	$K5$	$M5$	$N5$	$P5$	$R5$	$S5$			
До 0,1	$h5$	J_S5	—		—	—	—	—	—		—
Св. 0,1 до 0,3	$h5$	J_S5	$K5$		$N5$	$P5$	$R5$	—	$S5$		—
» 0,3 » 1	$h6$	J_S6	$K6$		$N6$	$P6$	$R6$	$S6$	$U6$		$Z6$
До 0,1	$h6$	J_S6	—								—
Св. 0,1 до 0,3	$h6$	J_S6	$K6$								$U6$
» 0,3 » 1	$h7$	J_S7	$K7$								$Z7$
До 0,1	—							—		—	
Св. 0,1 до 0,3	$h7$							$S7$		$X7$	
» 0,3 » 1	$h7$							$S7$		$X7$	
До 0,1	—		—								
Св. 0,1 до 0,3	$h7$		$K7$								
» 0,3 » 1	$h8$		$K8$								
До 0,1	—	—								—	—
Св. 0,1 до 0,3	$h8$	J_S8								$X8$	$Z8$
» 0,3 » 1	$h8$	J_S8								$X8$	$Z8$

* См. примечания к табл. 1.14, а также табл. 1.35; 1.37; 1.38; 1.45 и 1.46.

1.23. Система вала. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках с зазором для размеров от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основной вал		Отверстия										
			Основные отклонения									
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	*A*	*B*	*C*	*CD*	*D*	*E*	*EF*	*F*	*FG*	*G*	*H*
			Поля допусков в посадках										
4	*h*4	5								(*F*5)	(*FG*5) *	*G*5	*H*5
5	*h*5	5						(*E*5)	(*EF*5) *	(*F*5)	(*FG*5) *		
		6								(*F*6)	(*FG*6) *	*G*6	*H*6
		7								*F*7			
6	*h*6	6					(*D*6)	(*E*6)	(*EF*6) *	(*F*6)	(*FG*6) *		
		7					(*D*7)	(*E*7)		*F*7		*G*7	***H*7**
		8			(*C*8)		*D*8	*E*8		*F*8			
7	*h*7	7					(*D*7)	(*E*7)	(*EF*7) *	*F*7			
		8			(*C*8)		*D*8	*E*8		*F*8			*H*8

Основной вал		Отверстия										
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	Основные отклонения										
			A	*B*	*C*	*CD*	*D*	*E*	*EF*	*F*	*FG*	*G*	*H*
			Поля допусков в посадках										
8	*h*8	8					*D*8	*E*8	(*EF*8) *	*F*8			*H*8
		9	(*A*9)	(*B*9)	(*C*9)	(*CD*9) *	*D*9	*E*9		*F*9			*H*9
9	*h*9	9	(*A*9)	(*B*9)	(*C*9)	(*CD*9) *	*D*9	*E*9		*F*9			*H*9
		10					*D*10						*H*10
10	*h*10	10					*D*10	(*E*10)					*H*10
11	*h*11	11	*A*11	*B*11	*C*11		*D*11						*H*11
12	*h*12	12		*B*12									*H*12

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например *G*5/*h*4; *F*7/*h*6; *D*11/*h*11. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков отверстий по табл. 1.23 с полями допусков основных валов или с полями допусков валов по табл. 1.16 и 1.17.

▭ — предпочтительные поля допусков (первоочередного применения); ( ) — поля допусков из дополнительного ряда (ограниченного применения).

* Поля допусков предусмотрены только для размеров от 1 до 10 мм.

1.24. Система вала. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках переходных и с натягом при размерах от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основной вал		Отверстия											
			Основные отклонения										
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	J_s	J	K	M	N	P	R	S	T	U	Z
			Поля допусков в посадках										
			переходных					с натягом					
4	$h4$	5	J_s5		$K5$	$M5$	$N5$	($P5$)					
5	$h5$	6	J_s6	($J6$)	$K6$	$M6$	$N6$	$P6$	($R6$)	($S6$)	($T6$) *		
6	$h6$	7	J_s7	($J7$)	$K7$	$M7$	$N7$	$P7$	$R7$	$S7$	$T7$ *	($U7$)	
7	$h7$	8	J_s8	($J8$)	$K8$	$M8$	$N8$	($P8$)	($R8$)			$U8$	($Z8$) **
8	$h8$	9					($N9$)	($P9$)					
9	$h9$	9					($N9$)	($P9$)					

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например $K5/h4$; $P7/h6$. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков отверстий по табл. 1.24 с полями допусков основных валов или полями допусков валов по табл. 1.16 и 1.17.

□ — предпочтительные поля допусков (первоочередного применения); ( ) — поля допусков из дополнительного ряда (ограниченного применения).

* Поля допусков предусмотрены только для размеров св. 24 до 500 мм.
** Поле допуска предусмотрено только для размеров от 1 до 18 мм.

1.25. Система вала. Поля допусков валов и отверстий в посадках при размерах св. 500 до 3150 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Основной вал		Отверстия																
			Основные отклонения															
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	C	CD	D	E	F	G	H	J_s	K	M	N	P	R	S	T	U
			Поля допусков в посадках															
			с зазором							переходных				с натягом				
6	h6	6						G6	H6	J_s6	K6	M6	N6					
		7				E7	F7	G7	H7	J_s7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	
7	h7	7				E7	F7	G7	H7	J_s7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	
		8			D8	E8	F8		H8									U8
8	h8	8			D8	E8	F8		H8									U8
		9			D9	E9	F9		H9									
9	h9	9			D9	E9	F9		H9									
10	h10	10			D10				H10									
11	h11	11	C11	CD11	D11				H11									
12	h12	12							H12									

Примечания: 1. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например E7/h7; K7/h6; D11/h11. 2. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков отверстий по табл. 1.25 с полями допусков основных валов или полями допусков валов по табл. 1.18.

1.26. Система вала. Поля допусков валов и отверстий и их сочетания в посадках с зазором при размерах св. 3150 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 177—75)

Основной вал		Отверстия						
Квалитет	Поле допуска	Квалитет	Основные отклонения					
			C	*CD*	*D*	*E*	*F*	*H*
			Поля допусков в посадках					
6	*h*6	6						*H*6
7	*h*7	7				*E*7	*F*7	*H*7
8	*h*8	8			*D*8	*E*8	*F*8	*H*8
9	*h*9	9			*D*9	*E*9		*H*9
10	*h*10	10	*C*10	*CD*10	*D*10			*H*10
11	*h*11	11	*C*11	*CD*11				*H*11

Примечания: 1. Посадки переходные и с натягом не предусмотрены. 2. Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия, указанных в одной строке, например *E*7/*h*7; *D*10/*h*10. 3. Допускаются посадки, образованные другими сочетаниями полей допусков отверстий по табл. 1.26 с полями допусков основных валов или полями допусков валов по табл. 1.19.

Большое количество полей допусков для малых размеров объясняется тем, что в системе ИСО и ЕСДП СЭВ влияние номинального размера на характер и точность соединения при размерах менее 3 мм учитывается не изменением предельных отклонений для данного поля допуска, а переходом, когда это необходимо, на другое поле допуска. В связи с этим в СТ СЭВ 144—75 даны рекомендации по ограничению выбора полей допусков в зависимости от номинального размера, для чего все размеры менее 1 мм сгруппированы в три вспомогательных интервала: до 0,1 мм, свыше 0,1 до 0,3 мм и свыше 0,3 до 1 мм (рекомендуемое применение полей допусков валов и отверстий для образования посадок с зазором в разных интервалах размеров менее 1 мм см. в табл. 1.14, 1.15 и 1.21, 1.22). Эти рекомендации составлены с учетом опыта применения системы ОСТ (ГОСТ 3047—66 и ГОСТ 8809—71, в них допуски и предельные отклонения при одном и том же поле допуска устанавливались в зависимости от номинального размера).

Применение в соответствующих интервалах размеров полей допусков, не указанных в табл. 1.14, 1.15 и 1.21, 1.22, но содержащихся в табл. 1.13 и 1.20, должно быть ограничено.

Поля допусков для валов и отверстий при размерах от 1 до 500 мм приведены в табл. 1.16, 1.17 и 1.23, 1.24.

В СТ СЭВ 144—75 эти поля разделены на два ряда:

первый приведен в основной части стандарта СЭВ (основной ряд) и на его применение не налагается никаких ограничений;

второй содержит дополнительные поля допусков (дополнительный ряд) и приведен в приложении к СТ СЭВ 144—75.

Основной ряд содержит поля допусков, необходимые для обеспечения всех общих потребностей машино- и приборостроения в посадках. В него включены почти все поля по рекомендации ИСО Р 1829, на которые должна ориентироваться промышленность других стран мира. Он содержит практически все поля допусков, необходимые для замены системы ОСТ.

Из основного ряда выделен еще более узкий отбор *предпочтительных полей допусков*, рекомендуемых для первоочередного применения. На их основе можно обеспечить до 90—95% всего применения посадок, в наибольшей степени унифицировать изделия и сократить номенклатуру размерных инструментов и калибров. Предпочтительные поля допусков будут обеспечиваться специализированным инструментальным производством в первую очередь. Все предпочтительные поля допусков по ЕСДП СЭВ являются также предпочтительными и по ИСО Р 1829, за исключением полей $h8$ и $d11$, которые получили значительное распространение в промышленности стран — членов СЭВ и близки к прежним предпочтительным валам $C_3 = B_3$ и X_4 по системе ОСТ. Набор предпочтительных полей допусков отверстий уменьшен по сравнению с валами и включает, главным образом, основные отверстия, так как посадки в системе вала применяют реже.

Дополнительные поля допусков являются полями ограниченного применения. Они могут использоваться только в технически и экономически обоснованных случаях, если применение полей допусков из основного ряда не позволяет обеспечить требований, предъявляемых к изделию. Дополнительный ряд образует резерв ЕСДП СЭВ и содержит в основном поля допусков для специальных случаев применения, например для особо точных подшипников жидкостного трения, для подвижных соединений, работающих в температурном режиме, отличающемся от нормального, для специальных посадок с натягом, для отдельных посадок в точной механике (при размерах до 10—18 мм), для шпоночных соединений и др.

Ряды полей допусков по ЕСДП СЭВ для валов и отверстий при размерах свыше 500 до 3150 мм приведены в табл. 1.18 и 1.25, а при размерах свыше 3150 до 10 000 мм — в табл. 1.19 и 1.26.

Для больших размеров предпочтительные поля допусков не выделены, так как набор полей допусков и без того ограничен по сравнению с диапазоном средних размеров, а размерный инструмент и предельные калибры применяют крайне редко.

Поля допусков для несопрягаемых размеров

Несопрягаемые размеры в зависимости от уровня функциональных требований, предъявляемых к ним, могут изготавливаться по любому из квалитетов ЕСДП СЭВ (числовые значения допусков по ЕСДП СЭВ приведены в табл. 1.8).

Для несопрягаемых размеров в СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75 в каждом из квалитетов предусмотрены поля допусков с односторонним (в «тело» материала) расположением относительно номинального размера (поля, обозначаемые буквой h для валов и H для отверстий, например, $h3$, $h7$, $h14$; $H3$, $H7$, $H14$) или симметричные, обозначаемые буквами j_s для валов и J_s для отверстий (например, j_s3, j_s7, j_s14; J_s3, J_s7, J_s14).

ПОСАДКИ

Посадки в ЕСДП СЭВ носят рекомендуемый характер. Они приведены в информационных приложениях к СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75 в виде рекомендаций по образованию посадок из стандартных полей допусков. Посадки, как правило, должны назначаться в системе отверстия или системе вала. Применение системы отверстия предпочтительно.

Посадки в системе отверстия в различных диапазонах номинальных размеров приведены в табл. 1.13—1.19, а посадки в системе вала — в табл. 1.20—1.26. Для размеров менее 1 мм приведены рекомендации по применению полей допусков в трех интервалах номинальных размеров, позволяющие получить подобные посадки для разных размеров (см. стр. 76).

Рекомендации по образованию посадок предусматривают рациональные сочетания допусков (квалитетов) отверстия и вала в посадке:

при размерах менее 1 мм и свыше 3150 мм рекомендуется сочетание отверстия и вала с одинаковыми допусками (одного и того же квалитета);

при размерах от 1 до 3150 мм в большинстве посадок более точных квалитетов по технологическим соображениям для отверстия рекомендуется больший допуск (на один квалитет грубее), чем для вала.

В 9—12 квалитетах рекомендуются посадки с одинаковыми допусками отверстия и вала.

При размерах от 1 до 500 мм посадки, образованные наиболее рациональными сочетаниями предпочтительных полей допусков, указаны как *предпочтительные посадки*, которые рекомендуется назначать в первую очередь.

Кроме посадок, указанных в табл. 1.13—1.26, в технически обоснованных случаях допускаются другие посадки, образованные из полей допусков по ЕСДП СЭВ. Это могут быть либо посадки в системе отверстия или вала, но с другими сочетаниями квалитетов отверстия и вала (как правило, допуски отверстия и вала не должны отличаться более, чем на два квалитета), либо посадки, не относящиеся ни к системе отверстия, ни к системе вала («внесистемные», например, *F8/f7*, *P7/h6*).

ТАБЛИЦЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ОТВЕРСТИЙ И ВАЛОВ

В табл. 1.27—1.34 приведены значения предельных отклонений для полей допусков по ЕСДП СЭВ, образующих посадки в системе отверстия, а в табл. 1.35—1.42 — значения предельных отклонений по ЕСДП СЭВ, образующих посадки в системе вала при размерах соединений до 10 000 мм.

В этих таблицах для каждого интервала размеров верхние отклонения помещены над нижними.

Предельные отклонения для полей допусков несопрягаемых размеров (обозначаемых буквами h, H, j_s и J_s) в тех квалитетах, которые не вошли в табл. 1.27—1.42, могут быть получены непосредственно по табл. 1.8 следующим образом:

для полей h верхнее отклонение равно нулю, а нижнее — допуску соответствующего квалитета со знаком минус;

для полей H верхнее отклонение равно допуску со знаком плюс, а нижнее — равно нулю;

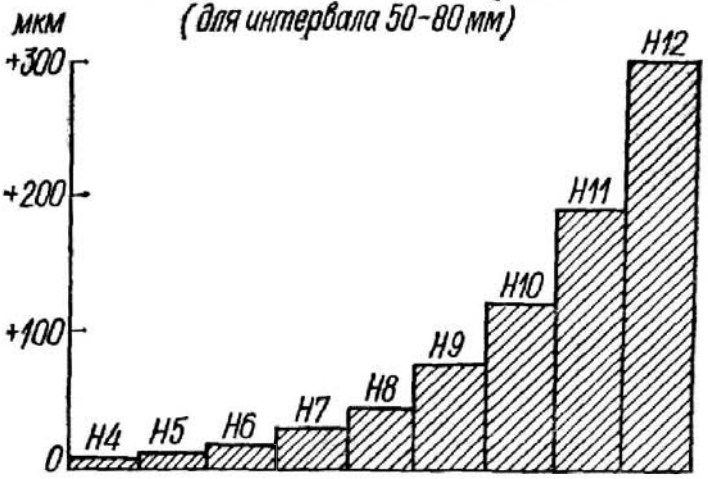
для полей j_s и J_s предельные отклонения равны половине допуска со знаками «±»; если допуск в микрометрах выражается нечетным числом, то его половинное значение округляется до ближайшего меньшего числа, за исключением квалитетов точнее 7-го, для которых такое округление обычно не производят.

Предельные отклонения размеров с «большими» допусками (от 12-го квалитета и грубее), которые в основном относятся к несопрягаемым размерам, приведены в табл. 1.43.

Предельные отклонения в системе отверстия при размерах до 500 мм

1.27. Система отверстия. Предельные отклонения основных отверстий при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

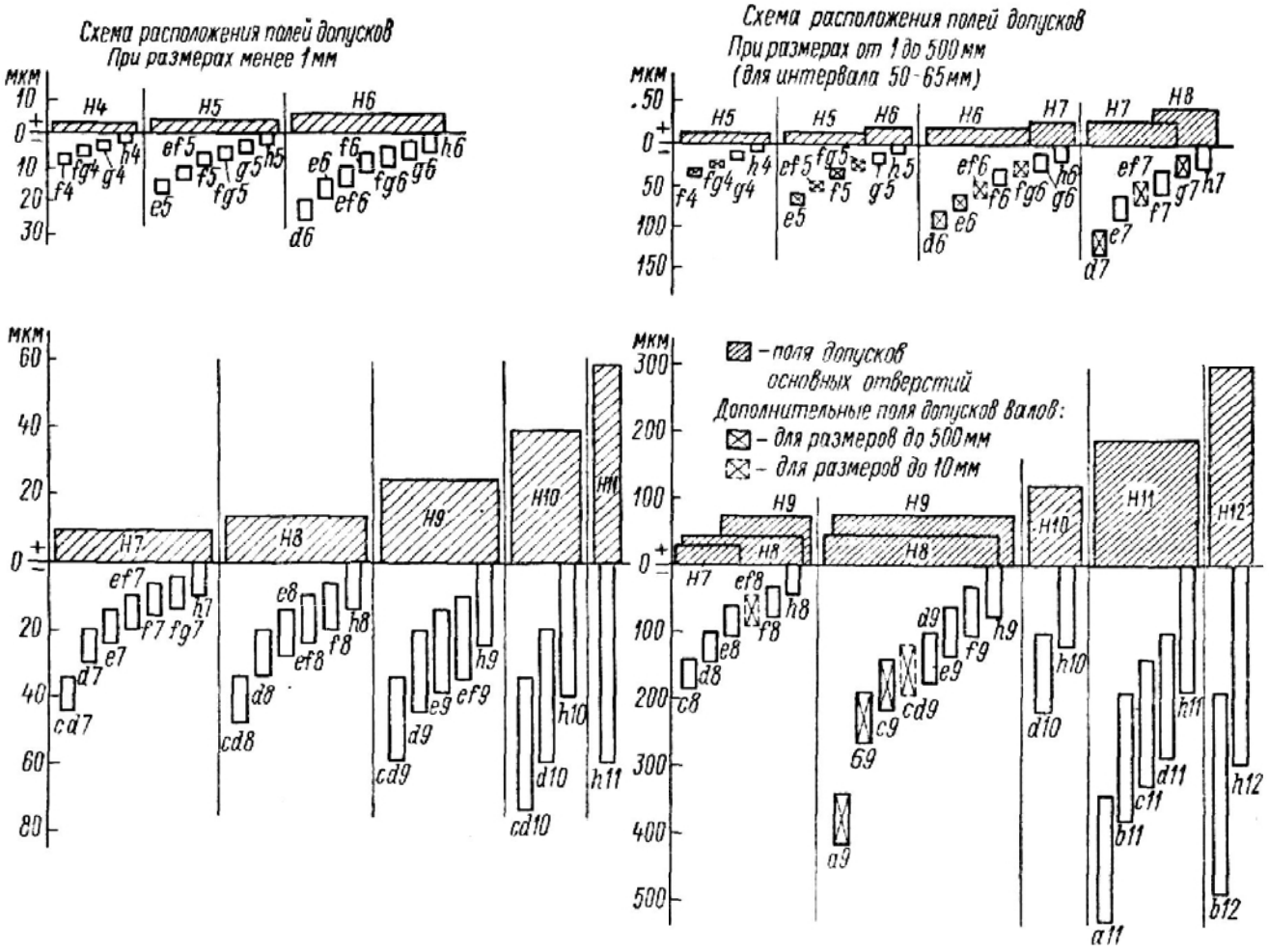
Схема расположения полей допусков (для интервала 50–80 мм)



Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных отверстий								
	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм								
До 1	+3 / 0	+4 / 0	+6 / 0	+10 / 0	+14 / 0	+25 / 0	+40 / 0	+60 / 0	—
От 1 до 3	+3 / 0	+4 / 0	+6 / 0	+10 / 0	+14 / 0	+25 / 0	+40 / 0	+60 / 0	+100 / 0
Св. 3 до 6	+4 / 0	+5 / 0	+8 / 0	+12 / 0	+18 / 0	+30 / 0	+48 / 0	+75 / 0	+120 / 0
Св. 6 до 10	+4 / 0	+6 / 0	+9 / 0	+15 / 0	+22 / 0	+36 / 0	+58 / 0	+90 / 0	+150 / 0
Св. 10 до 18	+5 / 0	+8 / 0	+11 / 0	+18 / 0	+27 / 0	+43 / 0	+70 / 0	+110 / 0	+180 / 0
Св. 18 до 30	+6 / 0	+9 / 0	+13 / 0	+21 / 0	+33 / 0	+52 / 0	+84 / 0	+130 / 0	+210 / 0
Св. 30 до 50	+7 / 0	+11 / 0	+16 / 0	+25 / 0	+39 / 0	+62 / 0	+100 / 0	+160 / 0	+250 / 0
Св. 50 до 80	+8 / 0	+13 / 0	+19 / 0	+30 / 0	+46 / 0	+74 / 0	+120 / 0	+190 / 0	+300 / 0
Св. 80 до 120	+10 / 0	+15 / 0	+22 / 0	+35 / 0	+54 / 0	+87 / 0	+140 / 0	+220 / 0	+350 / 0
Св. 120 до 180	+12 / 0	+18 / 0	+25 / 0	+40 / 0	+63 / 0	+100 / 0	+160 / 0	+250 / 0	+400 / 0
Св. 180 до 250	+14 / 0	+20 / 0	+29 / 0	+46 / 0	+72 / 0	+115 / 0	+185 / 0	+290 / 0	+460 / 0
Св. 250 до 315	+16 / 0	+23 / 0	+32 / 0	+52 / 0	+81 / 0	+130 / 0	+210 / 0	+320 / 0	+520 / 0
Св. 315 до 400	+18 / 0	+25 / 0	+36 / 0	+57 / 0	+89 / 0	+140 / 0	+230 / 0	+360 / 0	+570 / 0
Св. 400 до 500	+20 / 0	+27 / 0	+40 / 0	+63 / 0	+97 / 0	+155 / 0	+250 / 0	+400 / 0	+630 / 0

□ — предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

1.28. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с зазором при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	4				5					
	Поля допусков валов									
	(*f*4)	(*fg*4)	*g*4	*h*4	(*e*5)	(*ef*5)	(*f*5)	(*fg*5)	*g*5	*h*5
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм									
До 1	−6 −9	−4 −7	−2 −5	0 −3	−14 −18	−10 −14	−6 −10	−4 −8	−2 −6	0 −4
От 1 до 3	−6 −9	−4 −7	−2 −5	0 −3	−14 −18	−10 −14	−6 −10	−4 −8	−2 −6	0 −4
Св. 3 до 6	−10 −14	−6 −10	−4 −8	0 −4	−20 −25	−14 −19	−10 −15	−6 −11	−4 −9	0 −5
Св. 6 до 10	−13 −17	−8 −12	−5 −9	0 −4	−25 −31	−18 −24	−13 −19	−8 −14	−5 −11	0 −6

Продолжение табл. 1 28

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	4				5					
	Поля допусков валов									
	(*f*4)	(*fg*4)	*g*4	*h*4	(*e*5)	(*ef*5)	(*f*5)	(*fg*5)	*g*5	*h*5
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм									
Св. 10 до 18	−16 −21	—	−6 −11	0 −5	−32 −40	—	−16 −24	—	−6 −14	0 −8
Св. 18 до 30	−20 −26	—	−7 −13	0 −6	−40 −49	—	−20 −29	—	−7 −16	0 −9
Св. 30 до 50	−25 −32	—	−9 −16	0 −7	−50 −61	—	−25 −36	—	−9 −20	0 −11
Св. 50 до 80	−30 −38	—	−10 −18	0 −8	−60 −73	—	−30 −43	—	−10 −23	0 −13
Св. 80 до 120	−36 −46	—	−12 −22	0 −10	−72 −87	—	−36 −51	—	−12 −27	0 −15
Св. 120 до 180	−43 −55	—	−14 −26	0 −12	−85 −103	—	−43 −61	—	−14 −32	0 −18
Св. 180 до 250	−50 −64	—	−15 −29	0 −14	−100 −120	—	−50 −70	—	−15 −35	0 −20
Св. 250 до 315	−56 −72	—	−17 −33	0 −16	−110 −133	—	−56 −79	—	−17 −40	0 −23
Св. 315 до 400	−62 −80	—	−18 −36	0 −18	−125 −150	—	−62 −87	—	−18 −43	0 −25
Св. 400 до 500	−68 −88	—	−20 −40	0 −20	−135 −162	—	−68 −95	—	−20 −47	0 −27

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	6						
	Поля допусков валов						
	(*d*6)	(*e*6)	(*ef*6)	*f*6	(*fg*6)	*g*6	*h*6
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
До 1	$\frac{-20}{-26}$	$\frac{-14}{-20}$	$\frac{-10}{-16}$	$\frac{-6}{-12}$	$\frac{-4}{-10}$	$\frac{-2}{-8}$	$\frac{0}{-6}$
От 1 до 3	$\frac{-20}{-26}$	$\frac{-14}{-20}$	$\frac{-10}{-16}$	$\frac{-6}{-12}$	$\frac{-4}{-10}$	$\frac{-2}{-8}$	$\frac{0}{-6}$
Св. 3 до 6	$\frac{-30}{-38}$	$\frac{-20}{-28}$	$\frac{-14}{-22}$	$\frac{-10}{-18}$	$\frac{-6}{-14}$	$\frac{-4}{-12}$	$\frac{0}{-8}$
Св. 6 до 10	$\frac{-40}{-49}$	$\frac{-25}{-34}$	$\frac{-18}{-27}$	$\frac{-13}{-22}$	$\frac{-8}{-17}$	$\frac{-5}{-14}$	$\frac{0}{-9}$
Св. 10 до 18	$\frac{-50}{-61}$	$\frac{-32}{-43}$	—	$\frac{-16}{-27}$	—	$\frac{-6}{-17}$	$\frac{0}{-11}$
Св. 18 до 30	$\frac{-65}{-78}$	$\frac{-40}{-53}$	—	$\frac{-20}{-33}$	—	$\frac{-7}{-20}$	$\frac{0}{-13}$
Св. 30 до 50	$\frac{-80}{-96}$	$\frac{-50}{-66}$	—	$\frac{-25}{-41}$	—	$\frac{-9}{-25}$	$\frac{0}{-16}$
Св. 50 до 80	$\frac{-100}{-119}$	$\frac{-60}{-79}$	—	$\frac{-30}{-49}$	—	$\frac{-10}{-29}$	$\frac{0}{-19}$
Св. 80 до 120	$\frac{-120}{-142}$	$\frac{-72}{-94}$	—	$\frac{-36}{-58}$	—	$\frac{-12}{-34}$	$\frac{0}{-22}$
Св. 120 до 180	$\frac{-145}{-170}$	$\frac{-85}{-110}$	—	$\frac{-43}{-68}$	—	$\frac{-14}{-39}$	$\frac{0}{-25}$
Св. 180 до 250	$\frac{-170}{-199}$	$\frac{-100}{-129}$	—	$\frac{-50}{-79}$	—	$\frac{-15}{-44}$	$\frac{0}{-29}$
Св. 250 до 315	$\frac{-190}{-222}$	$\frac{-110}{-142}$	—	$\frac{-56}{-88}$	—	$\frac{-17}{-49}$	$\frac{0}{-32}$
Св. 315 до 400	$\frac{-210}{-246}$	$\frac{-125}{-161}$	—	$\frac{-62}{-98}$	—	$\frac{-18}{-54}$	$\frac{0}{-36}$
Св. 400 до 500	$\frac{-230}{-270}$	$\frac{-135}{-175}$	—	$\frac{-68}{-108}$	—	$\frac{-20}{-60}$	$\frac{0}{-40}$

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитет							
	7							
	Поля допусков валов							
	cd7	*(d7)*	*e7*	*(ef7)*	*f7*	*fg7*	*(g7)*	*h7*
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
До 1	−34 −44	−20 −30	−14 −24	−10 −20	−6 −16	−4 −14	—	0 −10
От 1 до 3	—	−20 −30	−14 −24	−10 −20	−6 −16	—	−2 −12	0 −10
Св. 3 до 6	—	−30 −42	−20 −32	−14 −26	−10 −22	—	−4 −16	0 −12
Св. 6 до 10	—	−40 −55	−25 −40	−18 −33	−13 −28	—	−5 −20	0 −15
Св. 10 до 18	—	−50 −68	−32 −50	—	−16 −34	—	−6 −24	0 −18
Св. 18 до 30	—	−65 −86	−40 −61	—	−20 −41	—	−7 −28	0 −21
Св. 30 до 50	—	−80 −105	−50 −75	—	−25 −50	—	−9 −34	0 −25
Св. 50 до 80	—	−100 −130	−60 −90	—	−30 −60	—	−10 −40	0 −30
Св. 80 до 120	—	−120 −155	−72 −107	—	−36 −71	—	−12 −47	0 −35
Св. 120 до 180	—	−145 −185	−85 −125	—	−43 −83	—	−14 −54	0 −40
Св. 180 до 250	—	−170 −216	−100 −146	—	−50 −96	—	−15 −61	0 −46
Св. 250 до 315	—	−190 −242	−110 −162	—	−56 −108	—	−17 −69	0 −52
Св. 315 до 400	—	−210 −267	−125 −182	—	−62 −119	—	−18 −75	0 −57
Св. 400 до 500	—	−230 −293	−135 −198	—	−68 −131	—	−20 −83	0 −63

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	8							9		
	Поля допусков валов									
	*c*8	*cd*8	*d*8	*e*8	(*ef*8)	*f*8	*h*8	(*a*9)	(*b*9)	(*c*9)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм									
До 1	—	−34 −48	−20 −34	−14 −28	−10 −24	−6 −20	0 −14	—	—	—
От 1 до 3	−60 −74	—	−20 −34	−14 −28	−10 −24	−6 −20	0 −14	−270 −295	−140 −165	−60 −85
Св. 3 до 6	−70 −88	—	−30 −48	−20 −38	−14 −32	−10 −28	0 −18	−270 −300	−140 −170	−70 −100
Св. 6 до 10	−80 −102	—	−40 −62	−25 −47	−18 −40	−13 −35	0 −22	−280 −316	−150 −186	−80 −116
Св. 10 до 18	−95 −122	—	−50 −77	−32 −59	—	−16 −43	0 −27	−290 −333	−150 −193	−95 −138
Св. 18 до 30	−110 −143	—	−65 −98	−40 −73	—	−20 −53	0 −33	−300 −352	−160 −212	−110 −162
Св. 30 до 40	−120 −159	—	−80 −119	−50 −89	—	−25 −64	0 −39	−310 −372	−170 −232	−120 −182
Св. 40 до 50	−130 −169	—	−80 −119	−50 −89	—	−25 −64	0 −39	−320 −382	−180 −242	−130 −192
Св. 50 до 65	−140 −186	—	−100 −146	−60 −106	—	−30 −76	0 −46	−340 −414	−190 −264	−140 −214
Св. 65 до 80	−150 −196	—	−100 −146	−60 −106	—	−30 −76	0 −46	−360 −434	−200 −274	−150 −224
Св. 80 до 100	−170 −224	—	−120 −174	−72 −126	—	−36 −90	0 −54	−380 −467	−220 −307	−170 −257
Св. 100 до 120	−180 −234	—	−120 −174	−72 −126	—	−36 −90	0 −54	−410 −497	−240 −327	−180 −267

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	8							9		
	Поля допусков валов									
	*c*8	*cd*8	*d*8	*e*8	(*e*/8)	*f*8	*h*8	(*a*9)	(*b*9)	(*c*9)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм									
Св. 120 до 140	−200 −263	—	−145 −208	−85 −148	—	−43 −106	0 −63	−460 −560	−260 −360	−200 −300
Св. 140 до 160	−210 −273	—	−145 −208	−85 −148	—	−43 −106	0 −63	−520 −620	−280 −380	−210 −310
Св 160 до 180	−230 −293	—	−145 −208	−85 −148	—	−43 −106	0 −63	−580 −680	−310 −410	−230 −330
Св 180 до 200	−240 −312	—	−170 −242	−100 −172	—	−50 −122	0 −72	−660 −775	−340 −455	−240 −355
Св. 200 до 225	−260 −332	—	−170 −242	−100 −172	—	−50 −122	0 −72	−740 −855	−380 −495	−260 −375
Св. 225 до 250	−280 −352	—	−170 −242	−100 −172	—	−50 −122	0 −72	−820 −935	−420 −535	−280 −395
Св 250 до 280	−300 −381	—	−190 −271	−110 −191	—	−56 −137	0 −81	−920 −1050	−480 −610	−300 −430
Св. 280 до 315	−330 −411	—	−190 −271	−110 −191	—	−56 −137	0 −81	−1050 −1180	−540 −670	−330 −460
Св. 315 до 355	−360 −449	—	−210 −299	−125 −214	—	−62 −151	0 −89	−1200 −1340	−600 −740	−360 −500
Св. 355 до 400	−400 −489	—	−210 −299	−125 −214	—	−62 −151	0 −89	−1350 −1490	−680 −820	−400 −540
Св. 400 до 450	−440 −537	—	−230 −327	−135 −232	—	−68 −165	0 −97	−1500 −1655	−760 −915	−440 −595
Св. 450 до 500	−480 −577	—	−230 −327	−135 −232	—	−68 −165	0 −97	−1650 −1805	−840 −995	−480 −635

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	9						10		
	Поля допусков валов								
	(*cd*9)	*d*9	*e*9	*ef*9	*f*9	*h*9	*cd*10	*d*10	*h*10
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм								
До 1	$\frac{-34}{-59}$	$\frac{-20}{-45}$	$\frac{-14}{-39}$	$\frac{-10}{-35}$	—	$\frac{0}{-25}$	$\frac{-34}{-74}$	$\frac{-20}{-60}$	$\frac{0}{-40}$
От 1 до 3	$\frac{-34}{-59}$	$\frac{-20}{-45}$	$\frac{-14}{-39}$	—	$\frac{-6}{-31}$	$\frac{0}{-25}$	—	$\frac{-20}{-60}$	$\frac{0}{-40}$
Св. 3 до 6	$\frac{-46}{-76}$	$\frac{-30}{-60}$	$\frac{-20}{-50}$	—	$\frac{-10}{-40}$	$\frac{0}{-30}$	—	$\frac{-30}{-78}$	$\frac{0}{-48}$
Св. 6 до 10	$\frac{-56}{-92}$	$\frac{-40}{-76}$	$\frac{-25}{-61}$	—	$\frac{-13}{-49}$	$\frac{0}{-36}$	—	$\frac{-40}{-98}$	$\frac{0}{-58}$
Св. 10 до 18	—	$\frac{-50}{-93}$	$\frac{-32}{-75}$	—	$\frac{-16}{-59}$	$\frac{0}{-43}$	—	$\frac{-50}{-120}$	$\frac{0}{-70}$
Св. 18 до 30		$\frac{-65}{-117}$	$\frac{-40}{-92}$	—	$\frac{-20}{-72}$	$\frac{0}{-52}$	—	$\frac{-65}{-149}$	$\frac{0}{-84}$
Св. 30 до 50	—	$\frac{-80}{-142}$	$\frac{-50}{-112}$	—	$\frac{-25}{-87}$	$\frac{0}{-62}$	—	$\frac{-80}{-180}$	$\frac{0}{-100}$
Св. 50 до 80	—	$\frac{-100}{-174}$	$\frac{-60}{-134}$	—	$\frac{-30}{-104}$	$\frac{0}{-74}$	—	$\frac{-100}{-220}$	$\frac{0}{-120}$
Св. 80 до 120	—	$\frac{-120}{-207}$	$\frac{-72}{-159}$	—	$\frac{-36}{-123}$	$\frac{0}{-87}$	—	$\frac{-120}{-260}$	$\frac{0}{-140}$
Св. 120 до 180	—	$\frac{-145}{-245}$	$\frac{-85}{-185}$	—	$\frac{-43}{-143}$	$\frac{0}{-100}$	—	$\frac{-145}{-305}$	$\frac{0}{-160}$
Св. 180 до 250		$\frac{-170}{-285}$	$\frac{-100}{-215}$	—	$\frac{-50}{-165}$	$\frac{0}{-115}$	—	$\frac{-170}{-355}$	$\frac{0}{-185}$
Св. 250 до 315	—	$\frac{-190}{-320}$	$\frac{-110}{-240}$	—	$\frac{-56}{-186}$	$\frac{0}{-130}$	—	$\frac{-190}{-400}$	$\frac{0}{-210}$
Св. 315 до 400	—	$\frac{-210}{-350}$	$\frac{-125}{-265}$	—	$\frac{-62}{-202}$	$\frac{-0}{-140}$	—	$\frac{-210}{-440}$	$\frac{0}{-230}$
Св. 400 до 500	—	$\frac{-230}{-385}$	$\frac{-135}{-290}$	—	$\frac{-68}{-223}$	$\frac{0}{-155}$	—	$\frac{-230}{-480}$	$\frac{0}{-250}$

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	11					12	
	Поля допусков валов						
	*a*11	*b*11	*c*11	*d*11	*h*11	*b*12	*h*12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
До 1	—	—	—	—	0 —60	—	—
От 1 до 3	—270 —330	—140 —200	—60 —120	—20 —80	0 —60	—140 —240	0 —100
Св. 3 до 6	—270 —345	—140 —215	—70 —145	—30 —105	0 —75	—140 —260	0 —120
Св. 6 до 10	—280 —370	—150 —240	—80 —170	—40 —130	0 —90	—150 —300	0 —150
Св. 10 до 18	—290 —400	—150 —260	—95 —205	—50 —160	0 —110	—150 —330	0 —180
Св. 18 до 30	—300 —430	—160 —290	—110 —240	—65 —195	0 —130	—160 —370	0 —210
Св. 30 до 40	—310 —470	—170 —330	—120 —280	—80 —240	0 —160	—170 —420	0 —250
Св. 40 до 50	—320 —480	—180 —340	—130 —290	—80 —240	0 —160	—180 —430	0 —250
Св. 50 до 65	—340 —530	—190 —380	—140 —330	—100 —290	0 —190	—190 —490	0 —300
Св. 65 до 80	—360 —550	—200 —390	—150 —340	—100 —290	0 —190	—200 —500	0 —300
Св. 80 до 100	—380 —600	—220 —440	—170 —390	—120 —340	0 —220	—220 —570	0 —350
Св. 100 до 120	—410 —630	—240 —460	—180 —400	—120 —340	0 —220	—240 —590	0 —350
Св. 120 до 140	—460 —710	—260 —510	—200 —450	—145 —395	0 —250	—260 —660	0 —400
Св. 140 до 160	—520 —770	—280 —530	—210 —460	—145 —395	0 —250	—280 —680	0 —400

Продолжение табл. 1.28

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	11					12	
	Поля допусков валов						
	$a11$	$b11$	$c11$	$d11$	$h11$	$b12$	$h12$
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 160 до 180	−580 −830	−310 −560	−230 −480	−145 −395	0 −250	−310 −710	0 −400
Св. 180 до 200	−660 −950	−340 −630	−240 −530	−170 −460	0 −290	−340 −800	0 −460
Св. 200 до 225	−740 −1030	−380 −670	−260 −550	−170 −460	0 −290	−380 −840	0 −460
Св. 225 до 250	−820 −1110	−420 −710	−280 −570	−170 −460	0 −290	−420 −880	0 −460
Св. 250 до 280	−920 −1240	−480 −800	−300 −620	−190 −510	0 −320	−480 −1000	0 −520
Св. 280 до 315	−1050 −1370	−540 −860	−330 −650	−190 −510	0 −320	−540 −1060	0 −520
Св. 315 до 355	−1200 −1560	−600 −960	−360 −720	−210 −570	0 −360	−600 −1170	0 −570
Св. 355 до 400	−1350 −1710	−680 −1040	−400 −760	−210 −570	0 −360	−680 −1250	0 −570
Св. 400 до 450	−1500 −1900	−760 −1160	−440 −840	−230 −630	0 −400	−760 −1390	0 −630
Св. 450 до 500	−1650 −2050	−840 −1240	−480 −880	−230 −630	0 −400	−840 −1470	0 −630

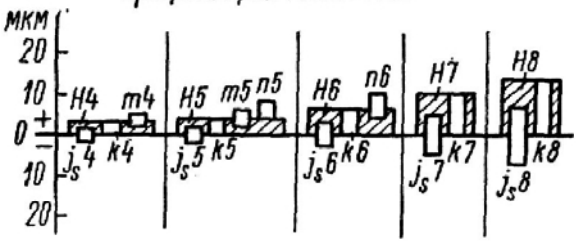
Примечание.

предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм; ( ) — дополнительные (ограниченного применения) поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

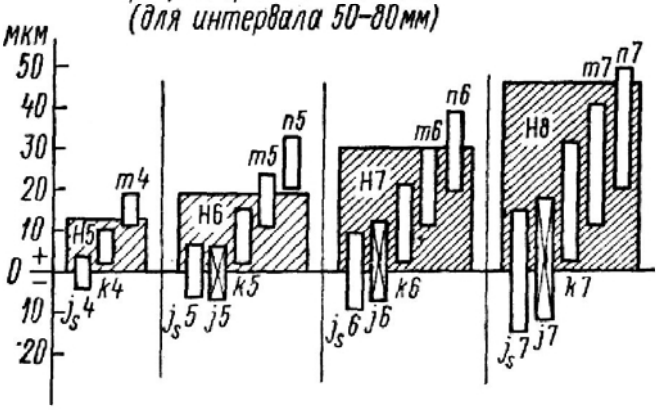
Предельные отклонения основных отверстий см. в табл. 1.27.

1.29. Система отверстия. Предельные отклонения валов для переходных посадок при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Схема расположения полей допусков
При размерах менее 1 мм



При размерах от 1 до 500 мм
(для интервала 50–80 мм)



▨ – *поля допусков основных отверстий*
Дополнительные поля допусков валов – ⊠

Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	4			5				
	Поля допусков валов							
	j_s4	$k4$	$m4$	j_s5	$(j5)$	$k5$	$m5$	$n5$
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
До 1	$\frac{+1,5}{-1,5}$	$\frac{+3}{0}$	$\frac{+5}{+2}$	$\frac{+2,0}{-2,0}$	—	$\frac{+4}{0}$	$\frac{+6}{+2}$	$\frac{+8}{+4}$
От 1 до 3	$\frac{+1,5}{-1,5}$	$\frac{+3}{0}$	$\frac{+5}{+2}$	$\frac{+2,0}{-2,0}$	$\frac{+2}{-2}$	$\frac{+4}{0}$	$\frac{+6}{+2}$	$\frac{+8}{+4}$
Св. 3 до 6	$\frac{+2,0}{-2,0}$	$\frac{+5}{+1}$	$\frac{+8}{+4}$	$\frac{+2,5}{-2,5}$	$\frac{+3}{-2}$	$\frac{+6}{+1}$	$\frac{+9}{+4}$	$\frac{+13}{+8}$
Св. 6 до 10	$\frac{+2,0}{-2,0}$	$\frac{+5}{+1}$	$\frac{+10}{+6}$	$\frac{+3,0}{-3,0}$	$\frac{+4}{-2}$	$\frac{+7}{+1}$	$\frac{+12}{+6}$	$\frac{+16}{+10}$
Св. 10 до 18	$\frac{+2,5}{-2,5}$	$\frac{+6}{+1}$	$\frac{+12}{+7}$	$\frac{+4,0}{-4,0}$	$\frac{+5}{-3}$	$\frac{+9}{+1}$	$\frac{+15}{+7}$	$\frac{+20}{+12}$

Продолжение табл. 1.29

Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	4			5				
	Поля допусков валов							
	j_s4	$k4$	$m4$	j_s5	$(j5)$	$k5$	$m5$	$n5$
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
Св. 18 до 30	$\frac{+3,0}{-3,0}$	$\frac{+8}{+2}$	$\frac{+14}{+8}$	$\frac{+4,5}{-4,5}$	$\frac{+5}{-4}$	$\frac{+11}{+2}$	$\frac{+17}{+8}$	$\frac{+24}{+15}$
Св. 30 до 50	$\frac{+3,5}{-3,5}$	$\frac{+9}{+2}$	$\frac{+16}{+9}$	$\frac{+5,5}{-5,5}$	$\frac{+6}{-5}$	$\frac{+13}{+2}$	$\frac{+20}{+9}$	$\frac{+28}{+17}$
Св. 50 до 80	$\frac{+4,0}{-4,0}$	$\frac{+10}{+2}$	$\frac{+19}{+11}$	$\frac{+6,5}{-6,5}$	$\frac{+6}{-7}$	$\frac{+15}{+2}$	$\frac{+24}{+11}$	$\frac{+33}{+20}$
Св. 80 до 120	$\frac{+5,0}{-5,0}$	$\frac{+13}{+3}$	$\frac{+23}{+13}$	$\frac{+7,5}{-7,5}$	$\frac{+6}{-9}$	$\frac{+18}{+3}$	$\frac{+28}{+13}$	$\frac{+38}{+23}$
Св. 120 до 180	$\frac{+6,0}{-6,0}$	$\frac{+15}{+3}$	$\frac{+27}{+15}$	$\frac{+9,0}{-9,0}$	$\frac{+7}{-11}$	$\frac{+21}{+3}$	$\frac{+33}{+15}$	$\frac{+45}{+27}$
Св. 180 до 250	$\frac{+7,0}{-7,0}$	$\frac{+18}{+4}$	$\frac{+31}{+17}$	$\frac{+10,0}{-10,0}$	$\frac{+7}{-13}$	$\frac{+24}{+4}$	$\frac{+37}{+17}$	$\frac{+51}{+31}$
Св. 250 до 315	$\frac{+8,0}{-8,0}$	$\frac{+20}{+4}$	$\frac{+36}{+20}$	$\frac{+11,5}{-11,5}$	$\frac{+7}{-16}$	$\frac{+27}{+4}$	$\frac{+43}{+20}$	$\frac{+57}{+34}$
Св. 315 до 400	$\frac{+9,0}{-9,0}$	$\frac{+22}{+4}$	$\frac{+39}{+21}$	$\frac{+12,5}{-12,5}$	$\frac{+7}{-18}$	$\frac{+29}{+4}$	$\frac{+46}{+21}$	$\frac{+62}{+37}$
Св. 400 до 500	$\frac{+10,0}{-10,0}$	$\frac{+25}{+5}$	$\frac{+43}{+23}$	$\frac{+13,5}{-13,5}$	$\frac{+7}{-20}$	$\frac{+32}{+5}$	$\frac{+50}{+23}$	$\frac{+67}{+40}$

Продолжение табл. 1.29

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	6					7					8	
	Поля допусков валов											
	j_s6	$(j6)$	$k6$	$m6$	$n6$	j_s7	$(j7)$	$k7$	$m7$	$n7$	j_s8	$k8$
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм											
До 1	$\frac{+3,0}{-3,0}$	—	$\frac{+6}{0}$	—	$\frac{+10}{+4}$	$\frac{+5}{-5}$	—	$\frac{+10}{0}$	—	—	$\frac{+7}{-7}$	$\frac{+14}{0}$
От 1 до 3	$\frac{+3,0}{-3,0}$	$\frac{+4}{-2}$	$\frac{+6}{0}$	$\frac{+8}{+2}$	$\frac{+10}{+4}$	$\frac{+5}{-5}$	$\frac{+6}{-4}$	$\frac{+10}{0}$	—	$\frac{+14}{+4}$	—	—
Св. 3 до 6	$\frac{+4,0}{-4,0}$	$\frac{+6}{-2}$	$\frac{+9}{+1}$	$\frac{+12}{+4}$	$\frac{+16}{+8}$	$\frac{+6}{-6}$	$\frac{+8}{-4}$	$\frac{+13}{+1}$	$\frac{+16}{+4}$	$\frac{+20}{+8}$	—	—

Продолжение табл. 1.29

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	6					7					8	
	Поля допусков валов											
	j_s6	(j6)	k6	m6	n6	j_s7	(j7)	k7	m7	n7	j_s8	k8
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм											
Св. 6 до 10	+4,5 −4,5	+7 −2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+7 −7	+10 −5	+16 +1	+21 +6	+25 +10	—	—
Св. 10 до 18	+5,5 −5,5	+8 −3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+9 −9	+12 −6	+19 +1	+25 +7	+30 +12	—	—
Св. 18 до 30	+6,5 −6,5	+9 −4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+10 −10	+13 −8	+23 +2	+29 +8	+36 +15	—	—
Св. 30 до 50	+8,0 −8,0	+11 −5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+12 −12	+15 −10	+27 +2	+34 +9	+42 +17	—	—
Св. 50 до 80	+9,5 −9,5	+12 −7	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+15 −15	+18 −12	+32 +2	+41 +11	+50 +20	—	—
Св. 80 до 120	+11,0 −11,0	+13 −9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+17 −17	+20 −15	+38 +3	+48 +13	+58 +23	—	—
Св. 120 до 180	+12,5 −12,5	+14 −11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+20 −20	+22 −18	+43 +3	+55 +15	+67 +27	—	—
Св. 180 до 250	+14,5 −14,5	+16 −13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+23 −23	+25 −21	+50 +4	+63 +17	+77 +31	—	—
Св. 250 до 315	+16,0 −16,0	+16 −16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+26 −26	+26 −26	+56 +4	+72 +20	+86 +34	—	—
Св. 315 до 400	+18,0 −18,0	+18 −18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+28 −28	+29 −28	+61 +4	+78 +21	+94 +37	—	—
Св. 400 до 500	+20,0 −20,0	+20 −20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+31 −31	+31 −32	+68 +5	+86 +23	+103 +40	—	—

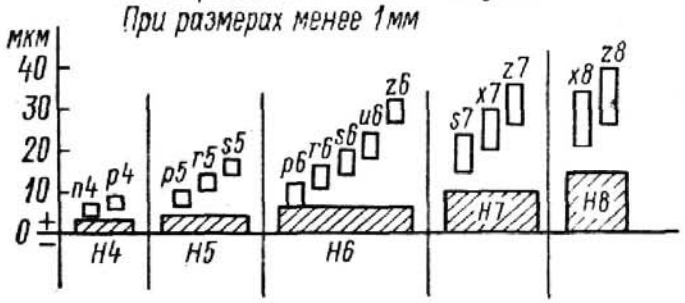
Примечание.

[ ] — предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм; ( ) — дополнительные (ограниченного применения) поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

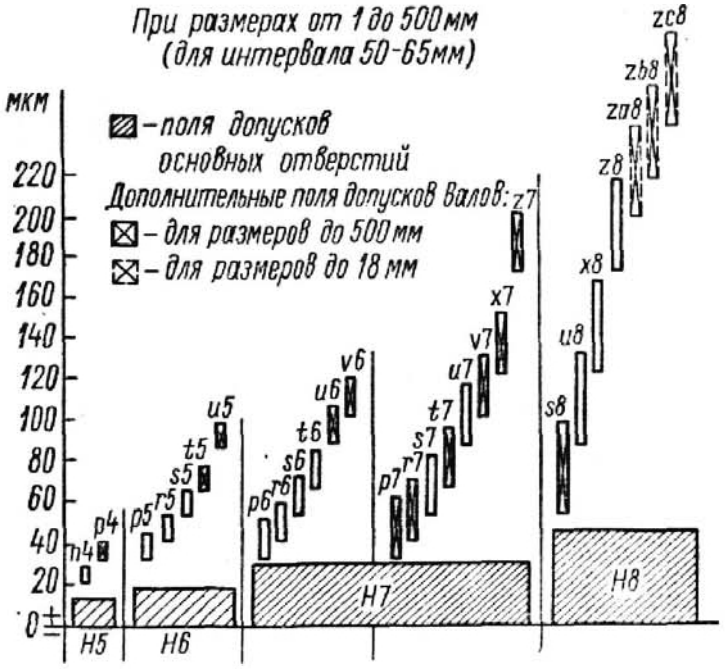
Предельные отклонения основных отверстий см. в табл. 1.27.

1.30. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с натягом при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Схемы расположения полей допусков
При размерах менее 1 мм



При размерах от 1 до 500 мм
(для интервала 50-65 мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	4		5				
	Поля допусков валов						
	n4	(p4)	p5	r5	s5	(t5)	(u5)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
До 1	$\frac{+7}{+4}$	$\frac{+9}{+6}$	$\frac{+10}{+6}$	$\frac{+14}{+10}$	$\frac{+18}{+14}$	—	—
От 1 до 3	$\frac{+7}{+4}$	$\frac{+9}{+6}$	$\frac{+10}{+6}$	$\frac{+14}{+10}$	$\frac{+18}{+14}$	—	$\frac{+22}{+18}$
Св. 3 до 6	$\frac{+12}{+8}$	$\frac{+16}{+12}$	$\frac{+17}{+12}$	$\frac{+20}{+15}$	$\frac{+24}{+19}$	—	$\frac{+28}{+23}$
Св. 6 до 10	$\frac{+14}{+10}$	$\frac{+19}{+15}$	$\frac{+21}{+15}$	$\frac{+25}{+19}$	$\frac{+29}{+23}$	—	$\frac{+34}{+28}$
Св. 10 до 18	$\frac{+17}{+12}$	$\frac{+23}{+18}$	$\frac{+26}{+18}$	$\frac{+31}{+23}$	$\frac{+36}{+28}$	—	$\frac{+41}{+33}$

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	4		5				
	Поля допусков валов						
	*n*4	(*p*4)	*p*5	*r*5	*s*5	(*t*5)	(*u*5)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 18 до 24	$\frac{+21}{+15}$	$\frac{+28}{+22}$	$\frac{+31}{+22}$	$\frac{+37}{+28}$	$\frac{+44}{+35}$	—	$\frac{+50}{+41}$
Св. 24 до 30	$\frac{+21}{+15}$	$\frac{+28}{+22}$	$\frac{+31}{+22}$	$\frac{+37}{+28}$	$\frac{+44}{+35}$	$\frac{+50}{+41}$	$\frac{+57}{+48}$
Св. 30 до 40	$\frac{+24}{+17}$	$\frac{+33}{+26}$	$\frac{+37}{+26}$	$\frac{+45}{+34}$	$\frac{+54}{+43}$	$\frac{+59}{+48}$	$\frac{+71}{+60}$
Св. 40 до 50	$\frac{+24}{+17}$	$\frac{+33}{+26}$	$\frac{+37}{+26}$	$\frac{+45}{+34}$	$\frac{+54}{+43}$	$\frac{+65}{+54}$	$\frac{+81}{+70}$
Св. 50 до 65	$\frac{+28}{+20}$	$\frac{+40}{+32}$	$\frac{+45}{+32}$	$\frac{+54}{+41}$	$\frac{+66}{+53}$	$\frac{+79}{+66}$	$\frac{+100}{+87}$
Св. 65 до 80	$\frac{+28}{+20}$	$\frac{+40}{+32}$	$\frac{+45}{+32}$	$\frac{+56}{+43}$	$\frac{+72}{+59}$	$\frac{+88}{+75}$	$\frac{+115}{+102}$
Св. 80 до 100	$\frac{+33}{+23}$	$\frac{+47}{+37}$	$\frac{+52}{+37}$	$\frac{+66}{+51}$	$\frac{+86}{+71}$	$\frac{+106}{+91}$	$\frac{+139}{+124}$
Св. 100 до 120	$\frac{+33}{+23}$	$\frac{+47}{+37}$	$\frac{+52}{+37}$	$\frac{+69}{+54}$	$\frac{+94}{+79}$	$\frac{+119}{+104}$	$\frac{+159}{+144}$
Св. 120 до 140	$\frac{+39}{+27}$	$\frac{+55}{+43}$	$\frac{+61}{+43}$	$\frac{+81}{+63}$	$\frac{+110}{+92}$	$\frac{+140}{+122}$	$\frac{+188}{+170}$
Св 140 до 160	$\frac{+39}{+27}$	$\frac{+55}{+43}$	$\frac{+61}{+43}$	$\frac{+83}{+65}$	$\frac{+118}{+100}$	$\frac{+152}{+134}$	$\frac{+208}{+190}$
Св. 160 до 180	$\frac{+39}{+27}$	$\frac{+55}{+43}$	$\frac{+61}{+43}$	$\frac{+86}{+68}$	$\frac{+126}{+108}$	$\frac{+164}{+146}$	$\frac{+228}{+210}$
Св. 180 до 200	$\frac{+45}{+31}$	$\frac{+64}{+50}$	$\frac{+70}{+50}$	$\frac{+97}{+77}$	$\frac{+142}{+122}$	$\frac{+186}{+166}$	$\frac{+256}{+236}$
Св. 200 до 225	$\frac{+45}{+31}$	$\frac{+64}{+50}$	$\frac{+70}{+50}$	$\frac{+100}{+80}$	$\frac{+150}{+130}$	$\frac{+200}{+180}$	$\frac{+278}{+258}$
Св. 225 до 250	$\frac{+45}{+31}$	$\frac{+64}{+50}$	$\frac{+70}{+50}$	$\frac{+104}{+84}$	$\frac{+160}{+140}$	$\frac{+216}{+196}$	$\frac{+304}{+284}$

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	4		5				
	Поля допусков валов						
	*n*4	(*p*4)	*p*5	*r*5	*s*5	(*t*5)	(*u*5)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 250 до 280	$\frac{+50}{+34}$	$\frac{+72}{+56}$	$\frac{+79}{+56}$	$\frac{+117}{+94}$	$\frac{+181}{+158}$	$\frac{+241}{+218}$	$\frac{+338}{+315}$
Св. 280 до 315	$\frac{+50}{+34}$	$\frac{+72}{+56}$	$\frac{+79}{+56}$	$\frac{+121}{+98}$	$\frac{+193}{+170}$	$\frac{+263}{+240}$	$\frac{+373}{+350}$
Св. 315 до 355	$\frac{+55}{+37}$	$\frac{+80}{+62}$	$\frac{+87}{+62}$	$\frac{+133}{+108}$	$\frac{+215}{+190}$	$\frac{+293}{+268}$	$\frac{+415}{+390}$
Св. 355 до 400	$\frac{+55}{+37}$	$\frac{+80}{+62}$	$\frac{+87}{+62}$	$\frac{+139}{+114}$	$\frac{+233}{+208}$	$\frac{+319}{+294}$	$\frac{+460}{+435}$
Св. 400 до 450	$\frac{+60}{+40}$	$\frac{+88}{+68}$	$\frac{+95}{+68}$	$\frac{+153}{+126}$	$\frac{+259}{+232}$	$\frac{+357}{+330}$	$\frac{+517}{+490}$
Св. 450 до 500	$\frac{+60}{+40}$	$\frac{+88}{+68}$	$\frac{+95}{+68}$	$\frac{+159}{+132}$	$\frac{+279}{+252}$	$\frac{+387}{+360}$	$\frac{+567}{+540}$

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	6						
	Поля допусков валов						
	*p*6	*r*6	*s*6	*t*6	(*u*6)	(*v*6)	*z*6
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
До 1	$\frac{+12}{+6}$	$\frac{+16}{+10}$	$\frac{+20}{+14}$	—	$\frac{+24}{+18}$	—	$\frac{+32}{+26}$
От 1 до 3	$\frac{+12}{+6}$	$\frac{+16}{+10}$	$\frac{+20}{+14}$	—	$\frac{+24}{+18}$	—	—
Св. 3 до 6	$\frac{+20}{+12}$	$\frac{+23}{+15}$	$\frac{+27}{+19}$	—	$\frac{+31}{+23}$	—	—
Св. 6 до 10	$\frac{+24}{+15}$	$\frac{+28}{+19}$	$\frac{+32}{+23}$	—	$\frac{+37}{+28}$	—	—
Св. 10 до 14	$\frac{+29}{+18}$	$\frac{+34}{+23}$	$\frac{+39}{+28}$	—	$\frac{+44}{+33}$	—	—

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	6						
	Поля допусков валов						
	*p*6	*r*6	*s*6	*t*6	(*u*6)	(*v*6)	*z*6
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 14 до 18	$\frac{+29}{+18}$	$\frac{+34}{+23}$	$\frac{+39}{+28}$	—	$\frac{+44}{+33}$	$\frac{+50}{+39}$	—
Св. 18 до 24	$\frac{+35}{+22}$	$\frac{+41}{+28}$	$\frac{+48}{+35}$	—	$\frac{+54}{+41}$	$\frac{+60}{+47}$	—
Св. 24 до 30	$\frac{+35}{+22}$	$\frac{+41}{+28}$	$\frac{+48}{+35}$	$\frac{+54}{+41}$	$\frac{+61}{+48}$	$\frac{+68}{+55}$	—
Св. 30 до 40	$\frac{+42}{+26}$	$\frac{+50}{+34}$	$\frac{+59}{+43}$	$\frac{+64}{+48}$	$\frac{+76}{+60}$	$\frac{+84}{+68}$	—
Св. 40 до 50	$\frac{+42}{+26}$	$\frac{+50}{+34}$	$\frac{+59}{+43}$	$\frac{+70}{+54}$	$\frac{+86}{+70}$	$\frac{+97}{+81}$	—
Св. 50 до 65	$\frac{+51}{+32}$	$\frac{+60}{+41}$	$\frac{+72}{+53}$	$\frac{+85}{+66}$	$\frac{+106}{+87}$	$\frac{+121}{+102}$	—
Св. 65 до 80	$\frac{+51}{+32}$	$\frac{+62}{+43}$	$\frac{+78}{+59}$	$\frac{+94}{+75}$	$\frac{+121}{+102}$	$\frac{+139}{+120}$	—
Св. 80 до 100	$\frac{+59}{+37}$	$\frac{+73}{+51}$	$\frac{+93}{+71}$	$\frac{+113}{+91}$	$\frac{+146}{+124}$	$\frac{+168}{+146}$	—
Св. 100 до 120	$\frac{+59}{+37}$	$\frac{+76}{+54}$	$\frac{+101}{+79}$	$\frac{+126}{+104}$	$\frac{+166}{+144}$	$\frac{+194}{+172}$	—
Св. 120 до 140	$\frac{+68}{+43}$	$\frac{+88}{+63}$	$\frac{+117}{+92}$	$\frac{+147}{+122}$	$\frac{+195}{+170}$	$\frac{+227}{+202}$	—
Св. 140 до 160	$\frac{+68}{+43}$	$\frac{+90}{+65}$	$\frac{+125}{+100}$	$\frac{+159}{+134}$	$\frac{+215}{+190}$	$\frac{+253}{+228}$	—
Св. 160 до 180	$\frac{+68}{+43}$	$\frac{+93}{+68}$	$\frac{+133}{+108}$	$\frac{+171}{+146}$	$\frac{+235}{+210}$	$\frac{+277}{+252}$	—
Св. 180 до 200	$\frac{+79}{+50}$	$\frac{+106}{+77}$	$\frac{+151}{+122}$	$\frac{+195}{+166}$	$\frac{+265}{+236}$	$\frac{+313}{+284}$	—

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет 6						
	Поля допусков валов						
	*p*6	*r*6	*s*6	*t*6	(*u*6)	(*v*6)	*z*6
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 200 до 225	$\frac{+79}{+50}$	$\frac{+109}{+80}$	$\frac{+159}{+130}$	$\frac{+209}{+180}$	$\frac{+287}{+258}$	$\frac{+339}{+310}$	—
Св. 225 до 250	$\frac{+79}{+50}$	$\frac{+113}{+84}$	$\frac{+169}{+140}$	$\frac{+225}{+196}$	$\frac{+313}{+284}$	$\frac{+369}{+340}$	—
Св. 250 до 280	$\frac{+88}{+56}$	$\frac{+126}{+94}$	$\frac{+190}{+158}$	$\frac{+250}{+218}$	$\frac{+347}{+315}$	$\frac{+417}{+385}$	—
Св. 280 до 315	$\frac{+88}{+56}$	$\frac{+130}{+98}$	$\frac{+202}{+170}$	$\frac{+272}{+240}$	$\frac{+382}{+350}$	$\frac{+457}{+425}$	—
Св. 315 до 355	$\frac{+98}{+62}$	$\frac{+144}{+108}$	$\frac{+226}{+190}$	$\frac{+304}{+268}$	$\frac{+426}{+390}$	$\frac{+511}{+475}$	—
Св. 355 до 400	$\frac{+98}{+62}$	$\frac{+150}{+114}$	$\frac{+244}{+208}$	$\frac{+330}{+294}$	$\frac{+471}{+435}$	$\frac{+566}{+530}$	—
Св. 400 до 450	$\frac{+108}{+68}$	$\frac{+166}{+126}$	$\frac{+272}{+232}$	$\frac{+370}{+330}$	$\frac{+530}{+490}$	$\frac{+635}{+595}$	—
Св. 450 до 500	$\frac{+108}{+68}$	$\frac{+172}{+132}$	$\frac{+292}{+252}$	$\frac{+400}{+360}$	$\frac{+580}{+540}$	$\frac{+700}{+660}$	—

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет 7							
	Поля допусков валов							
	(*p*7)	(*r*7)	*s*7	(*t*7)	*u*7	(*v*7)	(*x*7)	(*z*7)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
До 1	—	—	$\frac{+24}{+14}$	—	—	—	$\frac{+30}{+20}$	$\frac{+36}{+26}$
От 1 до 3	$\frac{+16}{+6}$	$\frac{+20}{+10}$	$\frac{+24}{+14}$	—	$\frac{+28}{+18}$	—	$\frac{+30}{+20}$	$\frac{+36}{+26}$
Св. 3 до 6	$\frac{+24}{+12}$	$\frac{+27}{+15}$	$\frac{+31}{+19}$	—	$\frac{+35}{+23}$	—	$\frac{+40}{+28}$	$\frac{+47}{+35}$

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет							
	7							
	Поля допусков валов							
	(*p7*)	(*r7*)	*s7*	(*t7*)	*u7*	(*v7*)	(*x7*)	(*z7*)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
Св. 6 до 10	+30 +15	+34 +19	+38 +23	—	+43 +28	—	+49 +34	+57 +42
Св. 10 до 14	+36 +18	+41 +23	+46 +28	—	+51 +33	—	+58 +40	+68 +50
Св. 14 до 18	+36 +18	+41 +23	+46 +28	—	+51 +33	+57 +39	+63 +45	+78 +60
Св. 18 до 24	+43 +22	+49 +28	+56 +35	—	+62 +41	+68 +47	+75 +54	+94 +73
Св. 24 до 30	+43 +22	+49 +28	+56 +35	+62 +41	+69 +48	+76 +55	+85 +64	+109 +88
Св. 30 до 40	+51 +26	+59 +34	+68 +43	+73 +48	+85 +60	+93 +68	+105 +80	+137 +112
Св. 40 до 50	+51 +26	+59 +34	+68 +43	+79 +54	+95 +70	+106 +81	+122 +97	+161 +136
Св. 50 до 65	+62 +32	+71 +41	+83 +53	+96 +66	+117 +87	+132 +102	+152 +122	+202 +172
Св. 65 до 80	+62 +32	+73 +43	+89 +59	+105 +75	+132 +102	+150 +120	+176 +146	+240 +210
Св. 80 до 100	+72 +37	+86 +51	+106 +71	+126 +91	+159 +124	+181 +146	+213 +178	+293 +258
Св. 100 до 120	+72 +37	+89 +54	+114 +79	+139 +104	+179 +144	+207 +172	+245 +210	+345 +310
Св. 120 до 140	+83 +43	+103 +63	+132 +92	+162 +122	+210 +170	+242 +202	+288 +248	+405 +365

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет							
	7							
	Поля допусков валов							
	(p7)	(r7)	s7	(t7)	u7	(v7)	(x7)	(z7)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
Св. 140 до 160	+83 +43	+105 +65	+140 +100	+174 +134	+230 +190	+268 +228	+320 +280	+455 +415
Св. 160 до 180	+83 +43	+108 +68	+148 +108	+186 +146	+250 +210	+292 +252	+350 +310	+505 +465
Св. 180 до 200	+96 +50	+123 +77	+168 +122	+212 +166	+282 +236	+330 +284	+396 +350	+566 +520
Св. 200 до 225	+96 +50	+126 +80	+176 +130	+226 +180	+304 +258	+356 +310	+431 +385	+621 +575
Св. 225 до 250	+96 +50	+130 +84	+186 +140	+242 +196	+330 +284	+386 +340	+471 +425	+686 +640
Св. 250 до 280	+108 +56	+146 +94	+210 +158	+270 +218	+367 +315	+437 +385	+527 +475	+762 +710
Св. 280 до 315	+108 +56	+150 +98	+222 +170	+292 +240	+402 +350	+477 +425	+577 +525	+842 +790
Св. 315 до 355	+119 +62	+165 +108	+247 +190	+325 +268	+447 +390	+532 +475	+647 +590	+957 +900
Св. 355 до 400	+119 +62	+171 +114	+265 +208	+351 +294	+492 +435	+587 +530	+717 +660	+1057 +1000
Св. 400 до 450	+131 +68	+189 +126	+295 +232	+393 +330	+553 +490	+658 +595	+803 +740	+1163 +1100
Св. 450 до 500	+131 +68	+195 +132	+315 +252	+423 +360	+603 +540	+723 +660	+883 +820	+1313 +1250

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	8						
	Поля допусков валов						
	(*s*8)	*u*8	*x*8	*z*8	(*za*8)	(*zb*8)	(*zc*8)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
До 1	—	—	+34 +20	+40 +26	—	—	—
От 1 до 3	+28 +14	+32 +18	+34 +20	+40 +26	+46 +32	+54 +40	+74 +60
Св. 3 до 6	+37 +19	+41 +23	+46 +28	+53 +35	+60 +42	+68 +50	+98 +80
Св. 6 до 10	+45 +23	+50 +28	+56 +34	+64 +42	+74 +52	+89 +67	+119 +97
Св. 10 до 14	+55 +28	+60 +33	+67 +40	+77 +50	+91 +64	+117 +90	+157 +130
Св. 14 до 18	+55 +28	+60 +33	+72 +45	+87 +60	+104 +77	+135 +108	+177 +150
Св. 18 до 24	+68 +35	+74 +41	+87 +54	+106 +73	—	—	—
Св. 24 до 30	+68 +35	+81 +48	+97 +64	+121 +88	—	—	—
Св. 30 до 40	+82 +43	+99 +60	+119 +80	+151 +112	—	—	—
Св. 40 до 50	+82 +43	+109 +70	+136 +97	+175 +136	—	—	—
Св. 50 до 65	+99 +53	+133 +87	+168 +122	+218 +172	—	—	—
Св. 65 до 80	+105 +59	+148 +102	+192 +146	+256 +210	—	—	—
Св. 80 до 100	+125 +71	+178 +124	+232 +178	+312 +258	—	—	—
Св. 100 до 120	+133 +79	+198 +144	+264 +210	+364 +310	—	—	—

Продолжение табл. 1.30

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	8						
	Поля допусков валов						
	(s8)	u8	x8	z8	(za8)	(zb8)	(zc8)
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 120 до 140	+155 +92	+233 +170	+311 +248	+428 +365	—	—	—
Св. 140 до 160	+163 +100	+253 +190	+343 +280	+478 +415	—	—	—
Св. 160 до 180	+171 +108	+273 +210	+373 +310	+528 +465	—	—	—
Св. 180 до 200	+194 +122	+308 +236	+422 +350	+592 +520	—	—	—
Св. 200 до 225	+202 +130	+330 +258	+457 +385	+647 +575	—	—	—
Св. 225 до 250	+212 +140	+356 +284	+497 +425	+712 +640	—	—	—
Св. 250 до 280	+239 +158	+396 +315	+556 +475	+791 +710	—	—	—
Св. 280 до 315	+251 +170	+431 +350	+606 +525	+871 +790	—	—	—
Св. 315 до 355	+279 +190	+479 +390	+679 +590	+989 +900	—	—	—
Св. 355 до 400	+297 +208	+524 +435	+749 +660	+1089 +1000	—	—	—
Св. 400 до 450	+329 +232	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	—	—	—
Св. 450 до 500	+349 +252	+637 +540	+917 +820	+1347 +1250	—	—	—

Примечание.

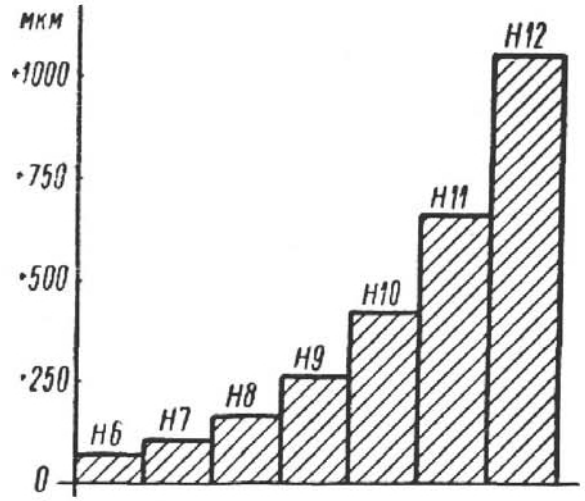
[ ] — предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм; ( )—дополнительные (ограниченного применения) поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

Предельные отклонения основных отверстий см. в табл. 1.27.

Предельные отклонения в системе отверстия при размерах свыше 500 до 10 000 мм

1.31. Система отверстия. Предельные отклонения основных отверстий при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

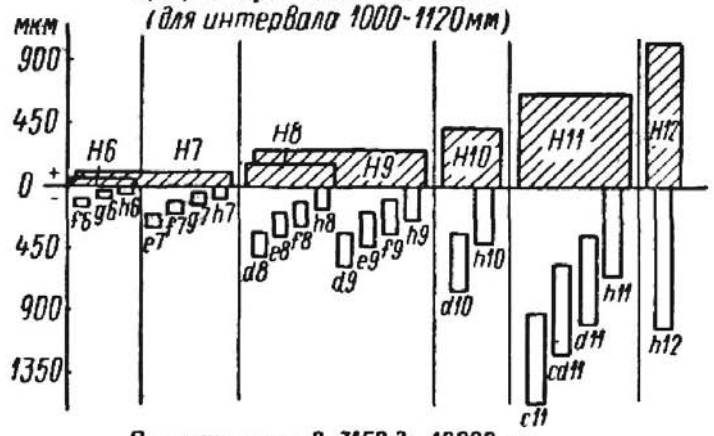
Схема расположения полей допусков (для интервала 1000-1250 мм)



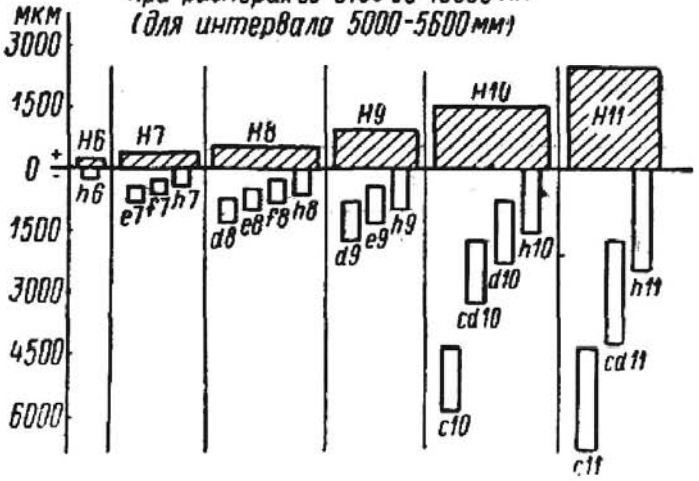
Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных отверстий						
	*H*6	*H*7	*H*8	*H*9	*H*10	*H*11	*H*12
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
Св. 500 до 630	$\frac{+44}{0}$	$\frac{+70}{0}$	$\frac{+110}{0}$	$\frac{+175}{0}$	$\frac{+280}{0}$	$\frac{+440}{0}$	$\frac{+700}{0}$
Св. 630 до 800	$\frac{+50}{0}$	$\frac{+80}{0}$	$\frac{+125}{0}$	$\frac{+200}{0}$	$\frac{+320}{0}$	$\frac{+500}{0}$	$\frac{+800}{0}$
Св. 800 до 1000	$\frac{+56}{0}$	$\frac{+90}{0}$	$\frac{+140}{0}$	$\frac{+230}{0}$	$\frac{+360}{0}$	$\frac{+560}{0}$	$\frac{+900}{0}$
Св 1000 до 1250	$\frac{+66}{0}$	$\frac{+105}{0}$	$\frac{+165}{0}$	$\frac{+260}{0}$	$\frac{+420}{0}$	$\frac{+660}{0}$	$\frac{+1050}{0}$
Св 1250 до 1600	$\frac{+78}{0}$	$\frac{+125}{0}$	$\frac{+195}{0}$	$\frac{+310}{0}$	$\frac{+500}{0}$	$\frac{+780}{0}$	$\frac{+1250}{0}$
Св 1600 до 2000	$\frac{+92}{0}$	$\frac{+150}{0}$	$\frac{+230}{0}$	$\frac{+370}{0}$	$\frac{+600}{0}$	$\frac{+920}{0}$	$\frac{+1500}{0}$
Св 2000 до 2500	$\frac{+110}{0}$	$\frac{+175}{0}$	$\frac{+280}{0}$	$\frac{+440}{0}$	$\frac{+700}{0}$	$\frac{+1100}{0}$	$\frac{+1750}{0}$
Св 2500 до 3150	$\frac{+135}{0}$	$\frac{+210}{0}$	$\frac{+330}{0}$	$\frac{+540}{0}$	$\frac{+860}{0}$	$\frac{+1350}{0}$	$\frac{+2100}{0}$
Св 3150 до 4000	$\frac{+165}{0}$	$\frac{+260}{0}$	$\frac{+410}{0}$	$\frac{+660}{0}$	$\frac{+1050}{0}$	$\frac{+1650}{0}$	$\frac{+2600}{0}$
Св 4000 до 5000	$\frac{+200}{0}$	$\frac{+320}{0}$	$\frac{+500}{0}$	$\frac{+800}{0}$	$\frac{+1300}{0}$	$\frac{+2000}{0}$	$\frac{+3200}{0}$
Св 5000 до 6300	$\frac{+250}{0}$	$\frac{+400}{0}$	$\frac{+620}{0}$	$\frac{+980}{0}$	$\frac{+1550}{0}$	$\frac{+2500}{0}$	$\frac{+4000}{0}$
Св 6300 до 8000	$\frac{+310}{0}$	$\frac{+490}{0}$	$\frac{+760}{0}$	$\frac{+1200}{0}$	$\frac{+1950}{0}$	$\frac{+3100}{0}$	$\frac{+4900}{0}$
Св. 8000 до 10 000	$\frac{+380}{0}$	$\frac{+600}{0}$	$\frac{+940}{0}$	$\frac{+1500}{0}$	$\frac{+2400}{0}$	$\frac{+3800}{0}$	$\frac{+6000}{0}$

1.32. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с зазором при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков
При размерах св 500 до 3150 мм
(для интервала 1000-1120 мм)



При размерах св 3150 до 10000 мм
(для интервала 5000-5600 мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	6			7			
	Поля допусков валов						
	f6	*g6*	*h6*	*e7*	*f7*	*g7*	*h7*
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 500 до 630	$\frac{-76}{-120}$	$\frac{-22}{-66}$	$\frac{0}{-44}$	$\frac{-145}{-215}$	$\frac{-76}{-146}$	$\frac{-22}{-92}$	$\frac{0}{-70}$
Св. 630 до 800	$\frac{-80}{-130}$	$\frac{-24}{-74}$	$\frac{0}{-50}$	$\frac{-160}{-240}$	$\frac{-80}{-160}$	$\frac{-24}{-104}$	$\frac{0}{-80}$
Св. 800 до 1000	$\frac{-86}{-142}$	$\frac{-26}{-82}$	$\frac{0}{-56}$	$\frac{-170}{-260}$	$\frac{-86}{-176}$	$\frac{-26}{-116}$	$\frac{0}{-90}$
Св. 1000 до 1250	$\frac{-98}{-164}$	$\frac{-28}{-94}$	$\frac{0}{-66}$	$\frac{-195}{-300}$	$\frac{-98}{-203}$	$\frac{-28}{-133}$	$\frac{0}{-105}$
Св. 1250 до 1600	$\frac{-110}{-188}$	$\frac{-30}{-108}$	$\frac{0}{-78}$	$\frac{-220}{-345}$	$\frac{-110}{-235}$	$\frac{-30}{-155}$	$\frac{0}{-125}$

Продолжение табл. 1.32

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	6			7			
	Поля допусков валов						
	*f*6	*g*6	*h*6	*e*7	*f*7	*g*7	*h*7
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 1600 до 2000	$\frac{-120}{-212}$	$\frac{-32}{-124}$	$\frac{0}{-92}$	$\frac{-240}{-390}$	$\frac{-120}{-270}$	$\frac{-32}{-182}$	$\frac{0}{-150}$
Св. 2000 до 2500	$\frac{-130}{-240}$	$\frac{-34}{-144}$	$\frac{0}{-110}$	$\frac{-260}{-435}$	$\frac{-130}{-305}$	$\frac{-34}{-209}$	$\frac{0}{-175}$
Св. 2500 до 3150	$\frac{-145}{-280}$	$\frac{-38}{-173}$	$\frac{0}{-135}$	$\frac{-290}{-500}$	$\frac{-145}{-355}$	$\frac{-38}{-248}$	$\frac{0}{-210}$
Св. 3150 до 4000	—	—	$\frac{0}{-165}$	$\frac{-320}{-580}$	$\frac{-160}{-420}$	—	$\frac{0}{-260}$
Св. 4000 до 5000	—	—	$\frac{0}{-200}$	$\frac{-350}{-670}$	$\frac{-175}{-495}$	—	$\frac{0}{-320}$
Св. 5000 до 6300	—	—	$\frac{0}{-250}$	$\frac{-380}{-780}$	$\frac{-190}{-590}$	—	$\frac{0}{-400}$
Св. 6300 до 8000	—	—	$\frac{0}{-310}$	$\frac{-420}{-910}$	$\frac{-210}{-700}$	—	$\frac{0}{-490}$
Св. 8000 до 10 000	—	—	$\frac{0}{-380}$	$\frac{-460}{-1060}$	$\frac{-230}{-830}$	—	$\frac{0}{-600}$

Продолжение табл. 1.32

Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	8				9			
	Поля допусков валов							
	*d*8	*e*8	*f*8	*h*8	*d*9	*e*9	*f*9	*h*9
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
Св. 500 до 630	$\frac{-260}{-370}$	$\frac{-145}{-255}$	$\frac{-76}{-186}$	$\frac{0}{-110}$	$\frac{-260}{-435}$	$\frac{-145}{-320}$	$\frac{-76}{-251}$	$\frac{0}{-175}$
Св. 630 до 800	$\frac{-290}{-415}$	$\frac{-160}{-285}$	$\frac{-80}{-205}$	$\frac{0}{-125}$	$\frac{-290}{-490}$	$\frac{-160}{-360}$	$\frac{-80}{-280}$	$\frac{0}{-200}$
Св. 800 до 1000	$\frac{-320}{-460}$	$\frac{-170}{-310}$	$\frac{-86}{-226}$	$\frac{0}{-140}$	$\frac{-320}{-550}$	$\frac{-170}{-400}$	$\frac{-86}{-316}$	$\frac{0}{-230}$

Продолжение табл. 1.32

Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	8				9			
	Поля допусков валов							
	*d*8	*e*8	*f*8	*h*8	*d*9	*e*9	*f*9	*h*9
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм							
Св. 1000 до 1250	$\frac{-350}{-515}$	$\frac{-195}{-360}$	$\frac{-98}{-263}$	$\frac{0}{-165}$	$\frac{-350}{-610}$	$\frac{-195}{-455}$	$\frac{-98}{-358}$	$\frac{0}{-260}$
Св. 1250 до 1600	$\frac{-390}{-585}$	$\frac{-220}{-415}$	$\frac{-110}{-305}$	$\frac{0}{-195}$	$\frac{-390}{-700}$	$\frac{-220}{-530}$	$\frac{-110}{-420}$	$\frac{0}{-310}$
Св. 1600 до 2000	$\frac{-430}{-660}$	$\frac{-240}{-470}$	$\frac{-120}{-350}$	$\frac{0}{-230}$	$\frac{-430}{-800}$	$\frac{-240}{-610}$	$\frac{-120}{-490}$	$\frac{0}{-370}$
Св. 2000 до 2500	$\frac{-480}{-760}$	$\frac{-260}{-540}$	$\frac{-130}{-410}$	$\frac{0}{-280}$	$\frac{-480}{-920}$	$\frac{-260}{-700}$	$\frac{-130}{-570}$	$\frac{0}{-440}$
Св. 2500 до 3150	$\frac{-520}{-850}$	$\frac{-290}{-620}$	$\frac{-145}{-475}$	$\frac{0}{-330}$	$\frac{-520}{-1060}$	$\frac{-290}{-830}$	$\frac{-145}{-685}$	$\frac{0}{-540}$
Св. 3150 до 4000	$\frac{-580}{-990}$	$\frac{-320}{-730}$	$\frac{-160}{-570}$	$\frac{0}{-410}$	$\frac{-580}{-1240}$	$\frac{-320}{-980}$	—	$\frac{0}{-660}$
Св. 4000 до 5000	$\frac{-640}{-1140}$	$\frac{-350}{-850}$	$\frac{-175}{-675}$	$\frac{0}{-500}$	$\frac{-640}{-1440}$	$\frac{-350}{-1150}$	—	$\frac{0}{-800}$
Св. 5000 до 6300	$\frac{-720}{-1310}$	$\frac{-380}{-1000}$	$\frac{-190}{-810}$	$\frac{0}{-620}$	$\frac{-720}{-1760}$	$\frac{-380}{-1360}$	—	$\frac{0}{-980}$
Св. 6300 до 8000	$\frac{-800}{-1560}$	$\frac{-420}{-1180}$	$\frac{-210}{-970}$	$\frac{0}{-760}$	$\frac{-800}{-2000}$	$\frac{-420}{-1620}$	—	$\frac{0}{-1200}$
Св. 8000 до 10 000	$\frac{-880}{-1820}$	$\frac{-460}{-1400}$	$\frac{-230}{-1170}$	$\frac{0}{-940}$	$\frac{-880}{-2380}$	$\frac{-460}{-1960}$	—	$\frac{0}{-1500}$

Продолжение табл. 1.32

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	10				11				12
	Поля допусков валов								
	*c*10	*cd*10	*d*10	*h*10	*c*11	*cd*11	*d*11	*h*11	*h*12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм								
Св. 500 до 560	—	—	$\frac{-260}{-540}$	$\frac{0}{-280}$	$\frac{-520}{-960}$	$\frac{-370}{-810}$	$\frac{-260}{-700}$	$\frac{0}{-440}$	$\frac{0}{-700}$
Св. 560 до 630	—	—	$\frac{-260}{-540}$	$\frac{0}{-280}$	$\frac{-580}{-1020}$	$\frac{-390}{-830}$	$\frac{-260}{-700}$	$\frac{0}{-440}$	$\frac{0}{-700}$

Продолжение табл. 1.32

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	10				11				12
	Поля допусков валов								
	*c*10	*cd*10	*d*10	*h*10	*c*11	*cd*11	*d*11	*h*11	*h*12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм								
Св. 630 до 710	—	—	$\frac{-290}{-610}$	$\frac{0}{-320}$	$\frac{-640}{-1140}$	$\frac{-430}{-930}$	$\frac{-290}{-790}$	$\frac{0}{-500}$	$\frac{0}{-800}$
Св. 710 до 800	—	—	$\frac{-290}{-610}$	$\frac{0}{-320}$	$\frac{-700}{-1200}$	$\frac{-450}{-950}$	$\frac{-290}{-790}$	$\frac{0}{-500}$	$\frac{0}{-800}$
Св. 800 до 900	—	—	$\frac{-320}{-680}$	$\frac{0}{-360}$	$\frac{-780}{-1340}$	$\frac{-500}{-1060}$	$\frac{-320}{-880}$	$\frac{0}{-560}$	$\frac{0}{-900}$
Св. 900 до 1000	—	—	$\frac{-320}{-680}$	$\frac{0}{-360}$	$\frac{-860}{-1420}$	$\frac{-520}{-1080}$	$\frac{-320}{-880}$	$\frac{0}{-560}$	$\frac{0}{-900}$
Св. 1000 до 1120	—	—	$\frac{-350}{-770}$	$\frac{0}{-420}$	$\frac{-940}{-1600}$	$\frac{-580}{-1240}$	$\frac{-350}{-1010}$	$\frac{0}{-660}$	$\frac{0}{-1050}$
Св. 1120 до 1250	—	—	$\frac{-350}{-770}$	$\frac{0}{-420}$	$\frac{-1050}{-1710}$	$\frac{-600}{-1260}$	$\frac{-350}{-1010}$	$\frac{0}{-660}$	$\frac{0}{-1050}$
Св. 1250 до 1400	—	—	$\frac{-390}{-890}$	$\frac{0}{-500}$	$\frac{-1150}{-1930}$	$\frac{-660}{-1440}$	$\frac{-390}{-1170}$	$\frac{0}{-780}$	$\frac{0}{-1250}$
Св. 1400 до 1600	—	—	$\frac{-390}{-890}$	$\frac{0}{-500}$	$\frac{-1300}{-2080}$	$\frac{-720}{-1500}$	$\frac{-390}{-1170}$	$\frac{0}{-780}$	$\frac{0}{-1250}$
Св. 1600 до 1800	—	—	$\frac{-430}{-1030}$	$\frac{0}{-600}$	$\frac{-1450}{-2370}$	$\frac{-780}{-1700}$	$\frac{-430}{-1350}$	$\frac{0}{-920}$	$\frac{0}{-1500}$
Св. 1800 до 2000	—	—	$\frac{-430}{-1030}$	$\frac{0}{-600}$	$\frac{-1600}{-2520}$	$\frac{-820}{-1740}$	$\frac{-430}{-1350}$	$\frac{0}{-920}$	$\frac{0}{-1500}$
Св. 2000 до 2240	—	—	$\frac{-480}{-1160}$	$\frac{0}{-700}$	$\frac{-1800}{-2900}$	$\frac{-920}{-2020}$	$\frac{-480}{-1580}$	$\frac{0}{-1100}$	$\frac{0}{-1750}$
Св. 2240 до 2500	—	—	$\frac{-480}{-1180}$	$\frac{0}{-700}$	$\frac{-2000}{-3100}$	$\frac{-980}{-2080}$	$\frac{-480}{-1580}$	$\frac{0}{-1100}$	$\frac{0}{-1750}$
Св. 2500 до 2800	—	—	$\frac{-520}{-1380}$	$\frac{0}{-860}$	$\frac{-2200}{-3550}$	$\frac{-1050}{-2400}$	$\frac{-520}{-1870}$	$\frac{0}{-1350}$	$\frac{0}{-2100}$
Св. 2800 до 3150	—	—	$\frac{-520}{-1380}$	$\frac{0}{-860}$	$\frac{-2500}{-3850}$	$\frac{-1150}{-2500}$	$\frac{-520}{-1870}$	$\frac{0}{-1350}$	$\frac{0}{-2100}$

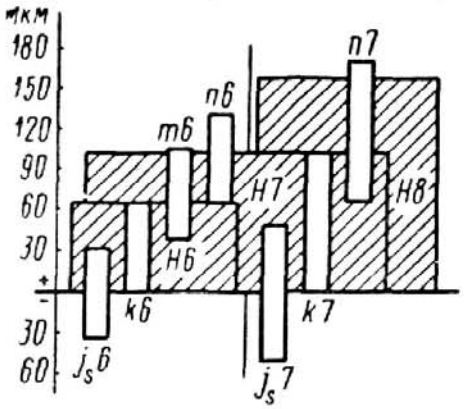
Продолжение табл. 1.32

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	10				11				12
	Поля допусков валов								
	*c*10	*cd*10	*d*10	*h*10	*c*11	*cd*11	*d*11	*h*11	*h*12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм								
Св. 3150 до 3550	−2800 −3850	−1250 −2300	−580 −1630	0 −1050	−2800 −4450	−1250 −2900	—	0 −1650	—
Св. 3550 до 4000	−3100 −4150	−1350 −2400	−580 −1630	0 −1050	−3100 −4750	−1350 −3000	—	0 −1650	—
Св. 4000 до 4500	−3500 −4800	−1500 −2800	−640 −1940	0 −1300	−3500 −5500	−1500 −3500	—	0 −2000	—
Св. 4500 до 5000	−3900 −5200	−1600 −2900	−640 −1940	0 −1300	−3900 −5900	−1600 −3600	—	0 −2000	—
Св. 5000 до 5600	−4300 −5850	−1750 −3300	−720 −2270	0 −1550	−4300 −6800	−1750 −4250	—	0 −2500	—
Св. 5600 до 6300	−4800 −6350	−1850 −3400	−720 −2270	0 −1550	−4800 −7300	−1850 −4350	—	0 −2500	—
Св. 6300 до 7100	−5400 −7350	−2100 −4050	−800 −2750	0 −1950	−5400 −8500	−2100 −5200	—	0 −3100	—
Св. 7100 до 8000	−6200 −8150	−2200 −4150	−800 −2750	0 −1950	−6200 −9300	−2200 −5300	—	0 −3100	—
Св. 8000 до 9000	−6800 −9200	−2400 −4800	−880 −3280	0 −2400	−6800 −10 600	−2400 −6200	—	0 −3800	—
Св. 9000 до 10 000	−7600 −10 000	−2600 −5000	−880 −3280	0 −2400	−7600 −11 400	−2600 −6400	—	0 −3800	—

Примечание. Предельные отклонения основных отверстий см. в табл. 1.31.

1.33. Система отверстия. Предельные отклонения валов для переходных посадок при размерах св. 500 до 10000 мм (по СТ СЭВ 144—75) и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков (для интервала 1000-1250 мм)

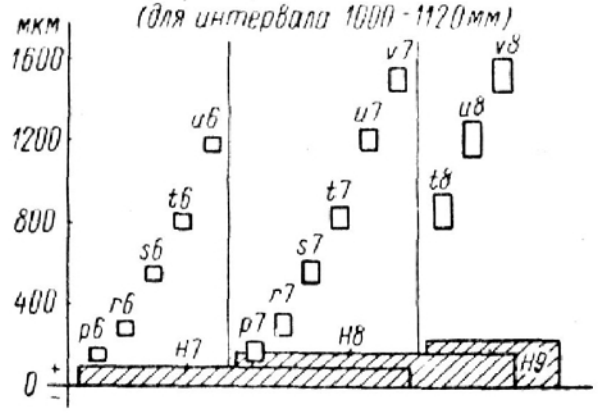


Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	6				7		
	Поля допусков валов						
	j_s6	$k6$	$m6$	$n6$	j_s7	$k7$	$n7$
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 500 до 630	$\frac{+22,0}{-22,0}$	$\frac{+44}{0}$	$\frac{+70}{+26}$	$\frac{+88}{+44}$	$\frac{+35}{-35}$	$\frac{+70}{0}$	$\frac{+114}{+44}$
Св. 630 до 800	$\frac{+25,0}{-25,0}$	$\frac{+50}{0}$	$\frac{+80}{+30}$	$\frac{+100}{+50}$	$\frac{+40}{-40}$	$\frac{+80}{0}$	$\frac{+130}{+50}$
Св. 800 до 1000	$\frac{+28,0}{-28,0}$	$\frac{+56}{0}$	$\frac{+90}{+34}$	$\frac{+112}{+56}$	$\frac{+45}{-45}$	$\frac{+90}{0}$	$\frac{+146}{+56}$
Св. 1000 до 1250	$\frac{+33,0}{-33,0}$	$\frac{+66}{0}$	$\frac{+106}{+40}$	$\frac{+132}{+66}$	$\frac{+52}{-52}$	$\frac{+105}{0}$	$\frac{+171}{+66}$
Св. 1250 до 1600	$\frac{+39,0}{-39,0}$	$\frac{+78}{0}$	$\frac{+126}{+48}$	$\frac{+156}{+78}$	$\frac{+62}{-62}$	$\frac{+125}{0}$	$\frac{+203}{+78}$
Св. 1600 до 2000	$\frac{+46,0}{-46,0}$	$\frac{+92}{0}$	$\frac{+150}{+58}$	$\frac{+184}{+92}$	$\frac{+75}{-75}$	$\frac{+150}{0}$	$\frac{+242}{+92}$
Св. 2000 до 2500	$\frac{+55,0}{-55,0}$	$\frac{+110}{0}$	$\frac{+178}{+68}$	$\frac{+220}{+110}$	$\frac{+87}{-87}$	$\frac{+175}{0}$	$\frac{+285}{+110}$
Св. 2500 до 3150	$\frac{+67,5}{-67,5}$	$\frac{+135}{0}$	$\frac{+211}{+76}$	$\frac{+270}{+135}$	$\frac{+105}{-105}$	$\frac{+210}{0}$	$\frac{+345}{+135}$
Св. 3150 до 10 000	—	—	—	—	—	—	—

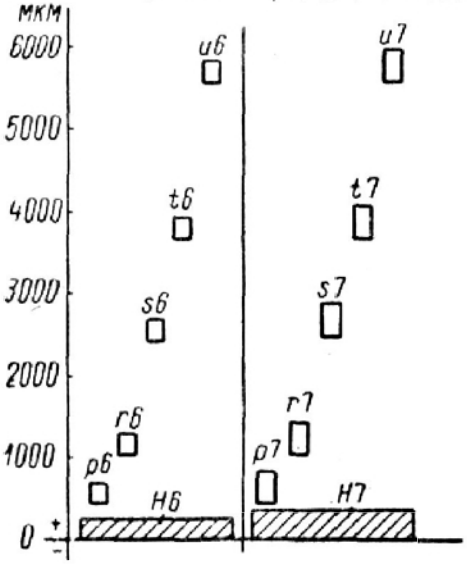
Примечание. Предельные отклонения основных отверстий см в табл. 1.31.

1.34. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с натягом при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков
При размерах св 500 до 3150 мм
(для интервала 1000 - 1120 мм)



При размерах св 3150 до 10000 мм
(для интервала 5000 - 5600 мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты										
	6					7					
	Поля допусков валов										
	p6	*r6*	*s6*	*t6*	*u6*	*p7*	*r7*	*s7*	*t7*	*u7*	*v7*
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм										
Св. 500 дс 560	$\frac{+122}{+78}$	$\frac{+194}{+150}$	$\frac{+324}{+280}$	$\frac{+444}{+400}$	$\frac{+644}{+600}$	$\frac{+148}{+78}$	$\frac{+220}{+150}$	$\frac{+350}{+280}$	$\frac{+470}{+400}$	$\frac{+670}{+600}$	$\frac{+810}{+740}$
Св. 560 до 630	$\frac{+122}{+78}$	$\frac{+199}{+155}$	$\frac{+354}{+310}$	$\frac{+494}{+450}$	$\frac{+704}{+660}$	$\frac{+148}{+78}$	$\frac{+225}{+155}$	$\frac{+380}{+310}$	$\frac{+520}{+450}$	$\frac{+730}{+660}$	$\frac{+890}{+820}$
Св. 630 до 710	$\frac{+138}{+88}$	$\frac{+225}{+175}$	$\frac{+390}{+340}$	$\frac{+550}{+500}$	$\frac{+790}{+740}$	$\frac{+168}{+88}$	$\frac{+255}{+175}$	$\frac{+420}{+340}$	$\frac{+580}{+500}$	$\frac{+820}{+740}$	$\frac{+1000}{+920}$
Св. 710 до 800	$\frac{+138}{+88}$	$\frac{+235}{+185}$	$\frac{+430}{+380}$	$\frac{+610}{+560}$	$\frac{+890}{+840}$	$\frac{+168}{+88}$	$\frac{+265}{+185}$	$\frac{+460}{+380}$	$\frac{+640}{+560}$	$\frac{+920}{+840}$	$\frac{+1080}{+1000}$
Св. 800 до 900	$\frac{+156}{+100}$	$\frac{+266}{+210}$	$\frac{+486}{+430}$	$\frac{+676}{+620}$	$\frac{+996}{+940}$	$\frac{+190}{+100}$	$\frac{+300}{+210}$	$\frac{+520}{+430}$	$\frac{+710}{+620}$	$\frac{+1030}{+940}$	$\frac{+1240}{+1150}$
Св. 900 до 1000	$\frac{+156}{+100}$	$\frac{+276}{+220}$	$\frac{+526}{+470}$	$\frac{+736}{+680}$	$\frac{+1106}{+1050}$	$\frac{+190}{+100}$	$\frac{+310}{+220}$	$\frac{+560}{+470}$	$\frac{+770}{+680}$	$\frac{+1140}{+1050}$	$\frac{+1390}{+1300}$
Св. 1000 до 1120	$\frac{+186}{+120}$	$\frac{+316}{+250}$	$\frac{+586}{+520}$	$\frac{+846}{+780}$	$\frac{+1216}{+1150}$	$\frac{+225}{+120}$	$\frac{+355}{+250}$	$\frac{+625}{+520}$	$\frac{+885}{+780}$	$\frac{+1255}{+1150}$	$\frac{+1555}{+1450}$
Св. 1120 до 1250	$\frac{+186}{+120}$	$\frac{+326}{+260}$	$\frac{+646}{+580}$	$\frac{+906}{+840}$	$\frac{+1366}{+1300}$	$\frac{+225}{+120}$	$\frac{+365}{+260}$	$\frac{+685}{+580}$	$\frac{+945}{+840}$	$\frac{+1405}{+1300}$	$\frac{+1705}{+1600}$

Продолжение табл. 1.34

Номинальные размеры, мм	Квалитеты										
	6					7					
	Поля допусков валов										
	*p*6	*r*6	*s*6	*t*6	*u*6	*p*7	*r*7	*s*7	*t*7	*u*7	*v*7
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм										
Св. 1250 до 1400	+218 +140	+378 +300	+718 +640	+1038 +960	+1528 +1450	+265 +140	+425 +300	+765 +640	+1085 +960	+1575 +1450	+1925 +1800
Св. 1400 до 1600	+218 +140	+408 +330	+798 +720	+1128 +1050	+1678 +1600	+265 +140	+455 +330	+845 +720	+1175 +1050	+1725 +1600	+2125 +2000
Св. 1600 до 1800	+262 +170	+462 +370	+912 +820	+1292 +1200	+1942 +1850	+320 +170	+520 +370	+970 +820	+1350 +1200	+2000 +1850	+2450 +2300
Св. 1800 до 2000	+262 +170	+492 +400	+1012 +920	+1442 +1350	+2092 +2000	+320 +170	+550 +400	+1070 +920	+1500 +1350	+2150 +2000	+2650 +2500
Св. 2000 до 2240	+305 +195	+550 +440	+1110 +1000	+1610 +1500	+2410 +2300	+370 +195	+615 +440	+1175 +1000	+1675 +1500	+2475 +2300	+2975 +2800
Св. 2240 до 2500	+305 +195	+570 +460	+1210 +1100	+1760 +1650	+2610 +2500	+370 +195	+635 +460	+1275 +1100	+1825 +1650	+2675 +2500	+3275 +3100
Св. 2500 до 2800	+375 +240	+685 +550	+1385 +1250	+2035 +1900	+3035 +2900	+450 +240	+760 +550	+1460 +1250	+2110 +1900	+3110 +2900	+3710 +3500
Св. 2800 до 3150	+375 +240	+715 +580	+1535 +1400	+2235 +2100	+3335 +3200	+450 +240	+790 +580	+1610 +1400	+2310 +2100	+3410 +3200	+4110 +3900

Св. 3150 до 3550	+455 +290	+845 +680	+1765 +1600	+2565 +2400	+3765 +3600	+550 +290	+940 +680	+1860 +1600	+2660 +2400	+3860 +3600	—
Св. 3550 до 4000	+455 +290	+885 +720	+1915 +1750	+2765 +2600	+4165 +4000	+550 +290	+980 +720	+2010 +1750	+2860 +2600	+4260 +4000	—
Св. 4000 до 4500	+560 +360	+1040 +840	+2200 +2000	+3200 +3000	+4800 +4600	+680 +360	+1160 +840	+2320 +2000	+3320 +3000	+4920 +4600	—
Св. 4500 до 5000	+560 +360	+1100 +900	+2400 +2200	+3500 +3300	+5200 +5000	+680 +360	+1220 +900	+2520 +2200	+3620 +3300	+5320 +5000	—
Св. 5000 до 5600	+690 +440	+1300 +1050	+2750 +2500	+3950 +3700	+5850 +5600	+840 +440	+1450 +1050	+2900 +2500	+4100 +3700	+6000 +5600	—
Св. 5600 до 6300	+690 +440	+1350 +1100	+3050 +2800	+4350 +4100	+6650 +6400	+840 +440	+1500 +1100	+3200 +2800	+4500 +4100	+6800 +6400	—
Св. 6300 до 7100	+850 +540	+1610 +1300	+3510 +3200	+5010 +4700	+7510 +7200	+1030 +540	+1790 +1300	+3690 +3200	+5190 +4700	+7690 +7200	—
Св. 7100 до 8000	+850 +540	+1710 +1400	+3810 +3500	+5510 +5200	+8310 +8000	+1030 +540	+1890 +1400	+3990 +3500	+5690 +5200	+8490 +8000	—
Св. 8000 до 9000	+1060 +680	+2030 +1650	+4380 +4000	+6380 +6000	+9380 +9000	+1280 +680	+2250 +1650	+4600 +4000	+6600 +6000	+9600 +9000	—
Св. 9000 до 10 000	+1060 +680	+2130 +1750	+4780 +4400	+6980 +6600	+10 380 +10 000	+1280 +680	+2350 +1750	+5000 +4400	+7200 +6600	+10 600 +10 000	—

Продолжение табл. 1.34

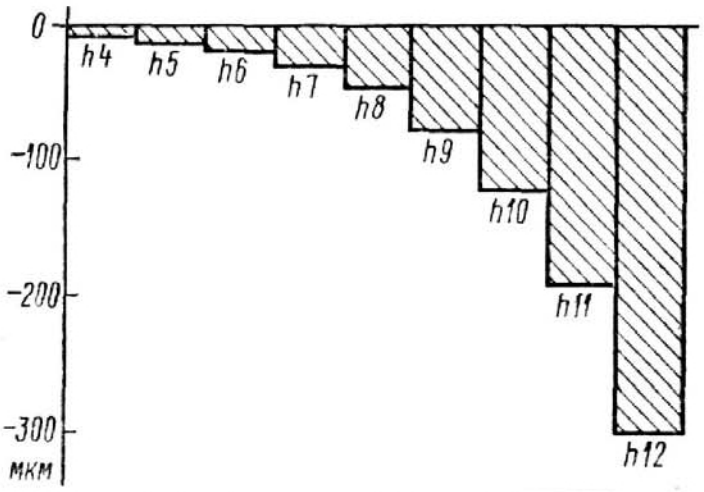
Номинальные размеры, мм	Квалитет 8			Номинальные размеры, мм	Квалитет 8		
	Поля допусков валов				Поля допусков валов		
	t8	*u8*	*v8*		*t8*	*u8*	*v8*
	Предельные отклонения *es* / *ei*, мкм				Предельные отклонения *es* / *ei*, мкм		
Св. 500 до 560	+510 / +400	+710 / +600	+850 / +740	Св. 1250 до 1400	+1155 / +960	+1645 / +1450	+1995 / +1800
Св. 560 до 630	+560 / +450	+770 / +660	+930 / +820	Св. 1400 до 1600	+1245 / +1050	+1795 / +1600	+2195 / +2000
Св. 630 до 710	+625 / +500	+865 / +740	+1045 / +920	Св. 1600 до 1800	+1430 / +1200	+2080 / +1850	+2530 / +2300
Св. 710 до 800	+685 / +560	+965 / +840	+1125 / +1000	Св. 1800 до 2000	+1580 / +1350	+2230 / +2000	+2730 / +2500
Св. 800 до 900	+760 / +620	+1080 / +940	+1290 / +1150	Св. 2000 до 2240	+1780 / +1500	+2580 / +2300	+3080 / +2800
Св. 900 до 1000	+820 / +680	+1190 / +1050	+1440 / +1300	Св. 2240 до 2500	+1930 / +1650	+2780 / +2500	+3380 / +3100
Св. 1000 до 1120	+945 / +780	+1315 / +1150	+1615 / +1450	Св. 2500 до 2800	+2230 / +1900	+3230 / +2900	+3830 / +3500
Св. 1120 до 1250	+1005 / +840	+1465 / +1300	+1765 / +1600	Св. 2800 до 3150	+2430 / +2100	+3530 / +3200	+4230 / +3900
				Св. 3150 до 10 000	—	—	—

Примечание. Предельные отклонения основных отверстий см. в табл. 1.31.

Предельные отклонения в системе вала при размерах до 500 мм

1.35. Система вала. Предельные отклонения основных валов при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Схема расположения полей допусков (для интервала 50-80мм)



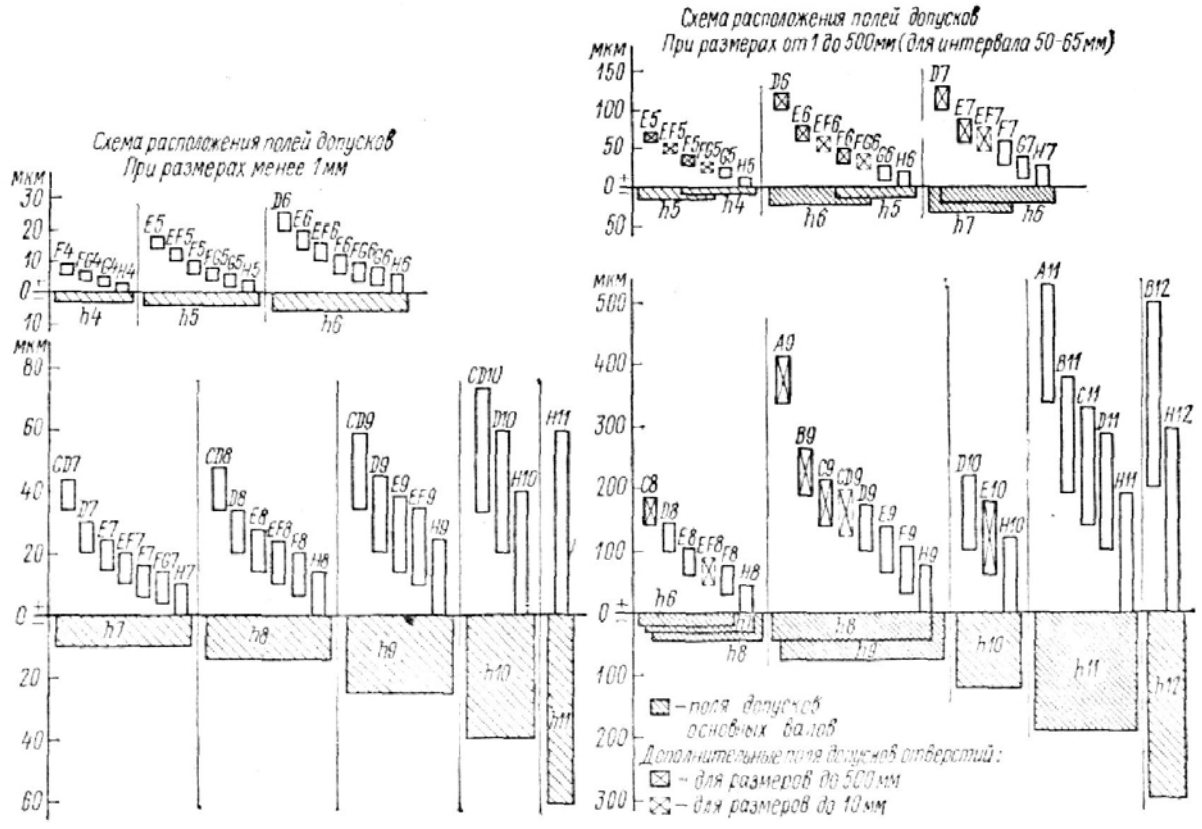
Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов								
	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм								
До 1	0 / −3	0 / −4	0 / −6	0 / −10	0 / −14	0 / −25	0 / −40	0 / −60	—
От 1 до 3	0 / −3	0 / −4	0 / −6	0 / −10	0 / −14	0 / −25	0 / −40	0 / −60	0 / −100
Св. 3 до 6	0 / −4	0 / −5	0 / −8	0 / −12	0 / −18	0 / −30	0 / −48	0 / −75	0 / −120
Св. 6 до 10	0 / −4	0 / −6	0 / −9	0 / −15	0 / −22	0 / −36	0 / −58	0 / −90	0 / −150
Св. 10 до 18	0 / −5	0 / −8	0 / −11	0 / −18	0 / −27	0 / −43	0 / −70	0 / −110	0 / −180
Св. 18 до 30	0 / −6	0 / −9	0 / −13	0 / −21	0 / −33	0 / −52	0 / −84	0 / −130	0 / −210
Св. 30 до 50	0 / −7	0 / −11	0 / −16	0 / −25	0 / −39	0 / −62	0 / −100	0 / −160	0 / −250
Св. 50 до 80	0 / −8	0 / −13	0 / −19	0 / −30	0 / −46	0 / −74	0 / −120	0 / −190	0 / −300
Св. 80 до 120	0 / −10	0 / −15	0 / −22	0 / −35	0 / −54	0 / −87	0 / −140	0 / −220	0 / −350
Св. 120 до 180	0 / −12	0 / −18	0 / −25	0 / −40	0 / −63	0 / −100	0 / −160	0 / −250	0 / −400
Св. 180 до 250	0 / −14	0 / −20	0 / −29	0 / −46	0 / −72	0 / −115	0 / −185	0 / −290	0 / −460

Продолжение табл. 1.35

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов								
	*h*4	*h*5	*h*6	*h*7	*h*8	*h*9	*h*10	*h*11	*h*12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм								
Св. 250 до 315	$\frac{0}{-16}$	$\frac{0}{-23}$	$\frac{0}{-32}$	$\frac{0}{-52}$	$\frac{0}{-81}$	$\frac{0}{-130}$	$\frac{0}{-210}$	$\frac{0}{-320}$	$\frac{0}{-520}$
Св. 315 до 400	$\frac{0}{-18}$	$\frac{0}{-25}$	$\frac{0}{-36}$	$\frac{0}{-57}$	$\frac{0}{-89}$	$\frac{0}{-140}$	$\frac{0}{-230}$	$\frac{0}{-360}$	$\frac{0}{-570}$
Св. 400 до 500	$\frac{0}{-20}$	$\frac{0}{-27}$	$\frac{0}{-40}$	$\frac{0}{-63}$	$\frac{0}{-97}$	$\frac{0}{-155}$	$\frac{0}{-250}$	$\frac{0}{-400}$	$\frac{0}{-630}$

— предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

1.36. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок с зазором при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	4				5					
	Поля допусков отверстий									
	*F*4	*FG*4	*G*4	*H*4	(*E*5)	(*EF*5)	(*F*5)	(*FG*5)	*G*5	*H*5
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм									
До 1	$\frac{+9}{+6}$	$\frac{+7}{+4}$	$\frac{+5}{+2}$	$\frac{+3}{0}$	$\frac{+18}{+14}$	$\frac{+14}{+10}$	$\frac{+10}{+6}$	$\frac{+8}{+4}$	$\frac{+6}{+2}$	$\frac{+4}{0}$
От 1 до 3	—	—	—	—	$\frac{+18}{+14}$	$\frac{+14}{+10}$	$\frac{+10}{+6}$	$\frac{+8}{+4}$	$\frac{+6}{+2}$	$\frac{+4}{0}$

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	4				5					
	Поля допусков отверстий									
	*F*4	*FG*4	*G*4	*H*4	(*E*5)	(*EF*5)	(*F*5)	(*FG*5)	*G*5	*H*5
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм									
Св. 3 до 6	—	—	—	—	+25 +20	+19 +14	+15 +10	+11 +6	+9 +4	+5 0
Св. 6 до 10	—	—	—	—	+31 +25	+24 +18	+19 +13	+14 +8	+11 +5	+6 0
Св. 10 до 18	—	—	—	—	+40 +32	—	+24 +16	—	+14 +6	+8 0
Св. 18 до 30	—	—	—	—	+49 +40	—	+29 +20	—	+16 +7	+9 0
Св. 30 до 50	—	—	—	—	+61 +50	—	+36 +25	—	+20 +9	+11 0
Св. 50 до 80	—	—	—	—	+73 +60	—	+43 +30	—	+23 +10	+13 0
Св. 80 до 120	—	—	—	—	+87 +72	—	+51 +36	—	+27 +12	+15 0
Св. 120 до 180	—	—	—	—	+103 +85	—	+61 +43	—	+32 +14	+18 0
Св. 180 до 250	—	—	—	—	+120 +100	—	+70 +50	—	+35 +15	+20 0
Св. 250 до 315	—	—	—	—	+133 +110	—	+79 +56	—	+40 +17	+23 0
Св. 315 до 400	—	—	—	—	+150 +125	—	+87 +62	—	+43 +18	+25 0
Св. 400 до 500	—	—	—	—	+162 +135	—	+95 +68	—	+47 +20	+27 0

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	6						
	Поля допусков отверстий						
	(*D*6)	(*E*6)	(*EF*6)	(*F*6)	(*FG*6)	*G*6	*H*6
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
До 1	$\frac{+26}{+20}$	$\frac{+20}{+14}$	$\frac{+16}{+10}$	$\frac{+12}{+6}$	$\frac{+10}{+4}$	$\frac{+8}{+2}$	$\frac{+6}{0}$
От 1 до 3	$\frac{+26}{+20}$	$\frac{+20}{+14}$	$\frac{+16}{+10}$	$\frac{+12}{+6}$	$\frac{+10}{+4}$	$\frac{+8}{+2}$	$\frac{+6}{0}$
Св. 3 до 6	$\frac{+38}{+30}$	$\frac{+28}{+20}$	$\frac{+22}{+14}$	$\frac{+18}{+10}$	$\frac{+14}{+6}$	$\frac{+12}{+4}$	$\frac{+8}{0}$
Св. 6 до 10	$\frac{+49}{+40}$	$\frac{+34}{+25}$	$\frac{+27}{+18}$	$\frac{+22}{+13}$	$\frac{+17}{+8}$	$\frac{+14}{+5}$	$\frac{+9}{0}$
Св. 10 до 18	$\frac{+61}{+50}$	$\frac{+43}{+32}$	—	$\frac{+27}{+16}$	—	$\frac{+17}{+6}$	$\frac{+11}{0}$
Св. 18 до 30	$\frac{+78}{+65}$	$\frac{+53}{+40}$	—	$\frac{+33}{+20}$	—	$\frac{+20}{+7}$	$\frac{+13}{0}$
Св. 30 до 50	$\frac{+96}{+80}$	$\frac{+66}{+50}$	—	$\frac{+41}{+25}$	—	$\frac{+25}{+9}$	$\frac{+16}{0}$
Св. 50 до 80	$\frac{+119}{+100}$	$\frac{+79}{+60}$	—	$\frac{+49}{+30}$	—	$\frac{+29}{+10}$	$\frac{+19}{0}$
Св. 80 до 120	$\frac{+142}{+120}$	$\frac{+94}{+72}$	—	$\frac{+58}{+36}$	—	$\frac{+34}{+12}$	$\frac{+22}{0}$
Св. 120 до 180	$\frac{+170}{+145}$	$\frac{+110}{+85}$	—	$\frac{+68}{+43}$	—	$\frac{+39}{+14}$	$\frac{+25}{0}$
Св. 180 до 250	$\frac{+199}{+170}$	$\frac{+129}{+100}$	—	$\frac{+79}{+50}$	—	$\frac{+44}{+15}$	$\frac{+29}{0}$
Св. 250 до 315	$\frac{+222}{+190}$	$\frac{+142}{+110}$	—	$\frac{+88}{+56}$	—	$\frac{+49}{+17}$	$\frac{+32}{0}$
Св. 315 до 400	$\frac{+246}{+210}$	$\frac{+161}{+125}$	—	$\frac{+98}{+62}$	—	$\frac{+54}{+18}$	$\frac{+36}{0}$
Св. 400 до 500	$\frac{+270}{+230}$	$\frac{+175}{+135}$	—	$\frac{+108}{+68}$	—	$\frac{+60}{+20}$	$\frac{+40}{0}$

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитет 7							
	Поля допусков отверстий							
	CD7	*(D7)*	*(E7)*	*(EF7)*	*F7*	*FG7*	*G7*	*H7*
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм							
До 1	$\frac{+44}{+34}$	$\frac{+30}{+20}$	$\frac{+24}{+14}$	$\frac{+20}{+10}$	$\frac{+16}{+6}$	$\frac{+14}{+4}$	—	$\frac{+10}{0}$
От 1 до 3	—	$\frac{+30}{+20}$	$\frac{+24}{+14}$	$\frac{+20}{+10}$	$\frac{+16}{+6}$	—	$\frac{+12}{+2}$	$\frac{+10}{0}$
Св. 3 до 6	—	$\frac{+42}{+30}$	$\frac{+32}{+20}$	$\frac{+26}{+14}$	$\frac{+22}{+10}$	—	$\frac{+16}{+4}$	$\frac{+12}{0}$
Св. 6 до 10	—	$\frac{+55}{+40}$	$\frac{+40}{+25}$	$\frac{+33}{+18}$	$\frac{+28}{+13}$	—	$\frac{+20}{+5}$	$\frac{+15}{0}$
Св. 10 до 18	—	$\frac{+68}{+50}$	$\frac{+50}{+32}$	—	$\frac{+34}{+16}$	—	$\frac{+24}{+6}$	$\frac{+18}{0}$
Св. 18 до 30	—	$\frac{+86}{+65}$	$\frac{+61}{+40}$	—	$\frac{+41}{+20}$	—	$\frac{+28}{+7}$	$\frac{+21}{0}$
Св. 30 до 50	—	$\frac{+105}{+80}$	$\frac{+75}{+50}$	—	$\frac{+50}{+25}$	—	$\frac{+34}{+9}$	$\frac{+25}{0}$
Св. 50 до 80	—	$\frac{+130}{+100}$	$\frac{+90}{+60}$	—	$\frac{+60}{+30}$	—	$\frac{+40}{+10}$	$\frac{+30}{0}$
Св. 80 до 120	—	$\frac{+155}{+120}$	$\frac{+107}{+72}$	—	$\frac{+71}{+36}$	—	$\frac{+47}{+12}$	$\frac{+35}{0}$
Св. 120 до 180	—	$\frac{+185}{+145}$	$\frac{+125}{+85}$	—	$\frac{+83}{+43}$	—	$\frac{+54}{+14}$	$\frac{+40}{0}$
Св. 180 до 250	—	$\frac{+216}{+170}$	$\frac{+146}{+100}$	—	$\frac{+96}{+50}$	—	$\frac{+61}{+15}$	$\frac{+46}{0}$
Св. 250 до 315	—	$\frac{+242}{+190}$	$\frac{+162}{+110}$	—	$\frac{+108}{+56}$	—	$\frac{+69}{+17}$	$\frac{+52}{0}$
Св. 315 до 400	—	$\frac{+267}{+210}$	$\frac{+182}{+125}$	—	$\frac{+119}{+62}$	—	$\frac{+75}{+18}$	$\frac{+57}{0}$
Св. 400 до 500	—	$\frac{+293}{+230}$	$\frac{+198}{+135}$	—	$\frac{+131}{+68}$	—	$\frac{+83}{+20}$	$\frac{+63}{0}$

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	8							9				
	Поля допусков отверстий											
	(*C*8)	*CD*8	*D*8	*E*8	(*EF*8)	*F*8	*H*8	(*A*9)	(*B*9)	(*C*9)	(*CD*9)	*D*9
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм											
До 1	—	+48 +34	+34 +20	+28 +14	+24 +10	+20 +6	+14 0	—	—	—	+59 +34	+45 +20
От 1 до 3	+74 +60	—	+34 +20	+28 +14	+24 +10	+20 +6	+14 0	+295 +270	+165 +140	+85 +60	+59 +34	+45 +20
Св. 3 до 6	+88 +70	—	+48 +30	+38 +20	+32 +14	+28 +10	+18 0	+300 +270	+170 +140	+100 +70	+76 +46	+60 +30
Св. 6 до 10	+102 +80	—	+62 +40	+47 +25	+40 +18	+35 +13	+22 0	+316 +280	+186 +150	+116 +80	+92 +56	+76 +40
Св. 10 до 18	+122 +95	—	+77 +50	+59 +32	—	+43 +16	+27 0	+333 +290	+193 +150	+138 +95	—	+93 +50
Св. 18 до 30	+143 +110	—	+98 +65	+73 +40	—	+53 +20	+33 0	+352 +300	+212 +160	+162 +110	—	+117 +65
Св. 30 до 40	+159 +120	—	+119 +80	+89 +50	—	+64 +25	+39 0	+372 +310	+232 +170	+182 +120	—	+142 +80
Св. 40 до 50	+169 +130	—	+119 +80	+89 +50	—	+64 +25	+39 0	+382 +320	+242 +180	+192 +130	—	+142 +80

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	8							9				
	Поля допусков отверстий											
	(C8)	CD8	D8	E8	(EF8)	F8	H8	(A9)	(B9)	(C9)	(CD9)	D9
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм											
Св. 50 до 65	+186 +140	—	+146 +100	+106 +60	—	+76 +30	+46 0	+414 +340	+264 +190	+214 +140	—	+174 +100
Св. 65 до 80	+196 +150	—	+146 +100	+106 +60	—	+76 +30	+46 0	+434 +360	+274 +200	+224 +150	—	+174 +100
Св. 80 до 100	+224 +170	—	+174 +120	+126 +72	—	+90 +36	+54 0	+467 +380	+307 +220	+257 +170	—	+207 +120
Св. 100 до 120	+234 +180	—	+174 +120	+126 +72	—	+90 +36	+54 0	+497 +410	+327 +240	+267 +180	—	+207 +120
Св. 120 до 140	+263 +200	—	+208 +145	+148 +85	—	+106 +43	+63 0	+560 +460	+360 +260	+300 +200	—	+245 +145
Св. 140 до 160	+273 +210	—	+208 +145	+148 +85	—	+106 +43	+63 0	+620 +520	+380 +280	+310 +210	—	+245 +145
Св. 160 до 180	+293 +230	—	+208 +145	+148 +85	—	+106 +43	+63 0	+680 +580	+410 +310	+330 +230	—	+245 +145
Св. 180 до 200	+312 +240	—	+242 +170	+172 +100	—	+122 +50	+72 0	+775 +660	+455 +340	+355 +240	—	+285 +170

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитеты												
	8							9					
	Поля допусков отверстий												
	(C8)	CD8	D8	E8	(EF8)	F8	H8	(A9)	(B9)	(C9)	(CD9)	D9	
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм												
Св. 200 до 225	+332 +260	—	+242 +170	+172 +100	—	+122 +50	+72 0	+855 +740	+495 +380	+375 +260	—	+285 +170	
Св. 225 до 250	+352 +280	—	+242 +170	+172 +100	—	+122 +50	+72 0	+935 +820	+535 +420	+395 +280	—	+285 +170	
Св. 250 до 280	+381 +300	—	+271 +190	+191 +110	—	+137 +56	+81 0	+1050 +920	+610 +480	+430 +300	—	+320 +190	
Св. 280 до 315	+411 +330	—	+271 +190	+191 +110	—	+137 +56	+81 0	+1180 +1050	+670 +540	+460 +330	—	+320 +190	
Св. 315 до 355	+449 +360	—	+299 +210	+214 +125	—	+151 +62	+89 0	+1340 +1200	+740 +600	+500 +360	—	+350 +210	
Св. 355 до 400	+489 +400	—	+299 +210	+214 +125	—	+151 +62	+89 0	+1490 +1350	+820 +680	+540 +400	—	+350 +210	
Св. 400 до 450	+537 +440	—	+327 +230	+232 +135	—	+165 +68	+97 0	+1655 +1500	+915 +760	+595 +440	—	+385 +230	
Св. 450 до 500	+577 +480	—	+327 +230	+232 +135	—	+165 +68	+97 0	+1805 +1650	+995 +840	+635 +480	—	+385 +230	

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	9				10			
	Поля допусков отверстий							
	*E*9	*EF*9	*F*9	*H*9	*CD*10	*D*10	(*E*10)	*H*10
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм							
До 1	$\frac{+39}{+14}$	$\frac{+35}{+10}$	—	$\frac{+25}{0}$	$\frac{+74}{+34}$	$\frac{+60}{+20}$	—	$\frac{+40}{0}$
От 1 до 3	$\frac{+39}{+14}$	—	$\frac{+31}{+6}$	$\frac{+25}{0}$	—	$\frac{+60}{+20}$	$\frac{+54}{+14}$	$\frac{+40}{0}$
Св. 3 до 6	$\frac{+50}{+20}$	—	$\frac{+40}{+10}$	$\frac{+30}{0}$	—	$\frac{+78}{+30}$	$\frac{+68}{+20}$	$\frac{+48}{0}$
Св. 6 до 10	$\frac{+61}{+25}$	—	$\frac{+49}{+13}$	$\frac{+36}{0}$	—	$\frac{+98}{+40}$	$\frac{+83}{+25}$	$\frac{+58}{0}$
Св. 10 до 18	$\frac{+75}{+32}$	—	$\frac{+59}{+16}$	$\frac{+43}{0}$	—	$\frac{+120}{+50}$	$\frac{+102}{+32}$	$\frac{+70}{0}$
Св. 18 до 30	$\frac{+92}{+40}$	—	$\frac{+72}{+20}$	$\frac{+52}{0}$	—	$\frac{+149}{+65}$	$\frac{+124}{+40}$	$\frac{+84}{0}$
Св. 30 до 50	$\frac{+112}{+50}$	—	$\frac{+87}{+25}$	$\frac{+62}{0}$	—	$\frac{+180}{+80}$	$\frac{+150}{+50}$	$\frac{+100}{0}$
Св. 50 до 80	$\frac{+134}{+60}$	—	$\frac{+104}{+30}$	$\frac{+74}{0}$	—	$\frac{+220}{+100}$	$\frac{+180}{+60}$	$\frac{+120}{0}$
Св. 80 до 120	$\frac{+159}{+72}$	—	$\frac{+123}{+36}$	$\frac{+87}{0}$	—	$\frac{+260}{+120}$	$\frac{+212}{+72}$	$\frac{+140}{0}$
Св. 120 до 180	$\frac{+185}{+85}$	—	$\frac{+143}{+43}$	$\frac{+100}{0}$	—	$\frac{+305}{+145}$	$\frac{+245}{+85}$	$\frac{+160}{0}$
Св. 180 до 250	$\frac{+215}{+100}$	—	$\frac{+165}{+50}$	$\frac{+115}{0}$	—	$\frac{+355}{+170}$	$\frac{+285}{+100}$	$\frac{+185}{0}$
Св. 250 до 315	$\frac{+240}{+110}$	—	$\frac{+186}{+56}$	$\frac{+130}{0}$	—	$\frac{+400}{+190}$	$\frac{+320}{+110}$	$\frac{+210}{0}$
Св. 315 до 400	$\frac{+265}{+125}$	—	$\frac{+202}{+62}$	$\frac{+140}{0}$	—	$\frac{+440}{+210}$	$\frac{+355}{+125}$	$\frac{+230}{0}$
Св. 400 до 500	$\frac{+290}{+135}$	—	$\frac{+223}{+68}$	$\frac{+155}{0}$	—	$\frac{+480}{+230}$	$\frac{+385}{+135}$	$\frac{+250}{0}$

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	11					12	
	Поля допусков отверстий						
	*A*11	*B*11	*C*11	*D*11	*H*11	*B*12	*H*12
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
До 1	—	—	—	—	$\frac{+60}{0}$	—	—
От 1 до 3	$\frac{+330}{+270}$	$\frac{+200}{+140}$	$\frac{+120}{+60}$	$\frac{+80}{+20}$	$\frac{+60}{0}$	$\frac{+240}{+140}$	$\frac{+100}{0}$
Св. 3 до 6	$\frac{+345}{+270}$	$\frac{+215}{+140}$	$\frac{+145}{+70}$	$\frac{+105}{+30}$	$\frac{+75}{0}$	$\frac{+260}{+140}$	$\frac{+120}{0}$
Св. 6 до 10	$\frac{+370}{+280}$	$\frac{+240}{+150}$	$\frac{+170}{+80}$	$\frac{+130}{+40}$	$\frac{+90}{0}$	$\frac{+300}{+150}$	$\frac{+150}{0}$
Св. 10 до 18	$\frac{+400}{+290}$	$\frac{+260}{+150}$	$\frac{+205}{+95}$	$\frac{+160}{+50}$	$\frac{+110}{0}$	$\frac{+330}{+150}$	$\frac{+180}{0}$
Св. 18 до 30	$\frac{+430}{+300}$	$\frac{+290}{+160}$	$\frac{+240}{+110}$	$\frac{+195}{+65}$	$\frac{+130}{0}$	$\frac{+370}{+160}$	$\frac{+210}{0}$
Св. 30 до 40	$\frac{+470}{+310}$	$\frac{+330}{+170}$	$\frac{+280}{+120}$	$\frac{+240}{+80}$	$\frac{+160}{0}$	$\frac{+420}{+170}$	$\frac{+250}{0}$
Св. 40 до 50	$\frac{+480}{+320}$	$\frac{+340}{+180}$	$\frac{+290}{+130}$	$\frac{+240}{+80}$	$\frac{+160}{0}$	$\frac{+430}{+180}$	$\frac{+250}{0}$
Св. 50 до 65	$\frac{+530}{+340}$	$\frac{+380}{+190}$	$\frac{+330}{+140}$	$\frac{+290}{+100}$	$\frac{+190}{0}$	$\frac{+490}{+190}$	$\frac{+300}{0}$
Св. 65 до 80	$\frac{+550}{+360}$	$\frac{+390}{+200}$	$\frac{+340}{+150}$	$\frac{+290}{+100}$	$\frac{+190}{0}$	$\frac{+500}{+200}$	$\frac{+300}{0}$
Св. 80 до 100	$\frac{+600}{+380}$	$\frac{+440}{+220}$	$\frac{+390}{+170}$	$\frac{+340}{+120}$	$\frac{+220}{0}$	$\frac{+570}{+220}$	$\frac{+350}{0}$
Св. 100 до 120	$\frac{+630}{+410}$	$\frac{+460}{+240}$	$\frac{+400}{+180}$	$\frac{+340}{+120}$	$\frac{+220}{0}$	$\frac{+590}{+240}$	$\frac{+350}{0}$

Продолжение табл. 1.36

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	11					12	
	Поля допусков отверстий						
	*A*11	*B*11	*C*11	*D*11	*H*11	*B*12	*H*12
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
Св. 120 до 140	$\frac{+710}{+460}$	$\frac{+510}{+260}$	$\frac{+450}{+200}$	$\frac{+395}{+145}$	$\frac{+250}{0}$	$\frac{+660}{+260}$	$\frac{+400}{0}$
Св. 140 до 160	$\frac{+770}{+520}$	$\frac{+530}{+280}$	$\frac{+460}{+210}$	$\frac{+395}{+145}$	$\frac{+250}{0}$	$\frac{+680}{+280}$	$\frac{+400}{0}$
Св. 160 до 180	$\frac{+830}{+580}$	$\frac{+560}{+310}$	$\frac{+480}{+230}$	$\frac{+395}{+145}$	$\frac{+250}{0}$	$\frac{+710}{+310}$	$\frac{+400}{0}$
Св. 180 до 200	$\frac{+950}{+660}$	$\frac{+630}{+340}$	$\frac{+530}{+240}$	$\frac{+460}{+170}$	$\frac{+290}{0}$	$\frac{+800}{+340}$	$\frac{+460}{0}$
Св. 200 до 225	$\frac{+1030}{+740}$	$\frac{+670}{+380}$	$\frac{+550}{+260}$	$\frac{+460}{+170}$	$\frac{+290}{0}$	$\frac{+840}{+380}$	$\frac{+460}{0}$
Св. 225 до 250	$\frac{+1110}{+820}$	$\frac{+710}{+420}$	$\frac{+570}{+280}$	$\frac{+460}{+170}$	$\frac{+290}{0}$	$\frac{+880}{+420}$	$\frac{+460}{0}$
Св. 250 до 280	$\frac{+1240}{+920}$	$\frac{+800}{+480}$	$\frac{+620}{+300}$	$\frac{+510}{+190}$	$\frac{+320}{0}$	$\frac{+1000}{+480}$	$\frac{+520}{0}$
Св. 280 до 315	$\frac{+1370}{+1050}$	$\frac{+860}{+540}$	$\frac{+650}{+330}$	$\frac{+510}{+190}$	$\frac{+320}{0}$	$\frac{+1060}{+540}$	$\frac{+520}{0}$
Св. 315 до 355	$\frac{+1560}{+1200}$	$\frac{+960}{+600}$	$\frac{+720}{+360}$	$\frac{+570}{+210}$	$\frac{+360}{0}$	$\frac{+1170}{+600}$	$\frac{+570}{0}$
Св. 355 до 400	$\frac{+1710}{+1350}$	$\frac{+1040}{+680}$	$\frac{+760}{+400}$	$\frac{+570}{+210}$	$\frac{+360}{0}$	$\frac{+1250}{+680}$	$\frac{+570}{0}$
Св. 400 до 450	$\frac{+1900}{+1500}$	$\frac{+1160}{+760}$	$\frac{+840}{+440}$	$\frac{+630}{+230}$	$\frac{+400}{0}$	$\frac{+1390}{+760}$	$\frac{+630}{0}$
Св. 450 до 500	$\frac{+2050}{+1650}$	$\frac{+1240}{+840}$	$\frac{+880}{+480}$	$\frac{+630}{+230}$	$\frac{+400}{0}$	$\frac{+1470}{+840}$	$\frac{+630}{0}$

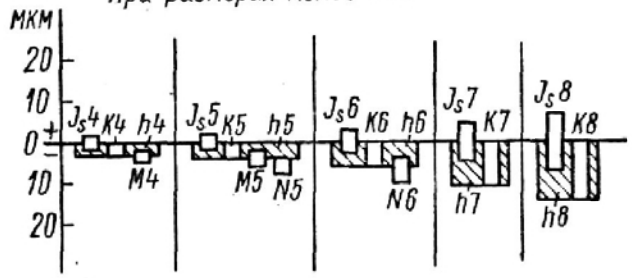
Примечание:

[ ] — предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм; ( ) — дополнительные (ограниченного применения) поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

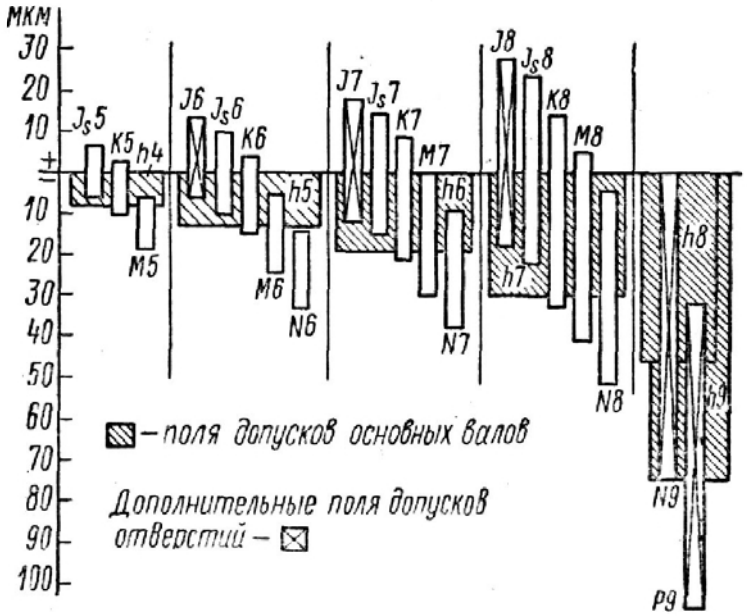
Предельные отклонения основных валов см. в табл. 1.35.

1.37. Система вала. Предельные отклонения отверстий для переходных посадок при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Схема расположения полей допусков при размерах менее 1мм



При размерах от 1 до 500мм (для интервала 50-80мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	4			5			
	Поля допусков отверстий						
	J_s4	$K4$	$M4$	J_s5	$K5$	$M5$	$N5$
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
До 1	$\frac{+1,5}{-1,5}$	$\frac{0}{-3}$	$\frac{-2}{-5}$	$\frac{+2,0}{-2,0}$	$\frac{0}{-4}$	$\frac{-2}{-6}$	$\frac{-4}{-8}$
От 1 до 3	—	—	—	$\frac{+2,0}{-2,0}$	$\frac{0}{-4}$	$\frac{-2}{-6}$	См. табл. 1.38
Св 3 до 6	—	—	—	$\frac{+2,5}{-2,5}$	$\frac{0}{-5}$	$\frac{-3}{-8}$	
Св 6 до 10	—	—	—	$\frac{+3,0}{-3,0}$	$\frac{+1}{-5}$	$\frac{-4}{-10}$	
Св 10 до 18	—	—	—	$\frac{+4,0}{-4,0}$	$\frac{+2}{-6}$	$\frac{-4}{-12}$	

Продолжение табл. 1.37

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	4			5			
	Поля допусков отверстий						
	J_s4	$K4$	$M4$	J_s5	$K5$	$M5$	$N5$
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
Св. 18 до 30	—	—	—	$\frac{+4,5}{-4,5}$	$\frac{+1}{-8}$	$\frac{-5}{-14}$	См. табл. 1.38
Св. 30 до 50	—	—	—	$\frac{+5,5}{-5,5}$	$\frac{+2}{-9}$	$\frac{-5}{-16}$	
Св. 50 до 80	—	—	—	$\frac{+6,5}{-6,5}$	$\frac{+3}{-10}$	$\frac{-6}{-19}$	
Св. 80 до 120	—	—	—	$\frac{+7,5}{-7,5}$	$\frac{+2}{-13}$	$\frac{-8}{-23}$	
Св. 120 до 180	—	—	—	$\frac{+9,0}{-9,0}$	$\frac{+3}{-15}$	$\frac{-9}{-27}$	
Св. 180 до 250	—	—	—	$\frac{+10,0}{-10,0}$	$\frac{+2}{-18}$	$\frac{-11}{-31}$	
Св. 250 до 315	—	—	—	$\frac{+11,5}{-11,5}$	$\frac{+3}{-20}$	$\frac{-13}{-36}$	
Св. 315 до 400	—	—	—	$\frac{+12,5}{-12,5}$	$\frac{+3}{-22}$	$\frac{-14}{-39}$	
Св. 400 до 500	—	—	—	$\frac{+13,5}{-13,5}$	$\frac{+2}{-25}$	$\frac{-16}{-43}$	

Продолжение табл 1.37

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	6					7				
	Поля допусков отверстий									
	(J6)	J_s6	$K6$	$M6$	$N6$	(J7)	J_s7	$K7$	$M7$	$N7$
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм									
До 1	—	$\frac{+3,0}{-3,0}$	$\frac{0}{-6}$	—	$\frac{-4}{-10}$	—	$\frac{+5}{-5}$	$\frac{0}{-10}$	—	—
От 1 до 3	$\frac{+2}{-4}$	$\frac{+3,0}{-3,0}$	$\frac{0}{-6}$	$\frac{-2}{-8}$	$\frac{-4}{-10}$	$\frac{+4}{-6}$	$\frac{+5}{-5}$	$\frac{0}{-10}$	$\frac{-2}{-12}$	$\frac{-4}{-14}$

Продолжение табл. 1.37

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	6					7				
	Поля допусков отверстий									
	(J6)	J_s6	K6	M6	N6	(J7)	J_s7	K7	M7	N7
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм									
Св. 3 до 6	$\frac{+5}{-3}$	$\frac{+4,0}{-4,0}$	$\frac{+2}{-6}$	$\frac{-1}{-9}$	$\frac{-5}{-13}$	$\frac{+6}{-6}$	$\frac{+6}{-6}$	$\frac{+3}{-9}$	$\frac{0}{-12}$	$\frac{-4}{-16}$
Св. 6 до 10	$\frac{+5}{-4}$	$\frac{+4,5}{-4,5}$	$\frac{+2}{-7}$	$\frac{-3}{-12}$	$\frac{-7}{-16}$	$\frac{+8}{-7}$	$\frac{+7}{-7}$	$\frac{+5}{-10}$	$\frac{0}{-15}$	$\frac{-4}{-19}$
Св. 10 до 18	$\frac{+6}{-5}$	$\frac{+5,5}{-5,5}$	$\frac{+2}{-9}$	$\frac{-4}{-15}$	$\frac{-9}{-20}$	$\frac{+10}{-8}$	$\frac{+9}{-9}$	$\frac{+6}{-12}$	$\frac{0}{-18}$	$\frac{-5}{-23}$
Св. 18 до 30	$\frac{+8}{-5}$	$\frac{+6,5}{-6,5}$	$\frac{+2}{-11}$	$\frac{-4}{-17}$	$\frac{-11}{-24}$	$\frac{+12}{-9}$	$\frac{+10}{-10}$	$\frac{+6}{-15}$	$\frac{0}{-21}$	$\frac{-7}{-28}$
Св. 30 до 50	$\frac{+10}{-6}$	$\frac{+8,0}{-8,0}$	$\frac{+3}{-13}$	$\frac{-4}{-20}$	$\frac{-12}{-28}$	$\frac{+14}{-11}$	$\frac{+12}{-12}$	$\frac{+7}{-18}$	$\frac{0}{-25}$	$\frac{-8}{-33}$
Св. 50 до 80	$\frac{+13}{-6}$	$\frac{+9,5}{-9,5}$	$\frac{+4}{-15}$	$\frac{-5}{-24}$	$\frac{-14}{-33}$	$\frac{+18}{-12}$	$\frac{+15}{-15}$	$\frac{+9}{-21}$	$\frac{0}{-30}$	$\frac{-9}{-39}$
Св. 80 до 120	$\frac{+16}{-6}$	$\frac{+11,0}{-11,0}$	$\frac{+4}{-18}$	$\frac{-6}{-28}$	$\frac{-16}{-38}$	$\frac{+22}{-13}$	$\frac{+17}{-17}$	$\frac{+10}{-25}$	$\frac{0}{-35}$	$\frac{-10}{-45}$
Св. 120 до 180	$\frac{+18}{-7}$	$\frac{+12,5}{-12,5}$	$\frac{+4}{-21}$	$\frac{-8}{-33}$	$\frac{-20}{-45}$	$\frac{+26}{-14}$	$\frac{+20}{-20}$	$\frac{+12}{-28}$	$\frac{0}{-40}$	$\frac{-12}{-52}$
Св. 180 до 250	$\frac{+22}{-7}$	$\frac{+14,5}{-14,5}$	$\frac{+5}{-24}$	$\frac{-8}{-37}$	$\frac{-22}{-51}$	$\frac{+30}{-16}$	$\frac{+23}{-23}$	$\frac{+13}{-33}$	$\frac{0}{-46}$	$\frac{-14}{-60}$
Св. 250 до 315	$\frac{+2}{-7}$	$\frac{+16,0}{-16,0}$	$\frac{+5}{-27}$	$\frac{-9}{-41}$	$\frac{-25}{-57}$	$\frac{+36}{-16}$	$\frac{+26}{-26}$	$\frac{+16}{-36}$	$\frac{0}{-52}$	$\frac{-14}{-66}$
Св. 315 до 400	$\frac{+29}{-7}$	$\frac{+18,0}{-18,0}$	$\frac{+7}{-29}$	$\frac{-10}{-46}$	$\frac{-26}{-62}$	$\frac{+39}{-18}$	$\frac{+28}{-28}$	$\frac{+17}{-40}$	$\frac{0}{-57}$	$\frac{-16}{-73}$
Св. 400 до 500	$\frac{+33}{-7}$	$\frac{+20,0}{-20,0}$	$\frac{+8}{-32}$	$\frac{-10}{-50}$	$\frac{-27}{-67}$	$\frac{+43}{-20}$	$\frac{+31}{-31}$	$\frac{+18}{-45}$	$\frac{0}{-63}$	$\frac{-17}{-80}$

Продолжение табл. 1.37

Номинальные размеры, мм	Квалитеты						
	8					9	
	Поля допусков отверстий						
	(*J*8)	J_s8	*K*8	*M*8	*N*8	(*N*9)	(*P*9)
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм						
До 1	—	$\frac{+7}{-7}$	$\frac{0}{-14}$	—	—	—	—
От 1 до 3	$\frac{+6}{-8}$	$\frac{+7}{-7}$	$\frac{0}{-14}$	—	$\frac{-4}{-18}$	$\frac{-4}{-29}$	$\frac{-6}{-31}$
Св. 3 до 6	$\frac{+10}{-8}$	$\frac{+9}{-9}$	$\frac{+5}{-13}$	$\frac{+2}{-16}$	$\frac{-2}{-20}$	$\frac{0}{-30}$	$\frac{-12}{-42}$
Св. 6 до 10	$\frac{+12}{-10}$	$\frac{+11}{-11}$	$\frac{+6}{-16}$	$\frac{+1}{-21}$	$\frac{-3}{-25}$	$\frac{0}{-36}$	$\frac{-15}{-51}$
Св. 10 до 18	$\frac{+15}{-12}$	$\frac{+13}{-13}$	$\frac{+8}{-19}$	$\frac{+2}{-25}$	$\frac{-3}{-30}$	$\frac{0}{-43}$	$\frac{-18}{-61}$
Св. 18 до 30	$\frac{+20}{-13}$	$\frac{+16}{-16}$	$\frac{+10}{-23}$	$\frac{+4}{-29}$	$\frac{-3}{-36}$	$\frac{0}{-52}$	$\frac{-22}{-74}$
Св. 30 до 50	$\frac{+24}{-15}$	$\frac{+19}{-19}$	$\frac{+12}{-27}$	$\frac{+5}{-34}$	$\frac{-3}{-42}$	$\frac{0}{-62}$	$\frac{-26}{-88}$
Св. 50 до 80	$\frac{+28}{-18}$	$\frac{+23}{-23}$	$\frac{+14}{-32}$	$\frac{+5}{-41}$	$\frac{-4}{-50}$	$\frac{0}{-74}$	$\frac{-32}{-106}$
Св. 80 до 120	$\frac{+34}{-20}$	$\frac{+27}{-27}$	$\frac{+16}{-38}$	$\frac{+6}{-48}$	$\frac{-4}{-58}$	$\frac{0}{-87}$	$\frac{-37}{-124}$
Св. 120 до 180	$\frac{+41}{-22}$	$\frac{+31}{-31}$	$\frac{+20}{-43}$	$\frac{+8}{-55}$	$\frac{-4}{-67}$	$\frac{0}{-100}$	$\frac{-43}{-143}$
Св. 180 до 250	$\frac{+47}{-25}$	$\frac{+36}{-36}$	$\frac{+22}{-50}$	$\frac{+9}{-63}$	$\frac{-5}{-77}$	$\frac{0}{-115}$	$\frac{-50}{-165}$
Св. 250 до 315	$\frac{+55}{-26}$	$\frac{+40}{-40}$	$\frac{+25}{-56}$	$\frac{+9}{-72}$	$\frac{-5}{-86}$	$\frac{0}{-130}$	$\frac{-56}{-186}$
Св. 315 до 400	$\frac{+60}{-29}$	$\frac{+44}{-44}$	$\frac{+28}{-61}$	$\frac{+11}{-78}$	$\frac{-5}{-94}$	$\frac{0}{-140}$	$\frac{-62}{-202}$
Св. 400 до 500	$\frac{+66}{-31}$	$\frac{+48}{-48}$	$\frac{+29}{-68}$	$\frac{+11}{-86}$	$\frac{-6}{-103}$	$\frac{0}{-155}$	$\frac{-68}{-223}$

Примечание.

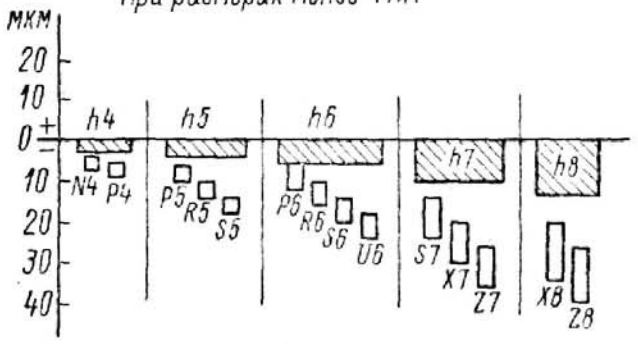
$\underline{\boxed{}}$ — предпочтительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм: ( ) — дополнительные (ограниченного применения) поля допусков.

Предельные отклонения основных валов см. в табл. 1.35.

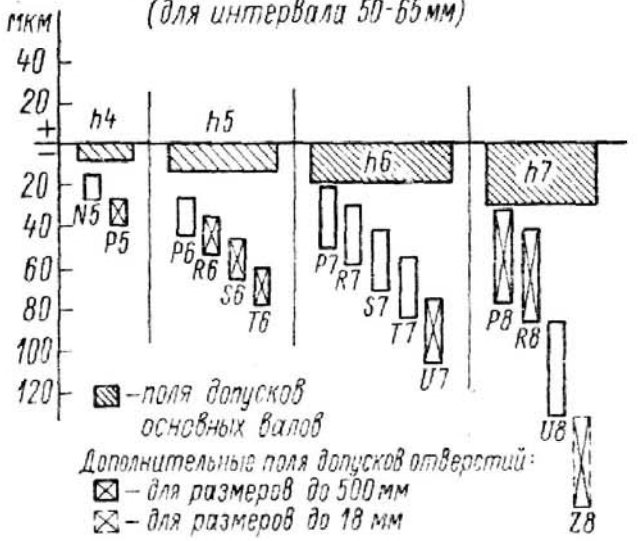
1.38. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок с натягом при размерах до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Схема расположения полей допусков

При размерах менее 1 мм



При размерах от 1 до 500 мм (для интервала 50-65 мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты										
	4		5				6				
	Поля допусков отверстий										
	N4	P4	N5	(P5)	R5	S5	P6	(R6)	(S6)	(T6)	U6
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм										
До 1	$\frac{-4}{-7}$	$\frac{-6}{-9}$	—	$\frac{-6}{-10}$	$\frac{-10}{-14}$	$\frac{-14}{-18}$	$\frac{-6}{-12}$	$\frac{-10}{-16}$	$\frac{-14}{-20}$	—	$\frac{-18}{-24}$
От 1 до 3	—	—	$\frac{-4}{-8}$	$\frac{-6}{-10}$	—	—	$\frac{-6}{-12}$	$\frac{-10}{-16}$	$\frac{-14}{-20}$	—	—
Св. 3 до 6	—	—	$\frac{-7}{-12}$	$\frac{-11}{-16}$	—	—	$\frac{-9}{-17}$	$\frac{-12}{-20}$	$\frac{-16}{-24}$	—	—
Св. 6 до 10	—	—	$\frac{-8}{-14}$	$\frac{-13}{-19}$	—	—	$\frac{-12}{-21}$	$\frac{-16}{-25}$	$\frac{-20}{-29}$	—	—

Продолжение табл. 1 38

Номинальные размеры, мм	Квалитеты										
	4		5				6				
	Поля допусков отверстий										
	*N*4	*P*4	*N*5	(*P*5)	*R*5	*S*5	*P*6	(*R*6)	(*S*6)	(*T*6)	*U*6
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм										
Св 10 до 18	—	—	$\frac{-9}{-17}$	$\frac{-15}{-23}$	—	—	$\frac{-15}{-26}$	$\frac{-20}{-31}$	$\frac{-25}{-36}$	—	—
Св 18 до 24	—	—	$\frac{-12}{-21}$	$\frac{-19}{-28}$	—	—	$\frac{-18}{-31}$	$\frac{-24}{-37}$	$\frac{-31}{-44}$	—	—
Св. 24 до 30	—	—	$\frac{-12}{-21}$	$\frac{-19}{-28}$	—	—	$\frac{-18}{-31}$	$\frac{-24}{-37}$	$\frac{-31}{-44}$	$\frac{-37}{-50}$	—
Св. 30 до 40	—	—	$\frac{-13}{-24}$	$\frac{-22}{-33}$	—	—	$\frac{-21}{-37}$	$\frac{-29}{-45}$	$\frac{-38}{-54}$	$\frac{-43}{-59}$	—
Св. 40 до 50	—	—	$\frac{-13}{-24}$	$\frac{-22}{-33}$	—	—	$\frac{-21}{-37}$	$\frac{-29}{-45}$	$\frac{-38}{-54}$	$\frac{-49}{-65}$	—
Св 50 до 65	—	—	$\frac{-15}{-28}$	$\frac{-27}{-40}$	—	—	$\frac{-26}{-45}$	$\frac{-35}{-54}$	$\frac{-47}{-66}$	$\frac{-60}{-79}$	—
Св. 65 до 80	—	—	$\frac{-15}{-28}$	$\frac{-27}{-40}$	—	—	$\frac{-26}{-45}$	$\frac{-37}{-56}$	$\frac{-53}{-72}$	$\frac{-69}{-88}$	—
Св. 80 до 100	—	—	$\frac{-18}{-33}$	$\frac{-32}{-47}$	—	—	$\frac{-30}{-52}$	$\frac{-44}{-66}$	$\frac{-64}{-86}$	$\frac{-84}{-106}$	—
Св 100 до 120	—	—	$\frac{-18}{-33}$	$\frac{-32}{-47}$	—	—	$\frac{-30}{-52}$	$\frac{-47}{-69}$	$\frac{-72}{-94}$	$\frac{-97}{-119}$	—
Св. 120 до 140	—	—	$\frac{-21}{-39}$	$\frac{-37}{-55}$	—	—	$\frac{-36}{-61}$	$\frac{-56}{-81}$	$\frac{-85}{-110}$	$\frac{-115}{-140}$	—
Св. 140 до 160	—	—	$\frac{-21}{-39}$	$\frac{-37}{-55}$	—	—	$\frac{-36}{-61}$	$\frac{-58}{-83}$	$\frac{-93}{-118}$	$\frac{-127}{-152}$	—
Св. 160 до 180	—	—	$\frac{-21}{-39}$	$\frac{-37}{-55}$	—	—	$\frac{-36}{-61}$	$\frac{-61}{-86}$	$\frac{-101}{-126}$	$\frac{-139}{-164}$	—
Св. 180 до 200	—	—	$\frac{-25}{-45}$	$\frac{-44}{-64}$	—	—	$\frac{-41}{-70}$	$\frac{-68}{-97}$	$\frac{-113}{-142}$	$\frac{-157}{-186}$	—
Св. 200 до 225	—	—	$\frac{-25}{-45}$	$\frac{-44}{-64}$	—	—	$\frac{-41}{-70}$	$\frac{-71}{-100}$	$\frac{-121}{-150}$	$\frac{-171}{-200}$	—
Св. 225 до 250	—	—	$\frac{-25}{-45}$	$\frac{-44}{-64}$	—	—	$\frac{-41}{-70}$	$\frac{-75}{-104}$	$\frac{-131}{-160}$	$\frac{-187}{-216}$	—
Св 250 до 280	—	—	$\frac{-27}{-50}$	$\frac{-49}{-72}$	—	—	$\frac{-47}{-79}$	$\frac{-85}{-117}$	$\frac{-149}{-181}$	$\frac{-209}{-241}$	—
Св 280 до 315	—	—	$\frac{-27}{-50}$	$\frac{-49}{-72}$	—	—	$\frac{-47}{-79}$	$\frac{-89}{-121}$	$\frac{-161}{-193}$	$\frac{-231}{-263}$	—
Св. 315 до 355	—	—	$\frac{-30}{-55}$	$\frac{-55}{-80}$	—	—	$\frac{-51}{-87}$	$\frac{-97}{-133}$	$\frac{-179}{-215}$	$\frac{-257}{-293}$	—
Св. 355 до 400	—	—	$\frac{-30}{-55}$	$\frac{-55}{-80}$	—	—	$\frac{-51}{-87}$	$\frac{-103}{-139}$	$\frac{-197}{-233}$	$\frac{-283}{-319}$	—
Св. 400 до 450	—	—	$\frac{-33}{-60}$	$\frac{-61}{-88}$	—	—	$\frac{-55}{-95}$	$\frac{-113}{-153}$	$\frac{-219}{-259}$	$\frac{-317}{-357}$	—
Св. 450 до 500	—	—	$\frac{-33}{-60}$	$\frac{-61}{-88}$	—	—	$\frac{-55}{-95}$	$\frac{-119}{-159}$	$\frac{-239}{-279}$	$\frac{-347}{-387}$	—

Продолжение табл. 1.38

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	7							8				
	Поля допусков отверстий											
	P7	*R7*	*S7*	*T7*	*(U7)*	*X7*	*Z7*	*(P8)*	*(R8)*	*U8*	*X8*	*(Z8)*
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм											
До 1	—	—	$\frac{-14}{-24}$	—	—	$\frac{-20}{-30}$	$\frac{-26}{-36}$	—	—	—	$\frac{-20}{-34}$	$\frac{-26}{-40}$
От 1 до 3	$\frac{-6}{-16}$	$\frac{-10}{-20}$	$\frac{-14}{-24}$	—	$\frac{-18}{-28}$	—	—	$\frac{-6}{-20}$	$\frac{-10}{-24}$	$\frac{-18}{-32}$	—	$\frac{-26}{-40}$
Св. 3 до 6	$\frac{-8}{-20}$	$\frac{-11}{-23}$	$\frac{-15}{-27}$	—	$\frac{-19}{-31}$	—	—	$\frac{-12}{-30}$	$\frac{-15}{-33}$	$\frac{-23}{-41}$	—	$\frac{-35}{-53}$
Св. 6 до 10	$\frac{-9}{-24}$	$\frac{-13}{-28}$	$\frac{-17}{-32}$	—	$\frac{-22}{-37}$	—	—	$\frac{-15}{-37}$	$\frac{-19}{-41}$	$\frac{-28}{-50}$	—	$\frac{-42}{-64}$
Св. 10 до 14	$\frac{-11}{-29}$	$\frac{-16}{-34}$	$\frac{-21}{-39}$	—	$\frac{-26}{-44}$	—	—	$\frac{-18}{-45}$	$\frac{-23}{-50}$	$\frac{-33}{-60}$	—	$\frac{-50}{-77}$
Св. 14 до 18	$\frac{-11}{-29}$	$\frac{-16}{-34}$	$\frac{-21}{-39}$	—	$\frac{-26}{-44}$	—	—	$\frac{-18}{-45}$	$\frac{-23}{-50}$	$\frac{-33}{-60}$	—	$\frac{-60}{-87}$
Св. 18 до 24	$\frac{-14}{-35}$	$\frac{-20}{-41}$	$\frac{-27}{-48}$	—	$\frac{-33}{-54}$	—	—	$\frac{-22}{-55}$	$\frac{-28}{-61}$	$\frac{-41}{-74}$	—	—
Св. 24 до 30	$\frac{-14}{-35}$	$\frac{-20}{-41}$	$\frac{-27}{-48}$	$\frac{-33}{-54}$	$\frac{-40}{-61}$	—	—	$\frac{-22}{-55}$	$\frac{-28}{-61}$	$\frac{-48}{-81}$	—	—
Св. 30 до 40	$\frac{-17}{-42}$	$\frac{-25}{-50}$	$\frac{-34}{-59}$	$\frac{-39}{-64}$	$\frac{-51}{-76}$	—	—	$\frac{-26}{-65}$	$\frac{-34}{-73}$	$\frac{-60}{-99}$	—	—
Св. 40 до 50	$\frac{-17}{-42}$	$\frac{-25}{-50}$	$\frac{-34}{-59}$	$\frac{-45}{-70}$	$\frac{-61}{-86}$	—	—	$\frac{-26}{-65}$	$\frac{-34}{-73}$	$\frac{-70}{-109}$	—	—
Св. 50 до 65	$\frac{-21}{-51}$	$\frac{-30}{-60}$	$\frac{-42}{-72}$	$\frac{-55}{-85}$	$\frac{-76}{-106}$	—	—	$\frac{-32}{-78}$	$\frac{-41}{-87}$	$\frac{-87}{-133}$	—	—
Св. 65 до 80	$\frac{-21}{-51}$	$\frac{-32}{-62}$	$\frac{-48}{-78}$	$\frac{-64}{-94}$	$\frac{-91}{-121}$	—	—	$\frac{-32}{-78}$	$\frac{-43}{-89}$	$\frac{-102}{-148}$	—	—
Св. 80 до 100	$\frac{-24}{-59}$	$\frac{-38}{-73}$	$\frac{-58}{-93}$	$\frac{-78}{-113}$	$\frac{-111}{-146}$	—	—	$\frac{-37}{-91}$	$\frac{-51}{-105}$	$\frac{-124}{-178}$	—	—
Св. 100 до 120	$\frac{-24}{-59}$	$\frac{-41}{-76}$	$\frac{-66}{-101}$	$\frac{-91}{-126}$	$\frac{-131}{-166}$	—	—	$\frac{-37}{-91}$	$\frac{-54}{-108}$	$\frac{-144}{-198}$	—	—

Продолжение табл. 1.38

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	7							8				
	Поля допусков отверстий											
	P7	*R7*	*S7*	*T7*	*(U7)*	*X7*	*Z7*	*(P8)*	*(R8)*	*U8*	*X8*	*(Z8)*
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм											
Св. 120 до 140	−28 −68	−48 −88	−77 −117	−107 −147	−155 −195	—	—	−43 −106	−63 −126	−170 −233	—	—
Св. 140 до 160	−28 −68	−50 −90	−85 −125	−119 −159	−175 −215	—	—	−43 −106	−65 −128	−190 −253	—	—
Св. 160 до 180	−28 −68	−53 −93	−93 −133	−131 −171	−195 −235	—	—	−43 −106	−68 −131	−210 −273	—	—
Св. 180 до 200	−33 −79	−60 −106	−105 −151	−149 −195	−219 −265	—	—	−50 −122	−77 −149	−236 −308	—	—
Св. 200 до 225	−33 −79	−63 −109	−113 −159	−163 −209	−241 −287	—	—	−50 −122	−80 −152	−258 −330	—	—
Св. 225 до 250	−33 −79	−67 −113	−123 −169	−179 −225	−267 −313	—	—	−50 −122	−84 −156	−284 −356	—	—
Св. 250 до 280	−36 −88	−74 −126	−138 −190	−198 −250	−295 −347	—	—	−56 −137	−94 −175	−315 −396	—	—
Св. 280 до 315	−36 −88	−78 −130	−150 −202	−220 −272	−330 −382	—	—	−56 −137	−98 −179	−350 −431	—	—
Св. 315 до 355	−41 −98	−87 −144	−169 −226	−247 −304	−369 −426	—	—	−62 −151	−108 −197	−390 −479	—	—
Св. 355 до 400	−41 −98	−93 −150	−187 −244	−273 −330	−414 −471	—	—	−62 −151	−114 −203	−435 −524	—	—
Св. 400 до 450	−45 −108	−103 −166	−209 −272	−307 −370	−467 −530	—	—	−68 −165	−126 −223	−490 −587	—	—
Св. 450 до 500	−45 −108	−109 −172	−229 −292	−337 −400	−517 −580	—	—	−68 −165	−132 −229	−540 −637	—	—

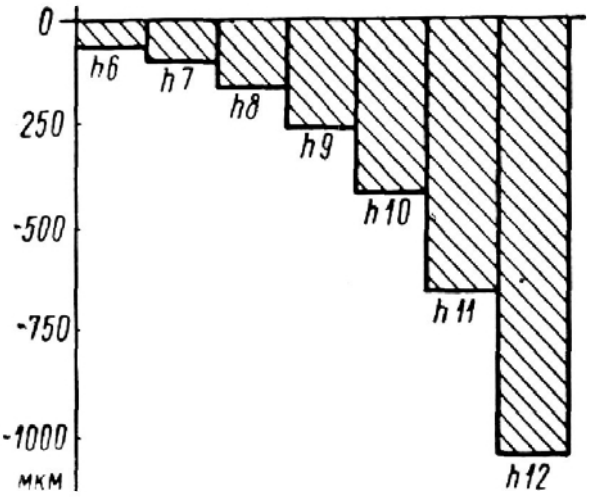
Примечание $\boxed{}$ — предпочтительные поля допусков; ( ) — дополнительные поля допусков при размерах от 1 до 500 мм.

Предельные отклонения основных валов см. в табл. 1.35.

Предельные отклонения в системе вала при размерах свыше 500 до 10 000 мм

1.39. Система вала. Предельные отклонения основных валов при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков (для интервала 1000-1250 мм)



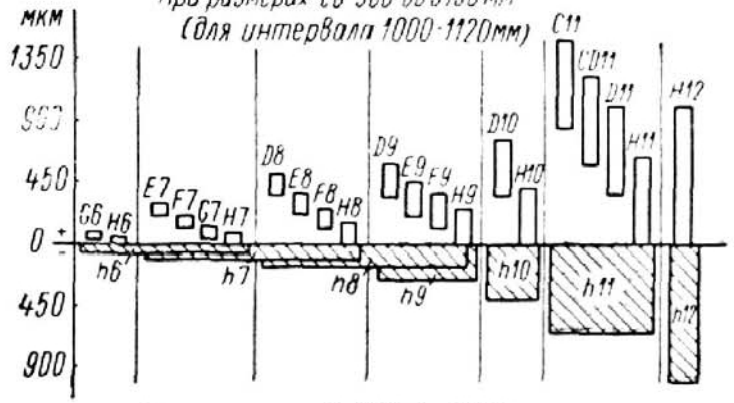
Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов						
	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св 500 до 630	0 / −44	0 / −70	0 / −110	0 / −175	0 / −280	0 / −440	0 / −700
Св 630 до 800	0 / −50	0 / −80	0 / −125	0 / −200	0 / −320	0 / −500	0 / −800
Св 800 до 1 000	0 / −56	0 / −90	0 / −140	0 / −230	0 / −360	0 / −560	0 / −900
Св 1 000 до 1 250	0 / −66	0 / −105	0 / −165	0 / −260	0 / −420	0 / −660	0 / −1050
Св. 1 250 до 1 600	0 / −78	0 / −125	0 / −195	0 / −310	0 / −500	0 / −780	0 / −1250
Св 1 600 до 2 000	0 / −92	0 / −150	0 / −230	0 / −370	0 / −600	0 / −920	0 / −1500
Св 2 000 до 2 500	0 / −110	0 / −175	0 / −280	0 / −440	0 / −700	0 / −1100	0 / −1750
Св. 2 500 до 3 150	0 / −135	0 / −210	0 / −330	0 / −540	0 / −860	0 / −1350	0 / −2100
Св. 3 150 до 4 000	0 / −165	0 / −260	0 / −410	0 / −660	0 / −1050	0 / −1650	0 / −2600
Св. 4 000 до 5 000	0 / −200	0 / −320	0 / −500	0 / −800	0 / −1300	0 / −2000	0 / −3200
Св. 5 000 до 6 300	0 / −250	0 / −400	0 / −620	0 / −980	0 / −1550	0 / −2500	0 / −4000

Продолжение табл. 1.39

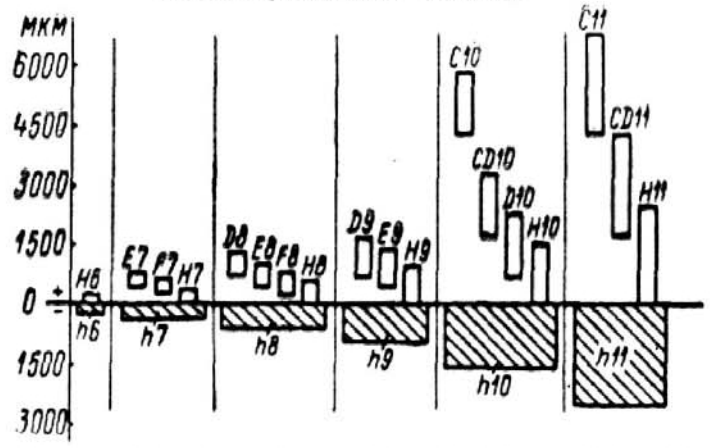
Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов						
	*h*6	*h*7	*h*8	*h*9	*h*10	*h*11	*h*12
	Предельные отклонения $\frac{es}{ei}$, мкм						
Св. 6 300 до 8 000	$\frac{0}{-310}$	$\frac{0}{-490}$	$\frac{0}{-760}$	$\frac{0}{-1200}$	$\frac{0}{-1950}$	$\frac{0}{-3100}$	$\frac{0}{-4900}$
Св. 8 000 до 10 000	$\frac{0}{-380}$	$\frac{0}{-600}$	$\frac{0}{-940}$	$\frac{0}{-1500}$	$\frac{0}{-2400}$	$\frac{0}{-3800}$	$\frac{0}{-6000}$

1.40. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок с зазором при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков
При размерах св 500 до 3150 мм
(для интервала 1000-1120 мм)



При размерах св 3150 до 10000 мм
(для интервала 5000-5600 мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты					
	6		7			
	Поля допусков отверстий					
	*G*6	*H*6	*E*7	*F*7	*G*7	*H*7
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм					
Св. 500 до 630	$\frac{+66}{+22}$	$\frac{+44}{0}$	$\frac{+215}{+145}$	$\frac{+146}{+76}$	$\frac{+92}{+22}$	$\frac{+70}{0}$

Продолжение табл 1.40

Номинальные размеры, мм	Квалитеты					
	6		7			
	Поля допусков отверстий					
	G6	*H6*	*E7*	*F7*	*G7*	*H7*
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм					
Св. 630 до 800	$\frac{+74}{+24}$	$\frac{+50}{0}$	$\frac{+240}{+160}$	$\frac{+160}{+80}$	$\frac{+104}{+24}$	$\frac{+80}{0}$
Св. 800 до 1 000	$\frac{+82}{+26}$	$\frac{+56}{0}$	$\frac{+260}{+170}$	$\frac{+176}{+86}$	$\frac{+116}{+26}$	$\frac{+90}{0}$
Св. 1 000 до 1 250	$\frac{+94}{+28}$	$\frac{+66}{0}$	$\frac{+300}{+195}$	$\frac{+203}{+98}$	$\frac{+133}{+28}$	$\frac{+105}{0}$
Св. 1 250 до 1 600	$\frac{+108}{+30}$	$\frac{+78}{0}$	$\frac{+345}{+220}$	$\frac{+235}{+110}$	$\frac{+155}{+30}$	$\frac{+125}{0}$
Св. 1 600 до 2 000	$\frac{+124}{+32}$	$\frac{+92}{0}$	$\frac{+390}{+240}$	$\frac{+270}{+120}$	$\frac{+182}{+32}$	$\frac{+150}{0}$
Св. 2 000 до 2 500	$\frac{+144}{+34}$	$\frac{+110}{0}$	$\frac{+435}{+260}$	$\frac{+305}{+130}$	$\frac{+209}{+34}$	$\frac{+175}{0}$
Св. 2 500 до 3 150	$\frac{+173}{+38}$	$\frac{+135}{0}$	$\frac{+500}{+290}$	$\frac{+355}{+145}$	$\frac{+248}{+38}$	$\frac{+210}{0}$
Св. 3 150 до 4 000	—	$\frac{+165}{0}$	$\frac{+580}{+320}$	$\frac{+420}{+160}$	—	$\frac{+260}{0}$
Св. 4 000 до 5 000	—	$\frac{+200}{0}$	$\frac{+670}{+350}$	$\frac{+495}{+175}$	—	$\frac{+320}{0}$
Св. 5 000 до 6 300	—	$\frac{+250}{0}$	$\frac{+780}{+380}$	$\frac{+590}{+190}$	—	$\frac{+400}{0}$
Св. 6 300 до 8 000	—	$\frac{+310}{0}$	$\frac{+910}{+420}$	$\frac{+700}{+210}$	—	$\frac{+490}{0}$
Св. 8 000 до 10 000	—	$\frac{+380}{0}$	$\frac{+1060}{+460}$	$\frac{+830}{+230}$	—	$\frac{+600}{0}$

Продолжение табл. 1.40

Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	8				9			
	Поля допусков отверстий							
	*D*8	*E*8	*F*8	*H*8	*D*9	*E*9	*F*9	*H*9
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм							
Св. 500 до 630	+370 +260	+255 +145	+186 +76	+110 0	+435 +260	+320 +145	+251 +76	+175 0
Св. 630 до 800	+415 +290	+285 +160	+205 +80	+125 0	+490 +290	+360 +160	+280 +80	+200 0
Св. 800 до 1 000	+460 +320	+310 +170	+226 +86	+140 0	+550 +320	+400 +170	+316 +86	+230 0
Св. 1 000 до 1 250	+515 +350	+360 +195	+263 +98	+165 0	+610 +350	+455 +195	+358 +98	+260 0
Св. 1 250 до 1 600	+585 +390	+415 +220	+305 +110	+195 0	+700 +390	+530 +220	+420 +110	+310 0
Св. 1 600 до 2 000	+660 +430	+470 +240	+350 +120	+230 0	+800 +430	+610 +240	+490 +120	+370 0
Св. 2 000 до 2 500	+760 +480	+540 +260	+410 +130	+280 0	+920 +480	+700 +260	+570 +130	+440 0
Св. 2 500 до 3 150	+850 +520	+620 +290	+475 +145	+330 0	+1060 +520	+830 +290	+685 +145	+540 0
Св. 3 150 до 4 000	+990 +580	+730 +320	+570 +160	+410 0	+1240 +580	+980 +320	–	+660 0
Св. 4 000 до 5 000	+1140 +640	+850 +350	+675 +175	+500 0	+1440 +640	+1150 +350	–	+800 0
Св. 5 000 до 6 300	+1340 +720	+1000 +380	+810 +190	+620 0	+1700 +720	+1360 +380	–	+980 0
Св. 6 300 до 8 000	+1560 +800	+1180 +420	+970 +210	+760 0	+2000 +800	+1620 +420	–	+1200 0
Св. 8 000 до 10 000	+1820 +880	+1400 +460	+1170 +230	+940 0	+2380 +880	+1960 +460	–	+1500 0

Продолжение табл 1.40

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	10				11				12
	Поля допусков отверстий								
	*C*10	*CD*10	*D*10	*H*10	*C*11	*CD*11	*D*11	*H*11	*H*12
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм								
Св. 500 до 650	—	—	+540 +260	+280 0	+960 +520	+810 +370	+700 +260	+440 0	+700 0
Св. 560 до 630	—	—	+540 +260	+280 0	+1020 +580	+830 +390	+700 +260	+440 0	+700 0
Св. 630 до 710	—	—	+610 +290	+320 0	+1140 +640	+930 +430	+790 +290	+500 0	+800 0
Св. 710 до 800	—	—	+610 +290	+320 0	+1200 +700	+950 +450	+790 +290	+500 0	+800 0
Св. 800 до 900	—	—	+680 +320	+360 0	+1340 +780	+1060 +500	+880 +320	+560 0	+900 0
Св. 900 до 1 000	—	—	+680 +320	+360 0	+1420 +860	+1080 +520	+880 +320	+560 0	+900 0
Св. 1 000 до 1 120	—	—	+770 +350	+420 0	+1600 +940	+1240 +580	+1010 +350	+660 0	+1050 0
Св 1 120 до 1 250	—	—	+770 +350	+420 0	+1710 +1050	+1260 +600	+1010 +350	+660 0	+1050 0
Св 1 250 до 1 400	—	—	+890 +390	+500 0	+1930 +1150	+1440 +660	+1170 +390	+780 0	+1250 0
Св. 1 400 до 1 600	—	—	+890 +390	+500 0	+2080 +1300	+1500 +720	+1170 +390	+780 0	+1250 0
Св 1 600 до 1 800	—	—	+1030 +430	+600 0	+2370 +1450	+1700 +780	+1350 +430	+920 0	+1500 0
Св. 1 800 до 2 000	—	—	+1030 +430	+600 0	+2520 +1600	+1740 +820	+1350 +430	+920 0	+1500 0
Св. 2 000 до 2 240	—	—	+1180 +480	+700 0	+2900 +1800	+2020 +920	+1580 +480	+1100 0	+1750 0
Св. 2 240 до 2 500	—	—	+1180 +480	+700 0	+3100 +2000	+2080 +980	+1580 +480	+1100 0	+1750 0
Св. 2 500 до 2 800	—	—	+1380 +520	+860 0	+3550 +2200	+2400 +1050	+1870 +520	+1350 0	+2100 0
Св 2 800 до 3 150	—	—	+1380 +520	+860 0	+3850 +2500	+2500 +1150	+1870 +520	+1350 0	+2100 0

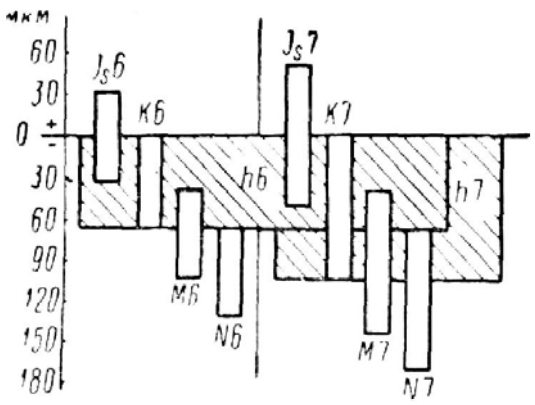
Продолжение табл. 1.40

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	10				11				12
	Поля допусков отверстий								
	*C*10	*CD*10	*D*10	*H*10	*C*11	*CD*11	*D*11	*H*11	*H*12
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм								
Св. 3 150 до 3 550	+3 850 +2 800	+2300 +1250	+1630 +580	+1050 0	+4 450 +2 800	+2900 +1250	—	+1650 0	—
Св. 3 550 до 4 000	+4 150 +3 100	+2400 +1350	+1630 +580	+1050 0	+4 750 +3 100	+3000 +1350	—	+1650 0	—
Св. 4 000 до 4 500	+4 800 +3 500	+2800 +1500	+1940 +640	+1300 0	+5 500 +3 500	+3500 +1500	—	+2000 0	—
Св. 4 500 до 5 000	+5 200 +3 900	+2900 +1600	+1940 +640	+1300 0	+5 900 +3 900	+3600 +1600	—	+2000 0	—
Св. 5 000 до 5 600	+5 850 +4 300	+3300 +1750	+2270 +720	+1550 0	+6 800 +4 300	+4250 +1750	—	+2500 0	—
Св. 5 600 до 6 300	+6 350 +4 800	+3100 +1850	+2270 +720	+1550 0	+7 300 +4 800	+4350 +1850	—	+2500 0	—
Св. 6 300 до 7 100	+7 350 +5 400	+4050 +2100	+2750 +800	+1950 0	+8 500 +5 400	+5200 +2100	—	+3100 0	—
Св. 7 100 до 8 000	+8 150 +6 200	+4150 +2200	+2750 +800	+1950 0	+9 300 +6 200	+5300 +2200	—	+3100 0	—
Св. 8 000 до 9 000	+9 200 +6 800	+4800 +2400	+3280 +880	+2400 0	+10 600 +6 800	+6200 +2400	—	+3800 0	—
Св. 9 000 до 10 000	+10 000 + 7 600	+5000 +2600	+3280 +880	+2400 0	+11 400 +7 600	+6400 +2600	—	+3800 0	—

Примечание. Предельные отклонения основных валов см. в табл. 1.39.

1.41. Система вала. Предельные отклонения отверстия для переходных посадок при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков (для интервала 1000 1250 мм)

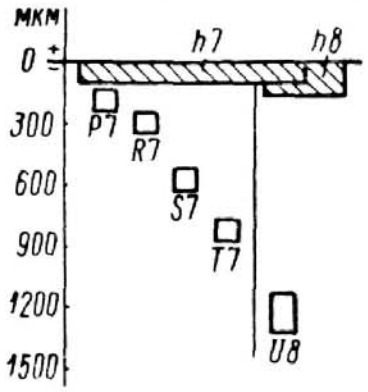


Номинальные размеры, мм	Квалитеты							
	6				7			
	Поля допусков отверстий							
	J_s6	K6	M6	N6	J_s7	K7	M7	N7
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм							
Св. 500 до 630	+22,0 −22,0	0 −44	−26 −70	−44 −88	+35 −35	0 −70	−26 −96	−44 −114
Св. 630 до 800	+25,0 −25,0	0 −50	−30 −80	−50 −100	+40 −40	0 −80	−30 −110	−50 −130
Св. 800 до 1 000	+28,0 −28,0	0 −56	−34 −90	−56 −112	+45 −45	0 −90	−34 −124	−56 −146
Св. 1 000 до 1 250	+33,0 −33,0	0 −66	−40 −106	−66 −132	+52 −52	0 −105	−40 −145	−66 −171
Св. 1 250 до 1 600	+39,0 −39,0	0 −78	−48 −126	−78 −156	+62 −62	0 −125	−48 −173	−78 −203
Св. 1 600 до 2 000	+46,0 −46,0	0 −92	−58 −150	−92 −184	+75 −75	0 −150	−58 −208	−92 −242
Св. 2 000 до 2 500	+55,0 −55,0	0 −110	−68 −178	−110 −220	+87 −87	0 −175	−68 −243	−110 −285
Св. 2 500 до 3 150	+67,5 −67,5	0 −135	−76 −211	−135 −270	+105 −105	0 −210	−76 −286	−135 −345
Св. 3 150 до 10 000	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Предельные отклонения основных валов см. в табл. 1.39

1.42. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок с натягом при размерах св. 500 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Схема расположения полей допусков (для интервала 1000-1120 мм)



Номинальные размеры, мм	Квалитеты				
	7				8
	Поля допусков отверстий				
	P7	*R7*	*S7*	*T7*	*U8*
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм				
Св. 500 до 560	−78 −148	−150 −220	−280 −350	−400 −470	−600 −710
Св. 560 до 630	−78 −148	−155 −225	−310 −380	−450 −520	−660 −770
Св. 630 до 710	−88 −168	−175 −255	−340 −420	−500 −580	−740 −865
Св. 710 до 800	−88 −168	−185 −265	−380 −460	−560 −640	−840 −965
Св. 800 до 900	−100 −190	−210 −300	−430 −520	−620 −710	−940 −1080
Св. 900 до 1 000	−100 −190	−220 −310	−470 −560	−680 −770	−1050 −1190
Св. 1 000 до 1 120	−120 −225	−250 −355	−520 −625	−780 −885	−1150 −1315
Св. 1 120 до 1 250	−120 −225	−260 −365	−580 −685	−840 −945	−1300 −1465
Св. 1 250 до 1 400	−140 −265	−300 −425	−640 −765	−960 −1085	−1450 −1645
Св. 1 400 до 1 600	−140 −265	−330 −455	−720 −845	−1050 −1175	−1600 −1795
Св. 1 600 до 1 800	−170 −320	−370 −520	−820 −970	−1200 −1350	−1850 −2080

Продолжение табл. 1.42

Номинальные размеры, мм	Квалитеты				
	7				8
	Поля допусков отверстий				
	P7	*R7*	*S7*	*T7*	*U8*
	Предельные отклонения $\frac{ES}{EI}$, мкм				
Св. 1 800 до 2 000	$\frac{-170}{-320}$	$\frac{-400}{-550}$	$\frac{-920}{-1070}$	$\frac{-1350}{-1500}$	$\frac{-2000}{-2230}$
Св. 2 000 до 2 240	$\frac{-195}{-370}$	$\frac{-440}{-615}$	$\frac{-1000}{-1175}$	$\frac{-1500}{-1675}$	$\frac{-2300}{-2580}$
Св. 2 240 до 2 500	$\frac{-195}{-370}$	$\frac{-460}{-635}$	$\frac{-1100}{-1275}$	$\frac{-1650}{-1825}$	$\frac{-2500}{-2780}$
Св. 2 500 до 2 800	$\frac{-240}{-450}$	$\frac{-550}{-760}$	$\frac{-1250}{-1460}$	$\frac{-1900}{-2110}$	$\frac{-2900}{-3230}$
Св. 2 800 до 3 150	$\frac{-240}{-450}$	$\frac{-580}{-790}$	$\frac{-1400}{-1610}$	$\frac{-2100}{-2310}$	$\frac{-3200}{-3530}$
Св. 3 150 до 10 000	—	—	—	—	—

Примечание. Предельные отклонения основных валов см. в табл. 1.39.

Предельные отклонения размеров с большими допусками

1.43. Предельные отклонения размеров с большими допусками (по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75)

Номинальные размеры, мм	Квалитеты					
	12			13		
	Поля допусков *					
	*h*12	*H*12	$\pm\frac{IT12}{2}$ (j_s12; J_s12)	*h*13	*H*13	$\pm\frac{IT13}{2}$ (j_s13; J_s13)
	Предельные отклонения **, мм					
До 1	−0,1	+0,1	±0,05	−0,14	+0,14	±0,07
От 1 до 3	−0,1	+0,1	±0,05	−0,14	+0,14	±0,07
Св. 3 » 6	−0,12	+0,12	±0,06	−0,18	+0,18	±0,09
» 6 » 10	−0,15	+0,15	±0,075	−0,22	+0,22	±0,11
» 10 » 18	−0,18	+0,18	±0,09	−0,27	+0,27	±0,135
» 18 » 30	−0,21	+0,21	±0,105	−0,33	+0,33	±0,165
» 30 » 50	−0,25	+0,25	±0,125	−0,39	+0,39	±0,195
» 50 » 80	−0,3	+0,3	±0,15	−0,46	+0,46	±0,23
» 80 » 120	−0,35	+0,35	±0,175	−0,54	+0,54	±0,27
» 120 » 180	−0,4	+0,4	±0,2	−0,63	+0,63	±0,31
» 180 » 250	−0,46	+0,46	±0,23	−0,72	+0,72	±0,36
» 250 » 315	−0,52	+0,52	±0,26	−0,81	+0,81	±0,405
» 315 » 400	−0,57	+0,57	±0,285	−0,89	+0,89	±0,445
» 400 » 500	−0,63	+0,63	±0,315	−0,97	+0,97	±0,485
» 500 » 630	−0,7	+0,7	±0,35	−1,1	+1,1	±0,55
» 630 » 800	−0,8	+0,8	±0,4	−1,25	+1,25	±0,625

Продолжение табл 1.43

Номинальные размеры, мм	Квалитеты					
	12			13		
	Поля допусков *					
	$h12$	$H12$	$js12$; $Js12$ $\pm \frac{IT12}{2}$	$h13$	$H13$	$js13$; $Js13$ $\pm \frac{IT13}{2}$
	Предельные отклонения **, мм					
Св. 800 до 1 000	−0,9	+0,9	±0,45	−1,4	+1,4	±0,7
» 1 000 » 1 250	−1,05	+1,05	±0,525	−1,65	+1,65	±0,825
» 1 250 » 1 600	−1,25	+1,25	±0,625	−1,95	+1,95	±0,975
» 1 600 » 2 000	−1,5	+1,5	±0,75	−2,3	+2,3	±1,15
» 2 000 » 2 500	−1,75	+1,75	±0,875	−2,8	+2,8	±1,4
» 2 500 » 3 150	−2,1	+2,1	±1,05	−3,3	+3,3	±1,65
» 3 150 » 4 000	−2,6	+2,6	±1,3	−4,1	+4,1	±2,05
» 4 000 » 5 000	−3,2	+3,2	±1,6	−5	+5	±2,5
» 5 000 » 6 300	−4	+4	±2	−6,2	+6,2	±3,1
» 6 300 » 8 000	−4,9	+4,9	±2,45	−7,6	+7,6	±3,8
» 8 000 » 10 000	−6	+6	±3	−9,4	+9,4	±4,7

Продолжение табл 1.43

Номинальные размеры, мм	Ква итеты					
	14			15		
	Поля допусков *					
	$h14$	$H14$	$js14$; $Js14$ $\pm \frac{IT14}{2}$	$h15$	$H15$	$js15$; $Js15$ $\pm \frac{IT15}{2}$
	Предельные отклонения **, мм					
До 1	—	—	—	—	—	—
От 1 до 3	−0,25	+0,25	±0,125	−0,4	+0,4	±0,2
Св. 3 » 6	−0,3	+0,3	±0,15	−0,48	+0,48	±0,24
» 6 » 10	−0,36	+0,36	±0,18	−0,58	+0,58	±0,29
» 10 » 18	−0,43	+0,43	±0,215	−0,7	+0,7	±0,35
» 18 » 30	−0,52	+0,52	±0,26	−0,84	+0,84	±0,42
» 30 » 50	−0,62	+0,62	±0,31	−1	+1	±0,5
» 50 » 80	−0,74	+0,74	±0,37	−1,2	+1,2	±0,6
» 80 » 120	−0,87	+0,87	±0,435	−1,4	+1,4	±0,7
» 120 » 180	−1	+1	±0,5	−1,6	+1,6	±0,8
» 180 » 250	−1,15	+1,15	±0,575	−1,85	+1,85	±0,925
» 250 » 315	−1,3	+1,3	±0,65	−2,1	+2,1	±1,05
» 315 » 400	−1,4	+1,4	±0,7	−2,3	+2,3	±1,15
» 400 » 500	−1,55	+1,55	±0,775	−2,5	+2,5	±1,25
» 500 » 630	−1,75	+1,75	±0,875	−2,8	+2,8	±1,4
» 630 » 800	−2	+2	±1	−3,2	+3,2	±1,6
» 800 » 1 000	−2,3	+2,3	±1,15	−3,6	+3,6	±1,8
» 1 000 » 1 250	−2,6	+2,6	±1,3	−4,2	+4,2	±2,1
» 1 250 » 1 600	−3,1	+3,1	±1,55	−5	+5	±2,5
» 1 600 » 2 000	−3,7	+3,7	±1,85	−6	+6	±3
» 2 000 » 2 500	−4,4	+4,4	±2,2	−7	+7	±3,5
» 2 500 » 3 150	−5,4	+5,4	±2,7	−8,6	+8,6	±4,3
» 3 150 » 4 000	−6,6	+6,6	±3,3	−10,5	+10,5	±5,25
» 4 000 » 5 000	−8	+8	±4	−13	+13	±6,5
» 5 000 » 6 300	−9,8	+9,8	±4,9	−15,5	+15,5	±7,75
» 6 300 » 8 000	−12	+12	±6	−19,5	+19,5	±9,75
» 8 000 » 10 000	−15	+15	±7,5	−24	+24	±12

Продолжение табл. 1.43

Номинальные размеры, мм			Квалитеты					
			16			17		
			Поля допусков *					
			$h16$	$H16$	j_s16; J_s16 $\pm\frac{IT16}{2}$	$h17$	$H17$	j_s17; J_s17 $\pm\frac{IT17}{2}$
			Предельные отклонения **, мм					
	До	1	—	—	—	—	—	—
От	1 до	3	−0,6	+0,6	±0,3	−1	+1	±0,5
Св.	3 »	6	−0,75	+0,75	±0,375	−1,2	+1,2	±0,6
»	6 »	10	−0,9	+0,9	±0,45	−1,5	+1,5	±0,75
»	10 »	18	−1,1	+1,1	±0,55	−1,8	+1,8	±0,9
»	18 »	30	−1,3	+1,3	±0,65	−2,1	+2,1	±1,05
»	30 »	50	−1,6	+1,6	±0,8	−2,5	+2,5	±1,25
»	50 »	80	−1,9	+1,9	±0,95	−3	+3	±1,5
»	80 »	120	−2,2	+2,2	±1,1	−3,5	+3,5	±1,75
»	120 »	180	−2,5	+2,5	±1,25	−4	+4	±2
»	180 »	250	−2,9	+2,9	±1,45	−4,6	+4,6	±2,3
»	250 »	315	−3,2	+3,2	±1,6	−5,2	+5,2	±2,6
»	315 »	400	−3,6	+3,6	±1,8	−5,7	+5,7	±2,85
»	400 »	500	−4	+4	±2	−6,3	+6,3	±3,15
»	500 »	630	−4,4	+4,4	±2,2	−7	+7	±3,5
»	630 »	800	−5	+5	±2,5	−8	+8	±4
»	800 »	1 000	−5,6	+5,6	±2,8	−9	+9	±4,5
»	1 000 »	1 250	−6,6	+6,6	±3,3	−10,5	+10,5	±5,25
»	1 250 »	1 600	−7,8	+7,8	±3,9	−12,5	+12,5	±6,25
»	1 600 »	2 000	−9,2	+9,2	±4,6	−15	+15	±7,5
»	2 000 »	2 500	−11	+11	±5,5	−17,5	+17,5	±8,75
»	2 500 »	3 150	−13,5	+13,5	±6,75	−21	+21	±10,5
»	3 150 »	4 000	−16,5	+16,5	±8,25	−26	+26	±13
»	4 000 »	5 000	−20	+20	±10	−32	+32	±16
»	5 000 »	6 300	−25	+25	±12,5	−40	+40	±20
»	6 300 »	8 000	−31	+31	±15,5	−49	+49	±24,5
»	8 000 »	10 000	−38	+38	±19	−60	+60	±30

* Обозначения h, j_s относятся к валам; H, J_s — к отверстиям; $\pm\frac{IT}{2}$ — к любым размерам, в том числе и не относящимся к валам или отверстиям.

** Для валов h приведено нижнее отклонение, а верхнее равно нулю; для отверстий H приведено верхнее отклонение, а нижнее равно нулю.

ТАБЛИЦЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗАЗОРОВ И НАТЯГОВ

В табл. 1.44—1.54 приведены значения предельных зазоров и натягов в посадках системы отверстия и системы вала, рассчитанные методом максимума — минимума. В этих таблицах для каждого интервала размеров наибольшие зазоры или наибольшие натяги помещены над наименьшими. Учтены лишь посадки, образованные рекомендуемым сочетанием полей допусков из основных рядов по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75. Данные о посадках в системе отверстия и системе вала приведены в одних и тех же таблицах, так как для большинства одноименных посадок в обеих системах предельные зазоры и натяги совпадают.

Предельные зазоры и натяги на основе вероятностного метода расчета, а также для посадок, не указанных в табл. 1.44—1.54, следует определять по методике, изложенной в п. 1.1.

Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах менее 1 мм

1.44. Предельные зазоры в посадках с зазором при размерах менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Посадки в системе отверстия									
$\frac{H4}{f4}$	$\frac{H4}{fg4}$	$\frac{H4}{g4}$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{e5}$	$\frac{H5}{ef5}$	$\frac{H5}{f5}$	$\frac{H5}{fg5}$	$\frac{H5}{g5}$	$\frac{H5}{h5}$
Посадки в системе вала									
$\frac{F4}{h4}$	$\frac{FG4}{h4}$	$\frac{G4}{h4}$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{E5}{h5}$	$\frac{EF5}{h5}$	$\frac{F5}{h5}$	$\frac{FG5}{h5}$	$\frac{G5}{h5}$	$\frac{H5}{h5}$
Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм									
12 6	10 4	8 2	6 0	22 14	18 10	14 6	12 4	10 2	8 0

Продолжение табл. 1.44

Посадки в системе отверстия													
$\frac{H6}{d6}$	$\frac{H6}{e6}$	$\frac{H6}{ef6}$	$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H6}{fg6}$	$\frac{H6}{g6}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{cd7}$	$\frac{H7}{d7}$	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{ef7}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{fg7}$	$\frac{H7}{h7}$
Посадка в системе вала													
$\frac{D6}{h6}$	$\frac{E6}{h6}$	$\frac{EF6}{h6}$	$\frac{F6}{h6}$	$\frac{FG6}{h6}$	$\frac{G6}{h6}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{CD7}{h7}$	$\frac{D7}{h7}$	$\frac{E7}{h7}$	$\frac{EF7}{h7}$	$\frac{F7}{h7}$	$\frac{FG7}{h7}$	$\frac{H7}{h7}$
Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм													
32 20	26 14	22 10	18 6	16 4	14 2	12 0	54 34	40 20	34 14	30 10	26 6	24 4	20 0

Продолжение табл. 1.44

Посадки в системе отверстия													
$\frac{H8}{cd8}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{ef8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{cd9}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{ef9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{cd10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{h11}$
Посадки в системе вала														
$\frac{CD8}{h8}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{EF8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{CD9}{h9}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{EF9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{CD10}{h10}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{h11}$
Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм														
62 34	48 20	42 14	38 10	34 6	28 0	84 34	70 20	64 14	60 10	50 0	114 34	100 20	80 0	120 0

1.45. Предельные натяги в переходных посадках при размерах менее 1 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Посадки в системе отверстия													
$\frac{H4}{js4}$	$\frac{H4}{k4}$	$\frac{H4}{m4}$	$\frac{H5}{js5}$	$\frac{H5}{k5}$	$\frac{H5}{m5}$	$\frac{H5}{n5}$	$\frac{H6}{j6}$	$\frac{H6}{k6}$	$\frac{H6}{n6}$	$\frac{H7}{js7}$	$\frac{H7}{k7}$	$\frac{H8}{js8}$	$\frac{H8}{k8}$
Посадки в системе вала													
$\frac{Js4}{h4}$	$\frac{K4}{h4}$	$\frac{M4}{h4}$	$\frac{Js5}{h5}$	$\frac{K5}{h5}$	$\frac{M5}{h5}$	$\frac{N5}{h5}$	$\frac{Js6}{h6}$	$\frac{K6}{h6}$	$\frac{N6}{h6}$	$\frac{Js7}{h7}$	$\frac{K7}{h7}$	$\frac{Js8}{h8}$	$\frac{K8}{h8}$
Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм													
1,5	3	5	2	4	6	8		6	10	5	10	7	14
−4,5	−3	−1	−6	−4	−2	0	−9	−6	−2	−15	−10	−21	−14

Примечание. Наименьшие предельные натяги, указанные со знаком минус, фактически являются наибольшими предельными зазорами

1.46. Предельные натяги в посадках с натягом при размерах менее 1 мм

Посадки в системе отверстия													
$\frac{H4}{n4}$	$\frac{H4}{p4}$	$\frac{H5}{p5}$	$\frac{H5}{r5}$	$\frac{H5}{s5}$	$\frac{H6}{p6}$	$\frac{H6}{r6}$	$\frac{H6}{s6}$	$\frac{H6}{u6}$	$\frac{H6}{z6}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{x7}$	$\frac{H7}{z7}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$
Посадки в системе вала													
$\frac{N4}{h4}$	$\frac{P4}{h4}$	$\frac{P5}{h5}$	$\frac{R5}{h5}$	$\frac{S5}{h5}$	$\frac{P6}{h6}$	$\frac{R6}{h6}$	$\frac{S6}{h6}$	$\frac{U6}{h6}$	—	$\frac{S7}{h7}$	$\frac{X7}{h7}$	$\frac{Z7}{h7}$	$\frac{X8}{h8}$	$\frac{Z8}{h8}$
Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм													
7	9	10	14	18	12	16	20	24	32	24	30	36	34	40
1	3	2	6	10	0	4	8	12	20	4	10	16	6	12

Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах от 1 до 500 мм

1.47. Предельные зазоры в посадках с зазором при размерах от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия *							
	$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{H6}{f6}$	—	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	—	$\frac{H7}{d8}$
	Посадки в системе вала							
	$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$	—	$\frac{F7}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{D8}{h6}$	$\frac{D8}{h7}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм							
От 1 до 3	9 2	7 0	18 6	20 6	12 2	10 0	40 20	44 20
Св. 3 до 6	13 4	9 0	26 10	27 10	17 4	13 0	56 30	60 30
Св. 6 до 10	15 5	10 0	31 13	34 13	20 5	15 0	71 40	77 40
Св. 10 до 18	19 6	13 0	38 16	42 16	25 6	19 0	88 50	95 50
Св. 18 до 30	22 7	15 0	46 20	50 20	29 7	22 0	111 65	119 65
Св. 30 до 50	27 9	18 0	57 25	61 25	36 9	27 0	135 80	144 80
Св. 50 до 80	31 10	21 0	68 30	73 30	42 10	32 0	165 100	176 100
Св. 80 до 120	37 12	25 0	80 36	86 36	49 12	37 0	196 120	209 120
Св. 120 до 180	44 14	30 0	93 43	101 43	57 14	43 0	233 145	248 145
Св. 180 до 250	49 15	34 0	108 50	116 50	64 15	49 0	271 170	288 170
Св. 250 до 315	56 17	39 0	120 56	131 56	72 17	55 0	303 190	323 190
Св. 315 до 400	61 18	43 0	134 62	144 62	79 18	61 0	335 210	356 210
Св. 400 до 500	67 20	47 0	148 68	158 68	87 20	67 0	367 230	390 230

* Предельные зазоры в посадке $\frac{H7}{c8}$ см. на стр. 149 и 150.

Продолжение табл 1.47

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H7}{e7}$	—	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	—	—	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$
	Посадки в системе вала							
	—	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F7}{h7}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм							
От 1 до 3	34 14	34 14	38 14	26 6	22 6	26 6	18 2	16 0
Св. 3 до 6	44 20	46 20	50 20	34 10	30 10	36 10	24 4	20 0
Св. 6 до 10	55 25	56 25	62 25	43 13	37 13	44 13	29 5	24 0
Св. 10 до 18	68 32	70 32	77 32	52 16	45 16	54 16	35 6	29 0
Св. 18 до 30	82 40	86 40	94 40	62 20	54 20	66 20	41 7	34 0
Св. 30 до 50	100 50	105 50	114 50	75 25	66 5	80 25	50 9	41 0
Св. 50 до 80	120 60	125 60	136 60	90 30	79 30	95 30	59 10	49 0
Св. 80 до 120	142 72	148 72	161 72	106 36	93 36	112 36	69 12	57 0
Св. 120 до 180	165 85	173 85	188 85	123 43	108 43	131 43	79 14	65 0
Св. 180 до 250	192 100	201 100	218 100	142 50	125 50	151 50	90 15	75 0
Св. 250 до 315	214 110	223 110	243 110	160 56	140 56	169 56	101 17	84 0
Св. 315 до 400	239 125	250 125	271 125	176 62	155 62	187 62	111 18	93 0
Св. 400 до 500	261 135	272 135	295 135	194 68	171 68	205 68	123 20	103 0

Продолжение табл. 1.47

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{e9}$; $\frac{H9}{e8}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{f9}$; $\frac{H9}{f8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$
	Посадки в системе вала								
	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h7}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм								
От 1 до 3	48 20	59 20	42 14	53 14	30 6	34 6	45 6	24 0	28 0
Св. 3 до 6	66 30	78 30	56 20	68 20	40 10	46 10	58 10	30 0	36 0
Св. 6 до 10	84 40	98 40	69 25	83 25	50 13	57 13	71 13	37 0	44 0
Св. 10 до 18	104 50	120 50	86 32	102 32	61 16	70 16	86 16	45 0	54 0
Св. 18 до 30	131 65	150 65	106 40	125 40	74 20	86 20	105 20	54 0	66 0
Св. 30 до 50	158 80	181 80	128 50	151 50	89 25	103 25	126 25	64 0	78 0
Св. 50 до 80	192 100	220 100	152 60	180 60	106 30	122 30	150 30	76 0	92 0
Св. 80 до 120	228 120	261 120	180 72	213 72	125 36	144 36	177 36	89 0	108 0
Св. 120 до 180	271 145	308 145	214 85	248 85	146 43	169 43	206 43	103 0	126 0
Св 180 до 250	314 170	357 170	244 100	287 100	168 50	194 50	237 50	118 0	144 0
Св 250 до 315	352 190	401 190	272 110	321 110	189 56	218 56	267 56	133 0	162 0
Св. 315 до 400	388 210	439 210	303 125	354 125	208 62	240 62	291 62	146 0	178 0
Св 400 до 500	424 230	482 230	329 135	387 135	228 68	262 68	320 68	160 0	194 0

Продолжение табл. 1.47

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	$\frac{H8}{h9}$ $\frac{H9}{h8}$	$\frac{H9}{d9}$	—	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h9}$	$\frac{H10}{h10}$
	Посадки в системе вала								
	$\frac{H8}{h9}$ $\frac{H9}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D10}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h9}$	$\frac{H10}{h10}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм								
От 1 до 3	39 0	70 20	85 20	64 14	56 6	50 0	100 20	65 0	80 0
Св. 3 до 6	48 0	90 30	108 30	80 20	70 10	60 0	126 30	78 0	96 0
Св. 6 до 10	58 0	112 40	134 40	97 25	85 13	72 0	156 40	92 0	116 0
Св. 10 до 18	70 0	136 50	163 50	118 32	102 16	86 0	190 50	113 0	140 0
Св. 18 до 30	85 0	169 65	201 65	144 40	124 20	104 0	233 65	136 0	168 0
Св. 30 до 50	101 0	204 80	242 80	174 50	149 25	124 0	280 80	162 0	200 0
Св. 50 до 80	120 0	248 100	294 100	208 60	178 30	148 0	340 100	194 0	240 0
Св. 80 до 120	141 0	294 120	347 120	246 72	210 36	174 0	400 120	227 0	280 0
Св. 120 до 180	163 0	345 145	405 145	285 85	243 43	200 0	465 145	260 0	320 0
Св. 180 до 250	187 0	400 170	470 170	330 100	280 50	230 0	540 170	300 0	370 0
Св. 250 до 315	211 0	450 190	530 190	370 110	316 56	260 0	610 190	340 0	420 0
Св. 315 до 400	229 0	490 210	580 210	405 125	342 62	280 0	670 210	370 0	460 0
Св. 400 до 500	252 0	540 230	635 230	445 135	378 68	310 0	730 230	405 0	500 0

Продолжение табл. 1.47

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H7}{c8}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$
	Посадки в системе вала							
	—	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{B12}{h12}$	$\frac{H12}{h12}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм							
От 1 до 3	84 60	390 270	260 140	180 60	140 20	120 0	340 140	200 0
Св. 3 до 6	100 70	420 270	290 140	220 70	180 30	150 0	380 140	240 0
Св. 6 до 10	117 80	460 280	330 150	260 80	220 40	180 0	450 150	300 0
Св. 10 до 18	140 95	510 290	370 150	315 95	270 50	220 0	510 150	360 0
Св. 18 до 30	164 110	560 300	420 160	370 110	325 65	260 0	580 160	420 0
Св. 30 до 40	184 120	630 310	490 170	440 120	400 80	320 0	670 170	500 0
Св. 40 до 50	194 130	640 320	500 180	450 130	400 80	320 0	680 180	500 0
Св. 50 до 65	216 140	720 340	570 190	520 140	480 100	380 0	790 190	600 0
Св. 65 до 80	226 150	740 360	580 200	530 150	480 100	380 0	800 200	600 0
Св 80 до 100	259 170	820 380	660 220	610 170	560 120	440 0	920 220	700 0
Св. 100 до 120	269 180	850 410	680 240	620 180	560 120	440 0	940 240	700 0

Продолжение табл 1.47

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H7}{c8}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$
	Посадки в системе вала							
	—	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{B12}{h12}$	$\frac{H12}{h12}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм							
Св. 120 до 140	303 200	960 460	760 260	700 200	645 145	500 0	1060 260	800 0
Св. 140 до 160	313 210	1020 520	780 280	710 210	645 145	500 0	1080 280	800 0
Св. 160 до 180	333 230	1080 580	810 310	730 230	645 145	500 0	1110 310	800 0
Св. 180 до 200	358 240	1240 660	920 340	820 240	750 170	580 0	1260 340	920 0
Св. 200 до 225	378 260	1320 740	960 380	840 260	750 170	580 0	1300 380	920 0
Св. 225 до 250	398 280	1400 820	1000 420	860 280	750 170	580 0	1340 420	920 0
Св. 250 до 280	433 300	1560 920	1120 480	940 300	830 190	640 0	1520 480	1040 0
Св. 280 до 315	463 330	1690 1050	1180 540	970 330	830 190	640 0	1580 540	1040 0
Св. 315 до 355	506 360	1920 1200	1320 600	1080 360	930 210	720 0	1740 600	1140 0
Св. 355 до 400	546 400	2070 1350	1400 680	1120 400	930 210	720 0	1820 680	1140 0
Св. 400 до 450	600 440	2300 1500	1560 760	1240 440	1030 230	800 0	2020 760	1260 0
Св. 450 до 500	640 480	2450 1650	1640 840	1280 480	1030 230	800 0	2100 840	1260 0

▭ — предпочтительные посадки.

1.48. Предельные натяги в переходных посадках при размерах от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	$\frac{H5}{js4}$	—	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H6}{js5}$	—	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$
	Посадки в системе вала								
	—	$\frac{Js5}{h4}$	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$		$\frac{Js6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм								
От 1 до 3	1,5 −5,5	2 −5	3 * −4	5 * −2	2 −8	3 −7	4 * −6	6 * −4	8 * −2
Св. 3 до 6	2 −7	2,5 −6,5	5 −4	8 −1	2,5 −10,5	4 −9	6 −7	9 −4	13 0
Св. 6 до 10	2 −8	3 −7	5 −5	10 0	3 −12	4,5 −10,5	7 −8	12 −3	16 1
Св. 10 до 18	2,5 −10,5	4 −9	6 −7	12 −1	4 −15	5,5 −13,5	9 −10	15 −4	20 1
Св. 18 до 30	3 −12	4,5 −10,5	8 −7	14 −1	4,5 −17,5	6,5 −15,5	11 −11	17 −5	24 2
Св. 30 до 50	3,5 −14,5	5,5 −12,5	9 −9	16 −2	5,5 −21,5	8 −19	13 −14	20 −7	28 1
Св 50 до 80	4 −17	6,5 −14,5	10 −11	19 −2	6,5 −25,5	9,5 −22,5	15 −17	24 −8	33 1
Св 80 до 120	5 −20	7,5 −17,5	13 −12	23 −2	7,5 −29,5	11 −26	18 −19	28 −9	38 1
Св. 120 до 180	6 −24	9 −21	15 −15	27 −3	9 −34	12,5 −30,5	21 −22	33 −10	45 2
Св 180 до 250	7 −27	10 −24	18 −16	31 −3	10 −39	14,5 −34,5	24 −25	37 −12	51 2
Св. 250 до 315	8 −31	11,5 −27,5	20 −19	36 −3	11,5 −43,5	16 −39	27 −28	43 −12	57 2
Св. 315 до 400	9 −34	12,5 −30,5	22 −21	39 −4	12,5 −48,5	18 −43	29 −32	46 −15	62 1
Св. 400 до 500	10 −37	13,5 −33,5	25 −22	43 −4	13,5 −53,5	20 −47	32 −35	50 −17	67 0

Продолжение табл 1.48

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия									
	$\frac{H7}{js6}$	—	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H8}{js7}$	—	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$
	Посадки в системе вала									
	—	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	—	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм									
От 1 до 3	3 −13	5 −11	6 ** −10	8 ** −8	10 ** −6	5 −19	7 −17	10** −14	—	14 ** −10
Св. 3 до 6	4 −16	6 −14	9 −11	12 −8	16 −4	6 −24	9 −21	13 −17	16 −14	20 −10
Св. 6 до 10	4,5 −19,5	7 −16	10 −14	15 −9	19 −5	7 −29	11 −26	16 −21	21 −16	25 −12
Св. 10 до 18	5,5 −23,5	9 −20	12 −17	18 −11	23 −6	9 −36	13 −31	19 −26	25 −20	30 −15
Св. 18 до 30	6,5 −27,5	10 −23	15 −19	21 −13	28 −6	10 −43	16 −37	23 −31	29 −25	36 −18
Св. 30 до 50	8 −33	12 −28	18 −23	25 −16	33 −8	12 −51	19 −44	27 −37	34 −30	42 −22
Св. 50 до 80	9,5 −39,5	15 −34	21 −28	30 −19	39 −10	15 −61	23 −53	32 −44	41 −35	50 −26
Св. 80 до 120	11 −46	17 −39	25 −32	35 −22	45 −12	17 −71	27 −62	38 −51	48 −41	58 −31
Св. 120 до 180	12,5 −52,5	20 −45	28 −37	40 −25	52 −13	20 −83	31 −71	43 −60	55 −48	67 −36
Св. 180 до 250	14,5 −60,5	23 −52	33 42	46 −29	60 −15	23 −95	36 −82	50 −68	63 −55	77 −41
Св. 250 до 315	16 −68	26 −58	36 −48	52 −32	66 −18	26 −107	40 −92	56 −77	72 −61	86 −47
Св. 315 до 400	18 −75	28 −64	40 −53	57 −36	73 −20	28 −117	44 −101	61 −85	78 −68	94 −52

Продолжение табл. 1.48

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия									
	$\frac{H7}{js6}$	—	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H8}{js7}$	—	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$
	Посадки в системе вала									
	—	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	—	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм									
Св. 400 до 500	20 −83	31 −71	45 −58	63 −40	80 −23	31 −128	48 −111	68 −92	86 −74	103 −57

Примечание. Наименьшие предельные натяги, указанные со знаком минус, фактически являются наибольшими предельными зазорами.

▭ — предпочтительные посадки.

* Данные относятся к посадке в системе отверстия. Для посадок в системе вала предельные натяги при размерах от 1 до 3 мм равны:

$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$
4 −3	6 −1	6 −4	8 −2	10 0

** Данные относятся к посадке в системе отверстия. Для посадок в системе вала предельные натяги при размерах от 1 до 3 мм равны:

$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$
10 −6	12 −4	14 −2	14 −10	18 −6

1.49. Предельные натяги в посадках с натягом при размерах от 1 до 500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H5}{n4}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$
	Посадки в системе вала							
	$\frac{N5}{h4}$	$\frac{P6}{h5}$	—	—	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
От 1 до 3	7 * 0	10 * 0	14 4	18 8	12 * −4	16 * 0	20 * 4	24 4
Св. 3 до 6	12 3	17 4	20 7	24 11	20 0	23 3	27 7	31 7

Продолжение табл. 1.49

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H5}{n4}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$
	Посадки в системе вала							
	$\frac{N5}{h4}$	$\frac{P6}{h5}$	—	—	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
Св. 6 до 10	14 4	21 6	25 10	29 14	24 0	28 4	32 8	38 8
Св. 10 до 18	17 4	26 7	31 12	36 17	29 0	34 5	39 10	46 10
Св. 18 до 30	21 6	31 9	37 15	44 22	35 1	41 7	48 14	56 14
Св 30 до 50	24 6	37 10	45 18	54 27	42 1	50 9	59 18	68 18
Св. 50 до 65	28 7	45 13	54 22	66 34	51 2	60 11	72 23	83 23
Св. 65 до 80	28 7	45 13	56 24	72 40	51 2	62 13	78 29	89 29
Св. 80 до 100	33 8	52 15	66 29	86 49	59 2	73 16	93 36	106 36
Св. 100 до 120	33 8	52 15	69 32	94 57	59 2	76 19	101 44	114 44
Св 120 до 140	39 9	61 18	81 38	110 67	68 3	88 23	117 52	132 52
Св. 140 до 160	39 9	61 18	83 40	118 75	68 3	90 25	125 60	140 60
Св. 160 до 180	39 9	61 18	86 43	126 83	68 3	93 28	133 68	148 68
Св. 180 до 200	45 11	70 21	97 48	142 93	79 4	106 31	151 76	168 76
Св. 200 до 225	45 11	70 21	100 51	150 101	79 4	109 34	159 84	176 84
Св. 225 до 250	45 11	70 21	104 55	160 111	79 4	113 38	169 94	186 94
Св. 250 до 280	50 11	79 24	117 62	181 126	88 4	126 42	190 106	210 106
Св. 280 до 315	50 11	79 24	121 66	193 138	88 4	130 46	202 118	222 118

Продолжение табл. 1.49

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H5}{n4}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$
	Посадки в системе вала							
	$\frac{N5}{h4}$	$\frac{P6}{h5}$	—	—	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
Св. 315 до 355	55 12	87 26	133 72	215 154	98 5	144 51	226 133	247 133
Св. 355 до 400	55 12	87 26	139 78	233 172	98 5	150 57	244 151	265 151
Св 400 до 450	60 13	95 28	153 86	259 192	108 5	166 63	272 169	295 169
Св. 450 до 500	60 13	95 28	159 92	279 212	108 5	172 69	292 189	315 189

Продолжение табл 1.49

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия						
	$\frac{H7}{6}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H8}{s7}$	—	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$
	Посадки в системе вала						
	$\frac{T7}{h6}$	—	—	$\frac{U8}{h7}$	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм						
От 1 до 3	—	28 8	24 0	32 8	32 4	34 6	40 12
Св. 3 до 6	—	35 11	31 1	41 11	41 5	46 10	53 17
Св. 6 до 10	—	43 13	38 1	50 13	50 6	56 12	64 20
Св. 10 до 14	—	51 15	46 1	60 15	60 6	67 13	77 23
Св. 14 до 18	—	51 15	46 1	60 15	60 6	72 18	87 33

Продолжение табл. 1.49

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия						
	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H8}{s7}$	—	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$
	Посадки в системе вала						
	$\frac{T7}{h6}$	—	—	$\frac{U8}{h7}$	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм						
Св. 18 до 24	—	62 20	56 2	74 20	74 8	87 21	106 40
Св. 24 до 30	54 20	69 27	56 2	81 27	81 15	97 31	121 55
Св. 30 до 40	64 23	85 35	68 4	99 35	99 21	119 41	151 73
Св. 40 до 50	70 29	95 45	68 4	109 45	109 31	136 58	175 97
Св. 50 до 65	85 36	117 57	83 7	133 57	133 41	168 76	218 126
Св. 65 до 80	94 45	132 72	89 13	148 72	148 56	192 100	256 164
Св. 80 до 100	113 56	159 89	106 17	178 89	178 70	232 124	312 204
Св. 100 до 120	126 69	179 109	114 25	198 109	198 90	264 156	364 256
Св. 120 до 140	147 82	210 130	132 29	233 130	233 107	311 185	428 302
Св. 140 до 160	159 94	230 150	140 37	253 150	253 127	343 217	478 352
Св. 160 до 180	171 106	250 170	148 45	273 170	273 147	373 247	528 402
Св. 180 до 200	195 120	282 190	168 50	308 190	308 164	422 278	592 448

Продолжение табл. 149

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия						
	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H8}{s7}$	—	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$
	Посадки в системе вала						
	$\frac{T7}{h6}$	—	—	$\frac{U8}{h7}$	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм						
Св. 200 до 225	209 134	304 212	176 58	330 212	330 186	457 313	647 503
Св. 225 до 250	225 150	330 238	186 68	356 238	356 212	497 353	712 568
Св. 250 до 280	250 166	367 263	210 77	396 263	396 234	556 394	791 629
Св. 280 до 315	272 188	402 298	222 89	431 298	431 269	606 444	871 709
Св. 315 до 355	304 211	447 333	247 101	479 333	479 301	679 501	989 811
Св. 355 до 400	330 237	492 378	265 119	524 378	524 346	749 571	1089 911
Св. 400 до 450	370 267	553 427	295 135	587 427	587 393	837 643	1197 1003
Св. 450 до 500	400 297	603 477	315 155	637 477	637 443	917 723	1347 1153

□ — предпочтительные посадки.

* Данные относятся к посадке в системе отверстия. Для посадок в системе вала предельные натяги при размерах от 1 до 3 мм равны:

$\frac{N5}{h4}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$
8 1	12 2	16 0	20 4	24 8

Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах свыше 500 до 3150 мм

1.50. Предельные зазоры в посадках с зазором при размерах св. 500 до 3150 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия									
	H6/g6	H6/h6	—	H7/f6	H7/g6	H7/h6	H7/e7	H7/f7	H7/g7	H7/h7
	Посадки в системе вала									
	G6/h6	H6/h6	E7/h6	F7/h6	G7/h6	H7/h6	E7/h7	F7/h7	G7/h7	H7/h7
	Предельные зазоры S_{max} / S_{min}, мкм									
Св. 500 до 630	110 22	88 0	259 145	190 76	136 22	114 0	285 145	216 76	162 22	140 0
Св. 630 до 800	124 24	100 0	290 160	210 80	154 24	130 0	320 160	240 80	184 24	160 0
Св. 800 до 1000	138 26	112 0	316 170	232 86	172 26	146 0	350 170	266 86	206 26	180 0
Св. 1000 до 1250	160 28	132 0	366 195	269 98	199 28	171 0	405 195	308 98	238 28	210 0
Св. 1250 до 1600	186 30	156 0	423 220	313 110	233 30	203 0	470 220	360 110	280 30	250 0
Св. 1600 до 2000	216 32	184 0	482 240	362 120	274 32	242 0	540 240	420 120	332 32	300 0
Св. 2000 до 2500	254 34	220 0	545 260	415 130	319 34	285 0	610 260	480 130	384 34	350 0
Св. 2500 до 3150	308 38	270 0	635 290	490 145	383 38	345 0	710 290	565 145	458 38	420 0

Продолжение табл. 1.50

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	—	H8/e7	H8/f7	H8/g7	H8/h7	H8/d8	H8/e8	H8/f8	H8/h8
	Посадки в системе вала								
	D8/h7	E8/h7	F8/h7	—	H8/h7	D8/h8	E8/h8	F8/h8	H8/h8
	Предельные зазоры S_{max} / S_{min}, мкм								
Св. 500 до 630	390 260	275 145	257 76	202 22	130 0	480 260	365 145	296 76	220 0
Св. 630 до 800	495 290	365 160	285 80	229 24	205 0	540 290	410 160	330 80	250 0
Св. 800 до 1000	550 320	400 170	316 86	256 26	230 0	600 320	450 170	366 86	280 0
Св. 1000 до 1250	620 350	465 195	368 98	298 28	270 0	680 350	525 195	428 98	330 0

Продолжение табл. 1.50

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	—	$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$
	Посадки в системе вала								
	$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$	—	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм								
Св. 1250 до 1600	710 390	540 220	430 110	350 30	320 0	780 390	610 220	500 110	390 0
Св. 1600 до 2000	810 430	620 240	500 120	412 32	380 0	890 430	700 240	580 120	460 0
Св. 2000 до 2500	935 480	715 260	585 130	489 34	455 0	1040 480	820 260	690 130	560 0
Св. 2500 до 3150	1060 520	830 290	685 145	578 38	540 0	1180 520	950 290	805 145	660 0

Продолжение табл. 1.50

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия									
	$\frac{H9}{d8}$	$\frac{H9}{e8}$	$\frac{H9}{f8}$	$\frac{H9}{h8}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$
	Посадки в системе вала									
	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$	$\frac{H9}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм									
Св. 500 до 630	545 260	430 145	361 76	285 0	610 260	495 145	426 76	350 0	820 260	560 0
Св. 630 до 800	615 290	485 160	405 80	325 0	690 290	560 160	480 80	400 0	930 290	640 0
Св. 800 до 1000	690 320	540 170	456 86	370 0	780 320	630 170	546 86	460 0	1040 320	720 0
Св. 1000 до 1250	775 350	620 195	523 98	425 0	870 350	715 195	618 98	520 0	1190 350	840 0
Св. 1250 до 1600	895 390	725 220	615 110	505 0	1010 390	840 220	730 110	620 0	1390 390	1000 0
Св. 1600 до 2000	1030 430	840 240	720 120	600 0	1170 430	980 240	860 120	740 0	1630 430	1200 0
Св. 2000 до 2500	1200 480	980 260	850 130	720 0	1360 480	1140 260	1010 130	880 0	1880 480	1400 0
Св. 2500 до 3150	1390 520	1160 290	1015 145	870 0	1600 520	1370 290	1225 145	1080 0	2240 520	1720 0

Продолжение табл. 1.50

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия				
	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{cd11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{h12}$
	Посадки в системе вала				
	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{CD11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{h12}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм				
Св. 500 до 560	1400 520	1250 370	1140 260	880 0	1400 0
Св. 560 до 630	1460 580	1270 390	1140 260	880 0	1400 0
Св. 630 до 710	1640 640	1430 430	1290 290	1000 0	1600 0
Св. 710 до 800	1700 700	1450 450	1290 290	1000 0	1600 0
Св. 800 до 900	1900 780	1620 500	1440 320	1120 0	1800 0
Св. 900 до 1000	1980 860	1640 520	1440 320	1120 0	1800 0
Св. 1000 до 1120	2260 940	1900 580	1670 350	1320 0	2100 0
Св. 1120 до 1250	2370 1050	1920 600	1670 350	1320 0	2100 0
Св. 1250 до 1400	2710 1150	2220 660	1950 390	1560 0	2500 0
Св. 1400 до 1600	2860 1300	2280 720	1950 390	1560 0	2500 0
Св. 1600 до 1800	3290 1450	2620 780	2270 430	1840 0	3000 0
Св. 1800 до 2000	3440 1600	2660 820	2270 430	1840 0	3000 0
Св. 2000 до 2240	4000 1800	3120 920	2680 480	2200 0	3500 0

Продолжение табл. 1.50

Номинальные размеры мм	Посадки в системе отверстия				
	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{cd11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{h12}$
	Посадки в системе вала				
	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{CD11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{h12}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мкм				
Св. 2240 до 2500	4200 2000	3180 980	2680 480	2200 0	3500 0
Св. 2500 до 2800	4900 2200	3750 1050	3220 520	2700 0	4200 0
Св. 2800 до 3150	5200 2500	3850 1150	3220 520	2700 0	4200 0

1.51. Предельные натяги в переходных посадках при размерах св. 500 до 3150 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H6}{j_s6}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H6}{m6}$	$\frac{H6}{n6}$	$\frac{H7}{j_s6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$
	Посадки в системе вала							
	$\frac{J_s6}{h6}$	$\frac{K6}{h6}$	$\frac{M6}{h6}$	$\frac{N6}{h6}$	—	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
Св. 500 до 630	22 —66	44 —44	70 —18	88 0	22 —92	44 —70	70 —44	88 —26
Св. 630 до 800	25 —75	50 —50	80 —20	100 0	25 —105	50 —80	80 —50	100 —30
Св. 800 до 1000	28 —84	56 —56	90 —22	112 0	28 —118	56 —90	90 —56	112 —34
Св. 1000 до 1250	33 —99	66 —66	106 —26	132 0	33 —138	66 —105	106 —65	132 —39
Св. 1250 до 1600	39 —117	78 —78	126 —30	156 0	39 —164	78 —125	126 —77	156 —47
Св. 1600 до 2000	46 —138	92 —92	150 —34	184 0	46 —196	92 —150	150 —92	184 —58

Продолжение табл. 1.51

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H6}{js6}$	$\frac{H6}{k6}$	$\frac{H6}{m6}$	$\frac{H6}{n6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$
	Посадка в системе вала							
	$\frac{Js6}{h6}$	$\frac{K6}{h6}$	$\frac{M6}{h6}$	$\frac{N6}{h6}$	—	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
Св. 2000 до 2500	55 −165	110 −110	178 −42	220 0	55 −230	110 −175	178 −107	220 −65
Св. 2500 до 3150	67,5 −202,5	135 −135	211 −59	270 0	67,5 −277,5	135 −210	211 −134	270 −75

Продолжение табл. 1.51

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия										
	—	—	—	—	$\frac{H7}{js7}$	$\frac{H7}{k7}$	—	$\frac{H7}{n7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{n7}$
	Посадки в системе вала										
	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{Js7}{h7}$	$\frac{K7}{h7}$	$\frac{M7}{h7}$	$\frac{N7}{h7}$	—	-	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм										
Св. 500 до 630	35 −79	70 −44	96 −18	114 0	35 −105	70 −70	96 −44	114 −26	35 −145	70 −110	114 −66
Св. 630 до 800	40 −90	80 −50	110 −20	130 0	40 −120	80 −80	110 −50	130 −30	40 −165	80 −125	130 −75
Св. 800 до 1000	45 −101	90 −56	124 −22	146 0	45 −135	90 −90	124 −56	146 −34	45 −185	90 −140	146 −84
Св. 1000 до 1250	52 −118	105 −66	145 −26	171 0	52 −157	105 −105	145 −65	171 −39	52 −217	105 −165	171 −99
Св. 1250 до 1600	62 −140	125 −78	173 −30	203 0	62 −187	125 −125	173 −77	203 −47	62 −257	125 −195	203 −117
Св. 1600 до 2000	75 −167	150 −92	208 −34	242 0	75 −225	150 −150	208 −92	242 −58	75 −305	150 −230	242 −138
Св. 2000 до 2500	87 −197	175 −110	243 −42	285 0	87 −262	175 −175	243 −107	285 −65	87 −367	175 −280	285 −170
Св. 2500 до 3150	105 −240	210 −135	286 −59	345 0	105 −315	210 −210	286 −134	345 −75	105 −435	210 −330	345 −195

Примечание. Наименьшие предельные натяги, указанные со знаком минус, фактически являются наибольшими предельными зазорами.

1.52. Предельные натяги в посадках с натягом при размерах св. 500 до 3150 мм (по СТ СЭВ 144—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	$\frac{H7}{p6}$	—	$\frac{H7}{r6}$	—	$\frac{H7}{s6}$	—	$\frac{H7}{t6}$	—	$\frac{H7}{u6}$
	Посадки в системе вала								
	—	$\frac{P7}{h6}$	—	$\frac{R7}{h6}$	—	$\frac{S7}{h6}$	—	$\frac{T7}{h6}$	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм								
Св. 500 до 560	122 8	148 34	194 80	220 106	324 210	350 236	444 330	470 356	644 530
Св. 560 до 630	122 8	148 34	199 85	225 111	354 240	380 266	494 380	520 406	704 590
Св. 630 до 710	138 8	168 38	225 95	255 125	390 260	420 290	550 420	580 450	790 660
Св. 710 до 800	138 8	168 38	235 105	265 135	430 300	460 330	610 480	640 510	890 760
Св. 800 до 900	156 10	190 44	266 120	300 154	486 340	520 374	676 530	710 564	996 850
Св. 900 до 1000	156 10	190 44	276 130	310 164	526 380	560 414	736 590	770 624	1106 960
Св. 1000 до 1120	186 15	225 54	316 145	355 184	586 415	625 454	846 675	885 714	1216 1045
Св. 1120 до 1250	186 15	225 54	326 155	365 194	646 475	685 514	906 735	945 774	1366 1195

Продолжение табл. 1.52

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия								
	$\frac{H7}{p6}$	–	$\frac{H7}{r6}$	–	$\frac{H7}{s6}$	–	$\frac{H7}{t6}$	–	$\frac{H7}{u6}$
	Посадки в системе вала								
	–	$\frac{P7}{h6}$	–	$\frac{R7}{h6}$	–	$\frac{S7}{h6}$	–	$\frac{T7}{h6}$	–
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм								
Св. 1250 до 1400	218 15	265 62	378 175	425 222	718 515	765 562	1038 835	1085 882	1528 1325
Св. 1400 до 1600	218 15	265 62	408 205	455 252	798 595	845 642	1128 925	1175 972	1678 1475
Св. 1600 до 1800	262 20	320 78	462 220	520 278	912 670	970 728	1292 1050	1350 1108	1942 1700
Св. 1800 до 2000	262 20	320 78	492 250	550 308	1012 770	1070 828	1442 1200	1500 1258	2092 1850
Св. 2000 до 2240	305 20	370 85	550 265	615 330	1110 825	1175 890	1610 1325	1675 1390	2410 2125
Св. 2240 до 2500	305 20	370 85	570 285	635 350	1210 925	1275 990	1760 1475	1825 1540	2610 2325
Св. 2500 до 2800	375 30	450 105	685 340	760 415	1385 1040	1460 1115	2035 1690	2110 1765	3035 2690
Св. 2800 до 3150	375 30	450 105	715 370	790 445	1535 1190	1610 1265	2235 1890	2310 1965	3335 2990

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия									
	$\frac{H7}{p7}$	$\frac{H7}{r7}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t7}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H7}{v7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{t8}$
	Посадки в системе вала									
	$\frac{P7}{h7}$	$\frac{R7}{h7}$	$\frac{S7}{h7}$	$\frac{T7}{h7}$	–	–	–	–	–	–
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм									
Св. 500 до 560	148 8	220 80	350 210	470 330	670 530	810 670	220 40	350 170	470 290	510 290
Св. 560 до 630	148 8	225 85	380 240	520 380	730 590	890 750	225 45	380 200	520 340	560 340
Св. 630 до 710	168 8	255 95	420 260	580 420	820 660	1000 840	255 50	420 215	580 375	625 375
Св. 710 до 800	168 8	265 105	460 300	640 480	920 760	1080 920	265 60	460 255	640 435	685 435
Св. 800 до 900	190 10	300 120	520 340	710 530	1030 850	1240 1060	300 70	520 290	710 480	760 480
Св. 900 до 1000	190 10	310 130	560 380	770 590	1140 960	1390 1210	310 80	560 330	770 540	820 540
Св. 1000 до 1120	225 15	355 145	625 415	885 675	1255 1045	1555 1345	355 85	625 355	885 615	945 615
Св. 1120 до 1250	225 15	365 155	685 475	945 735	1405 1195	1705 1495	365 95	685 415	945 675	1005 675

Продолжение табл. 1.52

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия									
	$\frac{H7}{p7}$	$\frac{H7}{r7}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t7}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H7}{v7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{t8}$
	Посадки в системе вала									
	$\frac{P7}{h7}$	$\frac{R7}{h7}$	$\frac{S7}{h7}$	$\frac{T7}{h7}$	—	—	—	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм									
Св. 1250 до 1400	265 15	425 175	765 515	1085 835	1575 1325	1925 1675	425 105	765 445	1085 765	1155 765
Св. 1400 до 1600	265 15	455 205	845 595	1175 925	1725 1475	2125 1875	455 135	845 525	1175 855	1245 855
Св. 1600 до 1800	320 20	520 220	970 670	1350 1050	2000 1700	2450 2150	520 140	970 590	1350 970	1430 970
Св. 1800 до 2000	320 20	550 250	1070 770	1500 1200	2150 1850	2650 2350	550 170	1070 690	1500 1120	1580 1120
Св. 2000 до 2240	370 20	615 265	1175 825	1675 1325	2475 2125	2975 2625	615 160	1175 720	1675 1220	1780 1220
Св. 2240 до 2500	370 20	635 285	1275 925	1825 1475	2675 2325	3275 2925	635 180	1275 820	1825 1370	1930 1370
Св. 2500 до 2800	450 30	760 340	1460 1040	2110 1690	3110 2690	3710 3290	760 220	1460 920	2110 1570	2230 1570
Св. 2800 до 3150	450 30	790 370	1610 1190	2310 1890	3410 2990	4110 3690	790 250	1610 1070	2310 1770	2430 1770

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H8}{u7}$	—	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{v7}$	$\frac{H8}{v8}$	$\frac{H9}{t8}$	$\frac{H9}{u8}$	$\frac{H9}{v8}$
	Посадки в системе вала							
	—	$\frac{U8}{h7}$	$\frac{U8}{h8}$	—	—	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
Св. 500 до 560	670 490	710 530	710 490	810 630	850 630	510 225	710 425	850 565
Св. 560 до 630	730 550	770 590	770 550	890 710	930 710	560 275	770 485	930 645
Св. 630 до 710	820 615	865 660	865 615	1000 795	1045 795	625 300	865 540	1045 720
Св. 710 до 800	920 715	965 760	965 715	1080 875	1125 875	685 360	965 640	1125 800
Св. 800 до 900	1030 800	1080 850	1080 800	1240 1010	1290 1010	760 390	1080 710	1290 920
Св. 900 до 1000	1140 910	1190 960	1190 910	1390 1160	1440 1160	820 450	1190 820	1440 1070
Св. 1000 до 1120	1255 985	1315 1045	1315 985	1555 1285	1615 1285	945 520	1315 890	1615 1190
Св. 1120 до 1250	1405 1135	1465 1195	1465 1135	1705 1435	1765 1435	1005 580	1465 1040	1765 1340

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия							
	$\frac{H8}{u7}$	—	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{v7}$	$\frac{H8}{v8}$	$\frac{H9}{t8}$	$\frac{H9}{u8}$	$\frac{H9}{v8}$
	Посадки в системе вала							
	—	$\frac{U8}{h7}$	$\frac{U8}{h8}$	—	—	—	—	—
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мкм							
Св. 1250 до 1400	1575 1255	1645 1325	1645 1255	1925 1605	1995 1605	1155 650	1645 1140	1995 1490
Св. 1400 до 1600	1725 1405	1795 1475	1795 1405	2125 1805	2195 1805	1245 740	1795 1290	2195 1690
Св. 1600 до 1800	2000 1620	2080 1700	2080 1620	2450 2070	2530 2070	1430 830	2080 1480	2530 1930
Св. 1800 до 2000	2150 1770	2230 1850	2230 1770	2650 2270	2730 2270	1580 980	2230 1630	2730 2130
Св. 2000 до 2240	2475 2020	2580 2125	2580 2020	2975 2520	3080 2520	1780 1060	2580 1860	3080 2360
Св. 2240 до 2500	2675 2220	2780 2325	2780 2220	3275 2820	3380 2820	1930 1210	2780 2060	3380 2660
Св. 2500 до 2800	3110 2570	3230 2690	3230 2570	3710 3170	3830 3170	2230 1360	3230 2360	3830 2960
Св. 2800 до 3150	3410 2870	3530 2990	3530 2870	4110 3570	4230 3570	2430 1560	3530 2660	4230 3360

Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах свыше 3150 до 10 000 мм

1.53. Предельные зазоры в посадках с зазором при размерах св. 3150 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 177—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия										
	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{h9}$
	Посадки в системе вала										
	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{E7}{h7}$	$\frac{F7}{h7}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мм										
Св. 3150 до 4000	0,33 0	0,84 0,32	0,68 0,16	0,52 0	1,40 0,58	1,14 0,32	0,98 0,16	0,82 0	1,90 0,58	1,64 0,32	1,32 0
Св. 4000 до 5000	0,40 0	0,99 0,35	0,815 0,175	0,64 0	1,64 0,64	1,35 0,35	1,175 0,175	1,00 0	2,24 0,64	1,95 0,35	1,60 0
Св. 5000 до 6300	0,50 0	1,18 0,38	0,99 0,19	0,80 0	1,96 0,72	1,62 0,38	1,43 0,19	1,24 0	2,68 0,72	2,34 0,38	1,96 0
Св. 6300 до 8000	0,62 0	1,40 0,42	1,19 0,21	0,98 0	2,32 0,80	1,94 0,42	1,73 0,21	1,52 0	3,20 0,80	2,82 0,42	2,40 0
Св. 8000 до 10 000	0,76 0	1,66 0,46	1,43 0,23	1,20 0	2,76 0,88	2,34 0,46	2,11 0,23	1,88 0	3,88 0,88	3,46 0,46	3,00 0

Продолжение табл. 1.53

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия						
	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{cd10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{cd11}$	$\frac{H11}{h11}$
	Посадки в системе вала						
	$\frac{C10}{h10}$	$\frac{CD10}{h10}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{CD11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мм						
Св. 3150 до 3550	4,9 2,8	3,35 1,25	2,68 0,58	2,1 0	6,1 2,8	4,55 1,25	3,3 0
Св. 3550 до 4000	5,2 3,1	3,45 1,35	2,68 0,58	2,1 0	6,4 3,1	4,65 1,35	3,3 0
Св. 4000 до 4500	6,1 3,5	4,1 1,5	3,24 0,64	2,6 0	7,5 3,5	5,5 1,5	4,0 0
Св. 4500 до 5000	6,5 3,9	4,2 1,6	3,24 0,64	2,6 0	7,9 3,9	5,6 1,6	4,0 0

Продолжение табл. 1.53

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия						
	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{cd10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{cd11}$	$\frac{H11}{h11}$
	Посадки в системе вала						
	$\frac{C10}{h10}$	$\frac{CD10}{h10}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{CD11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$
	Предельные зазоры $\frac{S_{max}}{S_{min}}$, мм						
Св. 5000 до 5600	7,4 4,3	4,85 1,75	3,82 0,72	3,1 0	9,3 4,3	6,75 1,75	5,0 0
Св. 5600 до 6300	7,9 4,8	4,95 1,85	3,82 0,72	3,1 0	9,8 4,8	6,85 1,85	5,0 0
Св. 6300 до 7100	9,3 5,4	6,0 2,1	4,7 0,8	3,9 0	11,6 5,4	8,3 2,1	6,2 0
Св. 7100 до 8000	10,1 6,2	6,1 2,2	4,7 0,8	3,9 0	12,4 6,2	8,4 2,2	6,2 0
Св. 8000 до 9000	11,6 6,8	7,2 2,4	5,68 0,88	4,8 0	14,4 6,8	10,0 2,4	7,6 0
Св. 9000 до 10 000	12,4 7,6	7,4 2,6	5,68 0,88	4,8 0	15,2 7,6	10,2 2,6	7,6 0

1.54. Предельные натяги в посадках с натягом при размерах св. 3150 до 10 000 мм (по СТ СЭВ 177—75)

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия				
	$\frac{H6}{p6}$	$\frac{H6}{r6}$	$\frac{H6}{s6}$	$\frac{H6}{t6}$	$\frac{H6}{u6}$
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мм				
Св. 3150 до 3550	0,455 0,125	0,845 0,515	1,765 1,435	2,565 2,235	3,765 3,435
Св. 3550 до 4000	0,455 0,125	0,885 0,555	1,915 1,585	2,765 2,435	4,165 3,835
Св. 4000 до 4500	0,560 0,160	1,040 0,640	2,200 1,800	3,200 2,800	4,800 4,400
Св. 4500 до 5000	0,560 0,160	1,100 0,700	2,400 2,000	3,500 3,100	5,200 4,800
Св. 5000 до 5600	0,690 0,190	1,300 0,800	2,750 2,250	3,950 3,450	5,850 5,350
Св. 5600 до 6300	0,690 0,190	1,350 0,850	3,050 2,550	4,350 3,850	6,650 6,150

Продолжение табл. 1.54

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия				
	$\frac{H6}{p6}$	$\frac{H6}{r6}$	$\frac{H6}{s6}$	$\frac{H6}{t6}$	$\frac{H6}{u6}$
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мм				
Св. 6300 до 7100	0,850 0,230	1,610 0,990	3,510 2,890	5,010 4,390	7,510 6,890
Св. 7100 до 8000	0,850 0,230	1,710 1,090	3,810 3,190	5,510 4,890	8,310 7,690
Св. 8000 до 9000	1,060 0,300	2,030 1,270	4,380 3,620	6,380 5,620	9,380 8,620
Св. 9000 до 10 000	1,060 0,300	2,130 1,370	4,780 4,020	6,980 6,220	10,380 9,620

Продолжение табл. 1.54

Номинальные размеры, мм	Посадки в системе отверстия				
	$\frac{H7}{p7}$	$\frac{H7}{r7}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t7}$	$\frac{H7}{u7}$
	Предельные натяги $\frac{N_{max}}{N_{min}}$, мм				
Св. 3150 до 3550	0,55 0,03	0,94 0,42	1,86 1,34	2,66 2,14	3,86 3,34
Св. 3550 до 4000	0,55 0,03	0,98 0,46	2,01 1,49	2,86 2,34	4,26 3,74
Св. 4000 до 4500	0,68 0,04	1,16 0,52	2,32 1,68	3,32 2,68	4,92 4,28
Св. 4500 до 5000	0,68 0,04	1,22 0,58	2,52 1,88	3,62 2,98	5,32 4,68
Св. 5000 до 5600	0,84 0,04	1,45 0,65	2,90 2,10	4,10 3,30	6,00 5,20
Св. 5600 до 6300	0,84 0,04	1,50 0,70	3,20 2,40	4,50 3,70	6,80 6,00
Св. 6300 до 7100	1,03 0,05	1,79 0,81	3,69 2,71	5,19 4,21	7,69 6,71
Св. 7100 до 8000	1,03 0,05	1,89 0,91	3,99 3,01	5,69 4,71	8,49 7,51
Св. 8000 до 9000	1,28 0,08	2,25 1,05	4,60 3,40	6,60 5,40	9,60 8,40
Св. 9000 до 10 000	1,28 0,08	2,35 1,15	5,00 3,80	7,20 6,00	10,60 9,40

Примечание. Посадки с натягами в системе вала в СТ СЭВ 177—75 не предусмотрены.

НЕУКАЗАННЫЕ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Предельные отклонения, не указанные непосредственно после номинальных размеров, а оговоренные общей записью в технических требованиях чертежа, называются *неуказанными предельными отклонениями*. Неуказанными могут быть только предельные отклонения относительно низкой точности.

Основные правила назначения неуказанных предельных отклонений размеров установлены в СТ СЭВ 302—76. Этот стандарт распространяется на элементы металлических деталей, обработанные резанием. Но его применение рекомендуется и для деталей из других материалов или полученных другими способами обработки и формообразования, если для этих материалов и способов обработки нет отдельных стандартов на неуказанные предельные отклонения размеров.

Для линейных размеров, кроме радиусов закругления и фасок, неуказанные предельные отклонения могут быть назначены либо на основе квалитетов по СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75 (по 11—13 квалитетам для размеров менее 1 мм и по 12—17 квалитетам для размеров от 1 до 10 000 мм), либо на основе специальных классов точности неуказанных предельных отклонений, установленных в СТ СЭВ 302—76. Эти классы точности имеют условные наименования «точный», «средний», «грубый», «очень грубый». Допуски по ним обозначаются соответственно t_1, t_2, t_3 и t_4 и получены грубым округлением допусков по 12, 14, 16 и 17-му квалитетам при укрупненных интервалах номинальных размеров.

Для размеров валов и отверстий неуказанные предельные отклонения допускается назначать как односторонними — «в тело» материала (для валов от нуля в минус, для отверстий от нуля в плюс), так и симметричными. Для размеров элементов, не относящихся к валам или отверстиям, назначаются только симметричные неуказанные предельные отклонения.

Согласно СТ СЭВ 302—76 допускается четыре варианта назначения неуказанных предельных отклонений линейных размеров (табл. 1.55). При каждом из этих вариантов в общей записи может быть оговорен любой уровень точности, предусмотренный квалитетами или классами точности для неуказанных отклонений. Но в одной записи должна быть ссылка только на один квалитет, один класс точности или один квалитет и соответствующий ему класс точности. Отклонения по 13-му квалитету могут сочетаться в одной общей записи с классом «средний», а по 15-му квалитету — с классом точности «грубый». Для размеров металлических деталей, обработанных резанием, рекомендован 14-й квалитет и «средний» класс точности. Все предельные отклонения, которые по конструктивным особенностям или технологическим условиям должны отличаться от установленных в общей записи (в сторону увеличения или уменьшения допуска или иным расположением поля допуска), следует указывать непосредственно у номинальных размеров. Например, если общая запись соответствует 3-му варианту по табл. 1.55 (все неуказанные отклонения размеров симметричные), то все необходимые односторонние отклонения должны быть указаны у размеров и должны назначаться только по квалитетам СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 177—75, а не по классам точности.

Выбор одного из вариантов общей записи по табл. 1.55 зависит от конструктивных и технологических требований, а также в некоторой степени связан с традициями машиностроительного производства в отдельных странах — членах СЭВ. По мнению авторов предпочтение следует отдать применению варианта 1. Устанавливаемые этим вариантом односторонние предельные отклонения «в тело» для валов и отверстий по квалитетам способствуют снижению массы деталей и экономии материалов, гарантируют соблюдение предписанных зазоров, свободный проход деталей в других деталях при сборке. Они обеспечивают также унификацию технологических процессов, размеров заготовок, межоперационных размеров, инструментов и калибров, применяемых для однотипных элементов с неуказанными и указанными предельными отклонениями, так как

1.55. Варианты назначения неуказанных предельных отклонений линейных размеров (по СТ СЭВ 302—76)

Вариант	Линейные размеры (кроме радиусов закругления и фасок)				
	валов		отверстий		элементов, не относящихся к валам и отверстиям
	с круглым сечением (диаметры)	остальных	с круглым сечением (диаметры)	остальных	
	Сочетание неуказанных предельных отклонений в одной общей записи				
1	$-IT\,(h)$		$+IT\,(H)$		$\pm t/2$
2	$-t$		$+t$		$\pm t/2$
3	$\pm t/2$				
4	$-IT\,(h)$	$\pm t/2$	$+IT\,(H)$	$\pm t/2$	$\pm t/2$

Примечания. 1. В таблице приняты следующие обозначения: $-IT$; $-t$ — односторонние отклонения от нуля в минус соответственно по квалитету (поле допуска с основным отклонением h) или классу точности; $+IT$; $+t$ — односторонние отклонения от нуля в плюс соответственно по квалитету (поле допуска с основным отклонением H) или классу точности; $\pm t/2$ — симметричные отклонения по классу точности. 2. Обозначения, принятые в табл. 1.55, не связаны с обозначениями, применяемыми в общей записи на чертеже. 3. Примеры элементов деталей, относящихся к валам и отверстиям, и элементов, не относящихся к валам и отверстиям, показаны на рис. 1.18. 4. В общей записи допускается назначать симметричные предельные отклонения по квалитетам ($\pm IT/2$). 5. Применение варианта 1 предпочтительно; варианты 3 и 4 следует применять лишь в обоснованных случаях; вариант 2 применять не рекомендуется.

последние, как правило, назначают «в тело» и только по квалитетам. Для размеров элементов, не относящихся к валам и отверстиям, приведенные выше соображения не имеют места или не являются решающими, поэтому для них рациональней пользоваться симметричными предельными отклонениями по классам точности, получившими распространение в мировой промышленной практике. Вариант 1 по табл. 1.55 соответствует также рекомендациям, которые содержались в ранее действовавшем ОСТ 1010 на «большие допуски».

Классификация конструктивных элементов деталей по трем группам (валы, отверстия и элементы, не относящиеся к валам и отверстиям) показана на рис. 1.18. К размерам третьей группы относятся уступы, глубины отверстий, высоты выступов, расстояния между осями отверстий или плоскостями симметрии, размеры, определяющие расположение осей или плоскостей симметрии элементов (отверстий, пазов, выступов). В отдельных случаях, когда у конструктора имеется опасение, что тот или иной элемент при изготовлении и контроле будет ошибочно отнесен к другой группе, для размера этого элемента следует непосредственно указать предельные отклонения или применить запись по варианту 4 табл. 1.55.

Вариант 3 по табл. 1.55 следует применять лишь в обоснованных случаях, например когда из расчета размерной цепи или по условиям обработки, или формообразования все размеры должны иметь симметричные отклонения. Вариант 2 применять не рекомендуется.

Предельные отклонения размеров для разных уровней точности приведены в табл. 1.56—1.59.

Для радиусов закругления и фасок в СТ СЭВ 302—76 установлено два ряда особых (более грубых, чем для других линейных размеров) предельных отклонений. Применение этих рядов связано с квалитетом или классом точности, предписанным в общей записи для других линейных размеров (см. табл. 1.56—1.59).

Подобным же образом в СТ СЭВ 302—76 регламентируются неуказанные предельные отклонения углов (см. п. 4.1).

Общие записи в технических требованиях чертежа о неуказанных предельных отклонениях рекомендуется давать условными обозначениями, например (для отклонений по 14-му квалитету и классу точности «средний»):

по варианту 1: $H14$; $h14$; $\pm\frac{t_2}{2}$ или $H14$; $h14$; $\pm\frac{IT14}{2}$;

» » 2: $+t_2$; $-t_2$; $\pm\frac{t_2}{2}$;

» » 3: $\pm\frac{t_2}{2}$ или $\pm\frac{IT14}{2}$;

» » 4: $\varnothing$ $H14$; $\varnothing$ $h14$; $\pm\frac{t_2}{2}$ или $\varnothing$ $H14$; $\varnothing$ $h14$; $\pm\frac{IT14}{2}$.

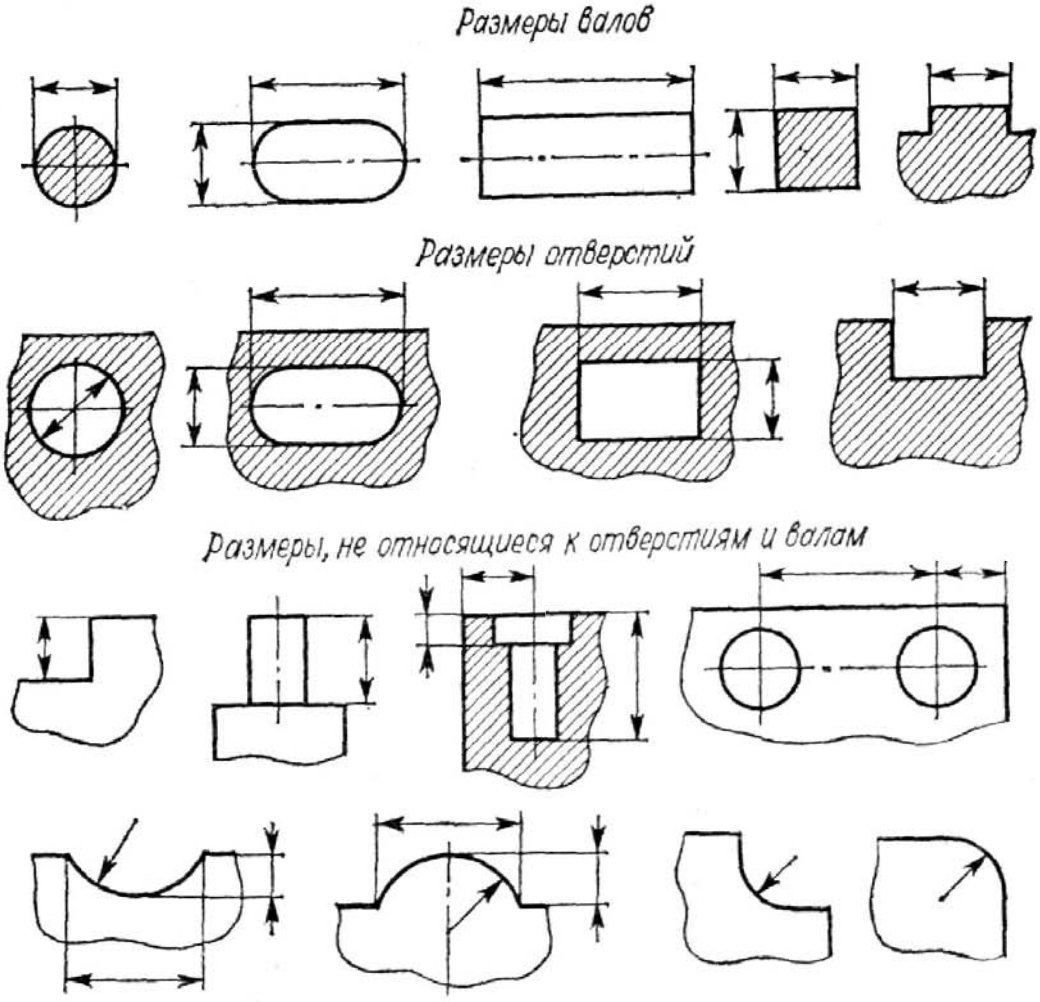


Рис. 1.18

Допускается дополнять условные обозначения поясняющими словами, например, «Неуказанные предельные отклонения размеров: $H14$; $h14$; $\pm\frac{t_2}{2}$» или «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий по $H14$, валов по $h14$, остальных $\pm\frac{t_2}{2}$».

Неуказанные предельные отклонения радиусов закругления, фасок и углов в общей записи не оговариваются, а выполняются непосредственно по таблицам СТ СЭВ 302—76.

1.56. Неуказанные предельные отклонения линейных размеров по 12-му квалитету и классу точности «точный» (СТ СЭВ 302—76)

Номинальные размеры, мм	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*12	*H*12	± *t*/2	
До 0,3	0 −0,1	+0,1 0	—	—
От 0,3 до 0,5			—	±0,1
Св. 0,5 до 1			±0,05	
Св. 1 до 3				±0,2
Св. 3 до 6	0 −0,12	+0,12 0	±0,05	±0,3
Св. 6 до 10	0 −0,15	+0,15 0	±0,1	±0,5
Св. 10 до 18	0 −0,18	+0,18 0		
Св. 18 до 30	0 −0,21	+0,21 0		
Св. 30 до 50	0 −0,25	+0,25 0	±0,15	±1
Св. 50 до 80	0 −0,3	+0,3 0		
Св. 80 до 120	0 −0,35	+0,35 0		
Св. 120 до 180	0 −0,4	+0,4 0	±0,2	±2
Св. 180 до 250	0 −0,46	+0,46 0		
Св. 250 до 315	0 −0,52	+0,52 0		
Св. 315 до 400	0 −0,57	+0,57 0	±0,3	±4
Св. 400 до 500	0 −0,63	+0,63 0		
Св. 500 до 630	0 −0,7	+0,7 0		

Продолжение табл. 1.56

Номинальные размеры, мм	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*12	*H*12	$\pm t/2$	
Св. 630 до 800	$\begin{matrix}0\\-0{,}8\end{matrix}$	$\begin{matrix}+0{,}8\\0\end{matrix}$	±0,3	±4
Св. 800 до 1000	$\begin{matrix}0\\-0{,}9\end{matrix}$	$\begin{matrix}+0{,}9\\0\end{matrix}$		
Св. 1000 до 1250	$\begin{matrix}0\\-1{,}05\end{matrix}$	$\begin{matrix}+1{,}05\\0\end{matrix}$	±0,5	—
Св. 1250 до 1600	$\begin{matrix}0\\-1{,}25\end{matrix}$	$\begin{matrix}+1{,}25\\0\end{matrix}$		
Св. 1600 до 2000	$\begin{matrix}0\\-1{,}5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+1{,}5\\0\end{matrix}$		
Св. 2000 до 2500	$\begin{matrix}0\\-1{,}75\end{matrix}$	$\begin{matrix}+1{,}75\\0\end{matrix}$	±0,8	
Св. 2500 до 3150	$\begin{matrix}0\\-2{,}1\end{matrix}$	$\begin{matrix}+2{,}1\\0\end{matrix}$		
Св. 3150 до 4000	$\begin{matrix}0\\-2{,}6\end{matrix}$	$\begin{matrix}+2{,}6\\0\end{matrix}$	±1,2	
Св. 4000 до 5000	$\begin{matrix}0\\-3{,}2\end{matrix}$	$\begin{matrix}+3{,}2\\0\end{matrix}$		
Св. 5000 до 6300	$\begin{matrix}0\\-4\end{matrix}$	$\begin{matrix}+4\\0\end{matrix}$	±2	
Св. 6300 до 8000	$\begin{matrix}0\\-4{,}9\end{matrix}$	$\begin{matrix}+4{,}9\\0\end{matrix}$		
Св. 8000 до 10 000	$\begin{matrix}0\\-6\end{matrix}$	$\begin{matrix}+6\\0\end{matrix}$	±3	

* При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем валам (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам валов с круглым сечением.

** При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем отверстиям (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам отверстий с круглым сечением.

*** При варианте 3 по табл. 1.55 предельные отклонения в данной графе относятся ко всем линейным размерам, кроме радиусов закругления и фасок, при варианте 4 — ко всем линейным размерам, кроме диаметров валов и отверстий с круглым сечением, радиусов закругления и фасок.

1.57. Неуказанные предельные отклонения линейных размеров по 14-му квалитету и классу точности «средний» (СТ СЭВ 302—76)

Номинальные размеры, мм	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*14	*H*14	± *t*/2	
От 0,3 до 0,5	—	—	—	±0,1
Св. 0,5 до 1			±0,1	
Св. 1 до 3	$^{0}_{-0,25}$	$^{+0,25}_{0}$		±0,2
Св. 3 до 6	$^{0}_{-0,3}$	$^{+0,3}_{0}$	±0,1	±0,3
Св. 6 до 10	$^{0}_{-0,36}$	$^{+0,36}_{0}$	±0,2	±0,5
Св. 10 до 18	$^{0}_{-0,43}$	$^{+0,43}_{0}$		
Св. 18 до 30	$^{0}_{-0,52}$	$^{+0,52}_{0}$		
Св. 30 до 50	$^{0}_{-0,62}$	$^{+0,62}_{0}$	±0,3	±1
Св. 50 до 80	$^{0}_{-0,74}$	$^{+0,74}_{0}$		
Св. 80 до 120	$^{0}_{-0,87}$	$^{+0,87}_{0}$		
Св. 120 до 180	$^{0}_{-1}$	$^{+1}_{0}$	±0,5	±2
Св. 180 до 250	$^{0}_{-1,15}$	$^{+1,15}_{0}$		
Св. 250 до 315	$^{0}_{-1,3}$	$^{+1,3}_{0}$		
Св. 315 до 400	$^{0}_{-1,4}$	$^{+1,4}_{0}$	±0,8	±4
Св. 400 до 500	$^{0}_{-1,55}$	$^{+1,55}_{0}$		

Продолжение табл. 1.57

Номинальные размеры, мм	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	$h14$	$H14$	$\pm t/2$	
Св. 500 до 630	$\begin{matrix}0\\-1{,}75\end{matrix}$	$\begin{matrix}+1{,}75\\0\end{matrix}$	±0,8	±4
Св. 630 до 800	$\begin{matrix}0\\-2\end{matrix}$	$\begin{matrix}+2\\0\end{matrix}$		
Св. 800 до 1000	$\begin{matrix}0\\-2{,}3\end{matrix}$	$\begin{matrix}+2{,}3\\0\end{matrix}$		
Св. 1000 до 1250	$\begin{matrix}0\\-2{,}6\end{matrix}$	$\begin{matrix}+2{,}6\\0\end{matrix}$	±1,2	—
Св. 1250 до 1600	$\begin{matrix}0\\-3{,}1\end{matrix}$	$\begin{matrix}+3{,}1\\0\end{matrix}$		
Св. 1600 до 2000	$\begin{matrix}0\\-3{,}7\end{matrix}$	$\begin{matrix}+3{,}7\\0\end{matrix}$		
Св. 2000 до 2500	$\begin{matrix}0\\-4{,}4\end{matrix}$	$\begin{matrix}+4{,}4\\0\end{matrix}$	±2	
Св. 2500 до 3150	$\begin{matrix}0\\-5{,}4\end{matrix}$	$\begin{matrix}+5{,}4\\0\end{matrix}$		
Св. 3150 до 4000	$\begin{matrix}0\\-6{,}6\end{matrix}$	$\begin{matrix}+6{,}6\\0\end{matrix}$	±3	
Св. 4000 до 5000	$\begin{matrix}0\\-8\end{matrix}$	$\begin{matrix}+8\\0\end{matrix}$		
Св. 5000 до 6300	$\begin{matrix}0\\-9{,}8\end{matrix}$	$\begin{matrix}+9{,}8\\0\end{matrix}$	±5	
Св. 6300 до 8000	$\begin{matrix}0\\-12\end{matrix}$	$\begin{matrix}+12\\0\end{matrix}$		
Св. 8000 до 10 000	$\begin{matrix}0\\-15\end{matrix}$	$\begin{matrix}+15\\0\end{matrix}$	±8	

* При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем валам (см рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам валов с круглым сечением.

** При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем отверстиям (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам отверстий с круглым сечением.

*** При варианте 3 по табл. 1.55 предельные отклонения в данной графе относятся ко всем линейным размерам, кроме радиусов закругления и фасок, при варианте 4 — ко всем линейным размерам, кроме диаметров валов и отверстий с круглым сечением, радиусов закруглений и фасок.

1.58. Неуказанные предельные отклонения линейных размеров по 16-му квалитету и классу точности «грубый» (СТ СЭВ 302—76)

Номинальные размеры, мм	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*16	*H*16	$\pm t/2$	
От 0,3 до 0,5	—	—	—	±0,1
Св. 0,5 до 1			±0,15	
Св. 1 до 3	$^{0}_{-0,6}$	$^{+0,6}_{0}$		±0,2
Св. 3 до 6	$^{0}_{-0,75}$	$^{+0,75}_{0}$	±0,2	±0,3
Св. 6 до 10	$^{0}_{-0,9}$	$^{+0,9}_{0}$	±0,5	±0,5
Св. 10 до 18	$^{0}_{-1,1}$	$^{+1,1}_{0}$		
Св. 18 до 30	$^{0}_{-1,3}$	$^{+1,3}_{0}$		
Св. 30 до 50	$^{0}_{-1,6}$	$^{+1,6}_{0}$	±0,8	±0,8
Св. 50 до 80	$^{0}_{-1,9}$	$^{+1,9}_{0}$		
Св. 80 до 120	$^{0}_{-2,2}$	$^{+2,2}_{0}$		
Св. 120 до 180	$^{0}_{-2,5}$	$^{+2,5}_{0}$	±1,2	±2
Св. 180 до 250	$^{0}_{-2,9}$	$^{+2,9}_{0}$		
Св. 250 до 315	$^{0}_{-3,2}$	$^{+3,2}_{0}$		
Св. 315 до 400	$^{0}_{-3,6}$	$^{+3,6}_{0}$	±2	±4
Св. 400 до 500	$^{0}_{-4}$	$^{+4}_{0}$		

Продолжение табл. 1.58

Номинальные размеры, мм	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*16	*H*16	$\pm t/2$	
Св. 500 до 630	$\begin{matrix}0\\-4{,}4\end{matrix}$	$\begin{matrix}+4{,}4\\0\end{matrix}$	±2	±4
Св. 630 до 800	$\begin{matrix}0\\-5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+5\\0\end{matrix}$		
Св. 800 до 1000	$\begin{matrix}0\\-5{,}6\end{matrix}$	$\begin{matrix}+5{,}6\\0\end{matrix}$		
Св. 1000 до 1250	$\begin{matrix}0\\-6{,}6\end{matrix}$	$\begin{matrix}+6{,}6\\0\end{matrix}$	±3	—
Св. 1250 до 1600	$\begin{matrix}0\\-7{,}8\end{matrix}$	$\begin{matrix}+7{,}8\\0\end{matrix}$		
Св. 1600 до 2000	$\begin{matrix}0\\-9{,}2\end{matrix}$	$\begin{matrix}+9{,}2\\0\end{matrix}$		
Св. 2000 до 2500	$\begin{matrix}0\\-11\end{matrix}$	$\begin{matrix}+11\\0\end{matrix}$	±5	
Св. 2500 до 3150	$\begin{matrix}0\\-13{,}5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+13{,}5\\0\end{matrix}$		
Св. 3150 до 4000	$\begin{matrix}0\\-16{,}5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+16{,}5\\0\end{matrix}$	±8	
Св. 4000 до 5000	$\begin{matrix}0\\-20\end{matrix}$	$\begin{matrix}+20\\0\end{matrix}$		
Св. 5000 до 6300	$\begin{matrix}0\\-25\end{matrix}$	$\begin{matrix}+25\\0\end{matrix}$	±12	
Св. 6300 до 8000	$\begin{matrix}0\\-31\end{matrix}$	$\begin{matrix}+31\\0\end{matrix}$		
Св. 8000 до 10 000	$\begin{matrix}0\\-38\end{matrix}$	$\begin{matrix}+38\\0\end{matrix}$	±20	

* При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем валам (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам валов с круглым сечением.

** При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем отверстиям (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам отверстий с круглым сечением.

*** При варианте 3 по табл. 1.55 предельные отклонения в данной графе относятся ко всем линейным размерам, кроме радиусов закругления и фасок, при варианте 4 — ко всем линейным размерам, кроме диаметров валов и отверстий с круглым сечением, радиусов закругления и фасок.

1.59. Неуказанные предельные отклонения линейных размеров по 17-му квалитету и классу точности «очень грубый» (по СТ СЭВ 302—76)

Номинальные размеры,	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*17	*H*17	$\pm t/2$	
Св. 0,5 до 1	—	—	±0,15	—
Св. 1 до 3	$^{0}_{-1}$	$^{+1}_{0}$		±0,3
Св. 3 до 6	$^{0}_{-1,2}$	$^{+1,2}_{0}$	±0,5	±0,5
Св. 6 до 10	$^{0}_{-1,5}$	$^{+1,5}_{0}$	±1	±1
Св. 10 до 18	$^{0}_{-1,8}$	$^{+1,8}_{0}$		
Св. 18 до 30	$^{0}_{-2,1}$	$^{+2,1}_{0}$		
Св. 30 до 50	$^{0}_{-2,5}$	$^{+2,5}_{0}$	±1,5	±2
Св. 50 до 80	$^{0}_{-3}$	$^{+3}_{0}$		
Св. 80 до 120	$^{0}_{-3,5}$	$^{+3,5}_{0}$		
Св. 120 до 180	$^{0}_{-4}$	$^{+4}_{0}$	±2	±4
Св. 180 до 250	$^{0}_{-4,6}$	$^{+4,6}_{0}$		
Св. 250 до 315	$^{0}_{-5,2}$	$^{+5,2}_{0}$		
Св. 315 до 400	$^{0}_{-5,7}$	$^{+5,7}_{0}$	±3	±8
Св. 400 до 500	$^{0}_{-6,3}$	$^{+6,3}_{0}$		

Продолжение табл. 1.59

Номинальные размеры	Неуказанные предельные отклонения размеров, мм			
	валов *	отверстий **	прочих элементов *** (кроме радиусов закругления и фасок)	радиусов закругления и фасок
	*h*17	*H*17	$\pm t/2$	
Св. 500 до 630	$\begin{matrix}0\\-7\end{matrix}$	$\begin{matrix}+7\\0\end{matrix}$	±3	±3
Св. 630 до 800	$\begin{matrix}0\\-8\end{matrix}$	$\begin{matrix}+8\\0\end{matrix}$		
Св. 800 до 1000	$\begin{matrix}0\\-9\end{matrix}$	$\begin{matrix}+9\\0\end{matrix}$		
Св. 1000 до 1250	$\begin{matrix}0\\-10,5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+10,5\\0\end{matrix}$	±5	—
Св. 1250 до 1600	$\begin{matrix}0\\-12,5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+12,5\\0\end{matrix}$		
Св. 1600 до 2000	$\begin{matrix}0\\-15\end{matrix}$	$\begin{matrix}+15\\0\end{matrix}$		
Св. 2000 до 2500	$\begin{matrix}0\\-17,5\end{matrix}$	$\begin{matrix}+17,5\\0\end{matrix}$	±8	
Св. 2500 до 3150	$\begin{matrix}0\\-21\end{matrix}$	$\begin{matrix}+21\\0\end{matrix}$		
Св. 3150 до 4000	$\begin{matrix}0\\-26\end{matrix}$	$\begin{matrix}+26\\0\end{matrix}$	±12	
Св. 4000 до 5000	$\begin{matrix}0\\-32\end{matrix}$	$\begin{matrix}+32\\0\end{matrix}$		
Св. 5000 до 6300	$\begin{matrix}0\\-40\end{matrix}$	$\begin{matrix}+40\\0\end{matrix}$	±20	
Св. 6300 до 8000	$\begin{matrix}0\\-49\end{matrix}$	$\begin{matrix}+49\\0\end{matrix}$		
Св. 8000 до 10 000	$\begin{matrix}0\\-60\end{matrix}$	$\begin{matrix}+60\\0\end{matrix}$	±30	

* При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем валам (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам валов с круглым сечением.

** При варианте 1 по табл. 1.55 предельные отклонения относятся ко всем отверстиям (см. рис. 1.18), при варианте 4 — только к диаметрам отверстий с круглым сечением.

*** При варианте 3 по табл. 1.55 предельные отклонения в данной графе относятся ко всем линейным размерам, кроме радиусов закругления и фасок, при варианте 4 — ко всем линейным размерам, кроме диаметров валов и отверстий с круглым сечением, радиусов закругления и фасок.

Если все линейные размеры, кроме радиусов закругления и фасок, указаны с предельными отклонениями, то неуказанные предельные отклонения радиусов закругления, фасок и углов должны соответствовать приведенным в табл. 1.56—1.58.

КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ

Соответствие размеров изготовленных деталей требованиям (предельным отклонениям), установленным при проектировании изделия, определяется с помощью контроля. Контроль может осуществляться путем измерения размеров деталей универсальными измерительными средствами (приборами), позволяющими установить действительные значения размеров, которые затем сравни-



Рис. 1.19

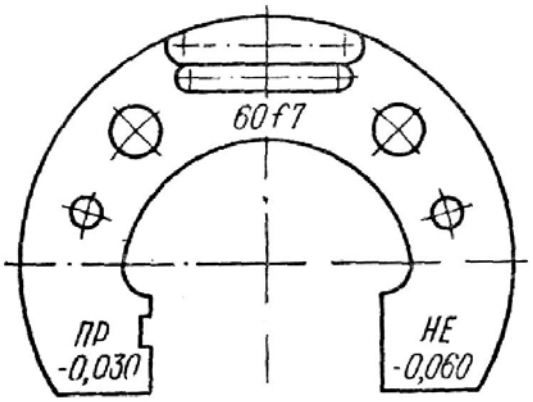


Рис. 1.20

ваются с установленными предельными размерами. Широко также распространен, особенно для сопрягаемых размеров, способ контроля предельными калибрами, при котором действительные размеры детали непосредственно не определяются, а лишь устанавливаются, находятся они в заданных пределах или выходят за них.

Чаще всего предельные калибры для контроля отверстий выполняются в виде пробок (рис. 1.19), для контроля валов — в виде скоб (рис. 1.20). Для контроля каждого размера необходимо два предельных калибра — проходной и непроходной, которые конструктивно могут быть объединены (в этом случае различают проходную и непроходную стороны калибра). Проходной калибр маркируется буквами ПР, а непроходной — буквами НЕ. Дополнительно в маркировку калибра вносят номинальный размер, предельные отклонения и условное обозначение поля допуска контролируемого размера. Например, двухпредельная пробка, изображенная на рис. 1.19, предназначена для контроля отверстия $60H7$ ($ES = +0{,}030$ мм, $EI = 0$), а двухпредельная скоба (рис. 1.20) — для контроля вала $60f7$ ($es = -0{,}030$ мм, $ei = -0{,}060$ мм).

Проходная сторона пробки соответствует наименьшему предельному размеру отверстия (в приведенном примере диаметру 60 мм), а непроходная — наибольшему (диаметру 60,03 мм). Отверстие будет годным, если проходная сторона пробки ПР свободно войдет в него, а непроходная НЕ войти не сможет. Если проходная сторона пробки не войдет в отверстие, то деталь должна быть забракована, так как действительный размер ее будет меньше наименьшего предельного размера. Если через отверстие пройдет непроходная сторона пробки, то деталь также будет забракована, так как действительный размер будет больше наибольшего предельного. Аналогично осуществляется контроль вала с помощью скобы, у которой сторона ПР соответствует наибольшему предельному размеру вала (в приведенном примере диаметру 59,97 мм), а сторона НЕ — наименьшему (диаметру 59,94 мм).

Для контроля особо точных изделий с допусками точнее 6-го квалитета предельные калибры не предусмотрены.

Допуски на изготовление и износ предельных калибров для контроля валов и отверстий с размерами до 500 мм и допусками по 6—17-му квалитетам установлены в ГОСТ 24853—81, а исполнительные размеры этих калибров приведены в ГОСТ 21401—75. В справочнике эти вопросы подробно не рассматриваются.

Основным фактором, определяющим возможность применения того или иного измерительного прибора, является суммарная погрешность измерения с помощью этого прибора, включающая все составляющие, зависящие от самого прибора, установочных мер, базирования, температурных погрешностей и др. Допускаемые

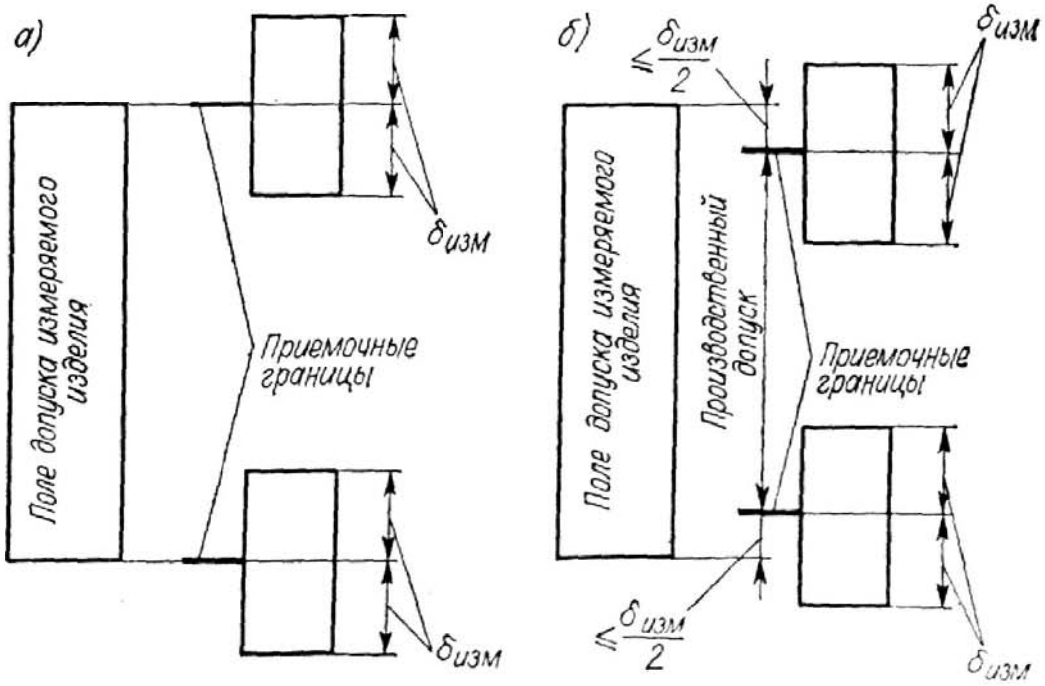


Рис. 1.21

погрешности измерения линейных размеров до 500 мм стандартизованы (ГОСТ 8.051—81) и устанавливаются в зависимости от допуска размера измеряемого изделия (табл. 1.60).

Погрешности измерения оказывают влияние на результаты измерения [20], которые оцениваются следующими параметрами:

m — количеством неправильно принятых деталей, имеющих размеры, выходящие за пределы поля допуска;

n — количеством неправильно забракованных деталей, имеющих размеры, не выходящие за пределы поля допуска;

c — вероятностным предельным значением выхода размера за пределы поля допуска у неправильно принятых деталей.

Параметры m, n и c зависят от точности измерения, характеризуемой соотношением $A_{мет\,(\sigma)}$ между средним квадратическим отклонением погрешности измерения ($\sigma_{изм}$) и допуском контролируемого размера,

$$A_{мет\,(\sigma)} = \frac{\sigma_{изм}}{T} 100\ \%, \qquad (1.42)$$

а также от точности изготовления, характеризуемой параметрами вероятностного распределения действительных размеров относительно поля допуска. Наибольшие значения параметров m, n и c при самых неблагоприятных характеристиках распределения погрешностей изготовления приведены в табл. 1.61.

Влияние погрешности измерения учитывается при установлении приемочных границ — тех значений размеров, по которым оценивается годность изделий при приемочном контроле. Возможны два способа:

1) приемочные границы устанавливаются равными предельным размерам изделия (рис. 1.21, *а*); этот способ предпочтителен;

1.60. Допускаемые погрешности измерения в зависимости от допуска измеряемого изделия (по СТ СЭВ 303—76)

Номинальные размеры, мм	Квалитет измеряемого изделия по СТ СЭВ 145—75															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Допускаемая погрешность измерения $\delta_{изм}$, мкм															
До 3	0,4	0,8	1,0	1,4	1,8	3	3	6	8	12	20	30	50	80	120	200
Св. 3 до 6	0,6	1,0	1,4	1,6	2,0	3	4	8	10	16	30	40	60	100	160	240
Св. 6 до 10	0,6	1,0	1,4	2,0	2,0	4	5	9	12	18	30	50	80	120	200	300
Св. 10 до 18	0,8	1,2	1,6	2,8	3,0	5	7	10	14	30	40	60	90	140	240	380
Св. 18 до 30	1,0	1,4	2,0	3,0	4,0	6	8	12	18	30	50	70	120	180	280	440
Св. 30 до 50	1,0	1,4	2,4	4,0	5,0	7	10	16	20	40	50	80	140	200	320	500
Св. 50 до 80	1,2	1,8	2,8	4,0	5,0	9	12	18	30	40	60	100	160	240	400	600
Св. 80 до 120	1,6	2,0	3,0	5,0	6,0	10	12	20	30	50	70	120	180	280	440	700
Св. 120 до 180	2,0	2,8	4,0	6,0	7,0	12	16	30	40	50	80	140	200	320	500	800
Св. 180 до 250	2,8	4,0	5,0	7,0	8,0	12	18	30	40	60	100	160	240	380	600	1000
Св. 250 до 315	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	14	20	30	50	70	120	180	260	440	700	1100
Св. 315 до 400	3,0	5,0	6,0	9,0	10,0	16	24	40	50	80	120	180	280	460	800	1200
Св. 400 до 500	4,0	5,0	6,0	9,0	12,0	18	26	40	50	80	140	200	320	500	800	1400

Примечание. Допускаемые погрешности измерения изделий с допусками по системе ОСТ принимаются такими же, как для квалитета, соответствующего данному классу точности по системе ОСТ (см. табл. 1.66). При допусках изделий, отличающихся от допусков по квалитетам СТ СЭВ 145—75, допускаемая погрешность измерения принимается по квалитету, содержащему ближайшее меньшее значение допуска для соответствующего номинального размера (см. табл. 1.8).

2) приемочные границы устанавливаются смещенными относительно предельных размеров внутрь поля допуска изделия (устанавливается уменьшенный производственный допуск) — рис. 1.21, *б*. При введении производственного допуска смещение каждой приемочной границы относительно границы поля допуска не должно превышать половины допускаемой погрешности измерения по табл. 1.60.

Конструктор при назначении допусков и посадок должен учитывать влияние погрешности измерения на сборку и эксплуатационные показатели изделия, в осо-

1.61. Наибольшие значения параметров *m*, *n* и *c* в зависимости от значения $A_{мет}(\sigma)$ (по ГОСТ 8.051—81)

$A_{мет}(\sigma)$	*m*, %	*n*, %	*c*/*T*
1,6	0,37—0,39	0,7—0,75	0,01
3	0,87—0,9	1,2—1,3	0,03
5	1,6—1,7	2,0—2,25	0,06
8	2,6—2,8	3,4—3,7	0,1
10	3,1—3,5	4,5—4,75	0,14
12	3,75—4,1	5,4—5,8	0,17
16	5,0—5,4	7,8—8,25	0,25

Примечания: 1. Значения *m* и *n* приведены в процентах от общего количества измеренных деталей; первые значения соответствуют распределению погрешностей измерения по нормальному закону, вторые — по закону равной вероятности. 2. *T* — допуск размера измеряемой детали.

бенности в наиболее ответственных соединениях. Для этого по первоначально выбранному допуску определяется по табл. 1.60 допускаемая погрешность измерения ($\delta_{изм}$), а затем, принимая $\sigma_{изм} = 0{,}5\delta_{изм}$ (в соответствии с ГОСТ 8.051—81), по соотношению $A_{мет}(\sigma) = \frac{0{,}5\delta_{изм}}{T}\,100\,\%$ из табл. 1.61 определяются значения *m* и *c*. Если полученные значения можно оценить как несущественные для дальнейшего применения изделия, то выбранное поле допуска указывается в чертеже без каких-либо ограничений в выборе способа установления приемочных границ. Однако возможны и другие случаи, когда при принятии первоначально назначенных предельных размеров в качестве приемочных границ влияние параметров *m* и *c* будет оцениваться как существенно ухудшающее качество изделия. В этих случаях следует либо компенсировать это влияние погрешности измерения, назначив другое поле допуска (по более точному квалитету или с другим расположением), либо, не изменяя первоначально выбранного поля допуска, потребовать обязательного введения производственного допуска. Обычно необходимость введения производственного допуска для того или иного размера оговаривается в технических требованиях.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ

Температурный режим — один из важнейших элементов системы допусков и посадок, так как с ним связано суждение о годности изделия с точки зрения соответствия его размеров размерам, заданным чертежом, а также назначение допусков и посадок с учетом температурных влияний.

Согласно ГОСТ 8550—61 «Тепловые единицы» в качестве основной температурной шкалы принята термодинамическая шкала в градусах Кельвина (К), к которой, в конечном счете, может быть отнесено любое измерение температуры. Для практических измерений температуры предусмотрено применение международной практической температурной шкалы в градусах Цельсия (°С).

Соотношение между температурой в К (T) и температурой в °С (t) определяется уравнением $T = t + T_0$, где $T_0 = 273{,}15$ К. По ГОСТ 9249—59 в качестве нормальной принята температура $t = +20$ °С($T = 20+273{,}15 = 293{,}15$К). Значение этой стандартной температуры состоит в том, что предельные размеры должны соответствовать требованиям чертежа только в том случае, когда сами изделия и контрольно-измерительные средства, требующие учета влияния температуры (например, калибры), будут иметь температуру +20° С.

В тех случаях, когда действительная температура изделия или контрольно-измерительного средства отличается от нормальной, их размеры будут отклоняться от заданных значений. Величина этих отклонений зависит: от разности между действительной и нормальной температурами; от разности между коэффициентами линейного расширения материала детали и измерительного средства, которым деталь контролируется; от номинального размера контролируемого объекта.

Погрешность размера, вызываемая отклонением от нормальной температуры, выражается формулой

$$\Delta_l = l\,(\alpha_1\,\Delta t_1 - \alpha_2\,\Delta t_2), \qquad (1.43)$$

где Δ_l — погрешность размера; l — контролируемый размер; α_1 и α_2 — коэффициенты линейного расширения контролируемого объекта и измерительного средства; $\Delta t_1 = (t_1 - 20°)$ — разность между температурой контролируемого объекта и нормальной температурой; $\Delta t_2 = (t_2 - 20°)$ — разность между температурой измерительного средства и нормальной температурой.

Коэффициенты линейного расширения для различных материалов, применяющихся в машино- и приборостроении, приведены в табл. 1.62 и 1.63. Если $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$, то

$$\Delta_l = \Delta t\, l\,(\alpha_1 - \alpha_2), \qquad (1.44)$$

т. е. при выравнивании температур погрешность размера зависит от Δt, разности коэффициентов линейного расширения и номинального размера контролируемого объекта.

Если температура выравнена при 20° С ($\Delta t = 0$), то погрешность размера отсутствует ($\Delta_l = 0$ при любой разности коэффициентов линейного расширения).

Выравнивание температуры желательно как при контроле предельными калибрами, так и при измерении действительных размеров изделия.

В ГОСТ 8.050—73, устанавливающем нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений, а также в работах [20, 21] содержатся рекомендации по температурным условиям измерения (допускаемые отклонения температуры измеряемого объекта и средства измерения от нормального значения, кратковременные колебания температуры окружающей среды, время выдержки средства измерения в оговоренных температурных условиях и др.). При соблюдении этих условий температурная погрешность измерения размера может быть снижена до пренебрежимо малых значений. В других случаях при всех проверках размеров деталей следует учитывать температурные погрешности измерения, определяемые по формулам (1.43) и (1.44), так как эти погрешности могут достигать значительной величины.

Пример. Определить, насколько увеличился размер стального вала диаметром $100_{-0{,}023}$ мм, если его температура в процессе обработки была +60° С и измерение производилось измерительными средствами с нормальной температурой.

По формуле (1.43) при $l = 100$ мм, $\alpha = 11{,}5 \cdot 10^{-6}$ (табл. 1.62), $\Delta t_1 = 60 - 20 = 40$; $\Delta t_2 = 20 - 20 = 0$; $\Delta_l = 100 \cdot 11{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 40 = 0{,}046$ мм, что в два раза превышает величину заданного допуска.

Подобные вопросы могут возникать в конструкторской практике применительно к деталям, работающим при повышенных или пониженных температурах. В этом случае рабочие зазоры и натяги (в рабочем состоянии соединения) отличаются от тех значений, которые определяются по предельным размерам сопрягаемых деталей, отнесенным к нормальной температуре (обычно к нормальной

1.62. Коэффициенты линейного расширения для металлов и сплавов (21, 40, 41, 43]

Металл или сплав	Температурный перепад при нагревании деталей, °С										
	20—50	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
	Значение $\alpha \cdot 10^6$, $град^{-1}$ (мм на 1 мм и 1° С)										
Алюминий	—	23,9	24,3	25,3	26,5	—	—	—	—	—	—
Алюминиевые сплавы:											
деформируемые		22—24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
литейные		19—24,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Бронза алюминиевая		17,6	17,9	19,2	—	—	—	—	—	—	—
Бронза оловянистая		17,6	17,9	18,2	—	—	—	—	—	—	—
Висмут		13,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вольфрам		3,36 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Дюралюминий		22,6 *		—	—	—	—	—	—	—	—
Железо электролитическое	11,8	12,2	12,8	13,4	13,9	14,5	14,5	14,6	14,6	14,8	—
Золото	14,2	14,3	14,5	14,7	15,0	15,2	15,5	15,8	16,1	16,5	16,6
Инвар		1—2 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Иридий		6,6 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кобальт		12,7 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Константан	15 **	15,2 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Латуни:											
деформируемые		17—21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
литейные		17—21,6		—	—	—	—	—	—	—	—
Магналий		24,0 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Магний		26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	—	—	—	—	—
Магниевые сплавы:											
деформируемые		23,7—26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
литейные		22—26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Манганин		16,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Марганец		22,8	24,0	25,2	—	—	—	—	—	—	—
Монель-металл		14,0	—	15,0	—	—	—	—	—	—	—
Медь:											
техническая	16,9	16,6—17,1	17,1—17,2	17,6	18—18,1	18,6	—	—	—	—	—
электролитическая	16,9	17,0	17,3	17,6	17,9	18,3	—	—	—	—	—
Никель		13,3	13,9	14,4	15,1	15,2	15,5	15,8	16,0	16,3	—
Нихром	12,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,6 ***

Продолжение табл. 1.62

Металл или сплав	Температурный перепад при нагревании деталей, °С										
	20—50	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
	Значение $\alpha \cdot 10^6$, $град^{-1}$ (мм на 1 мм и 1° С)										
Олово	23,2	23,8	24,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Платина	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,2
Платино-иридий (Pt 90% — Ir 10%)		9,0 *	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Свинец	28,8	29,1	30,0	31,3	—	—	—	—	—	—	—
Серебро	19,6	19,6	19,8	20,0	20,3	20,6	21,0	21,4	21,8	22,4	—
Сталь углеродистая		10,6—12,2 ****	11,3—13	12,1—13,5	12,9—13,9	13,5—14,3	14,2—14,7	14,7—15			
Сталь жароупорная		16,0 *									
Сталь никелевая		20,0 *									
Сталь хромистая		11,2	11,8	12,4	13,0	13,6					
Сурьма	8,5—10,8	8,4—11	8,7—11,3	9,2—11,4	9,2—11,5	9,5—11,6	9,7—11,6				
Твердые сплавы		10—17 *									
Титан и его сплавы		8—8,4									
Хром		8,0 *									
Хром отожженный		6,6	7,3	7,9	8,4	8,8	9,1	9,1			
Чугун		8,7—11,1	8,5—11,6	10,1—12,2	11,5—12,7	12,9—13,2					
Цинк		39,5	39,7	39,7							
Цинковые сплавы (ЦАМ)		27—27,7									

Примечания: 1. Пример определения коэффициента линейного расширения α: для незакаленной углеродистой стали $\alpha \cdot 10^6 = 11{,}5$, откуда $\alpha = 11{,}5 \cdot 10^{-6}$ $град^{-1}$. 2. При приближенных расчетах для стальных и чугунных деталей можно принять, что при перепаде температур $\Delta t = 100°$ С одному миллиметру диаметра соединения соответствует расширение (сжатие) в 1 мкм. Например, при нагреве стального вала $d = 50$ мм до $t = 400°$ С его диаметр увеличится приблизительно на $50 \frac{400}{100} = 200$ мкм, т. е. будет равен примерно 50,2 мм. 3. В таблице даны наиболее часто используемые значения α.

* Для температурного перепада 0 — 100° С; ** для температуры 20° С; *** для температурного перепада 70—1000° С; **** для температурного перепада 0—100° С можно принимать: для стали незакаленной 11,5, для стали закаленной 12.

1.63. Коэффициенты линейного расширения различных материалов [40, 41, 43]

Материал	Температурный перепад, °С	$\alpha \cdot 10^6$, град$^{-1}$	Материал	Температурный перепад, °С	$\alpha \cdot 10^6$, град$^{-1}$
Бакелит	0—100	37—60	Пенопласт	0—100	78—80
Боксит	26—100	4,4	Плексиглас	0—100	90—130
Гетинакс	0—100	20	Полистирол	0—100	68
Дерево			Сера	0—100	9
дуб ∥ оси	2—34	4,9	Стекло оптическое	0—100	2—11
дуб ⊥ оси	2—34	54,4	Стекло кварцевое	0—100	0,4—0,6
сосна ∥ оси	2—34	5,4	Текстолит	0—100	23—41
сосна ⊥ оси	2—34	34,0	Фарфор	0—100	3
Кварц	0—100	8—14	Феррит	0—100	5—10
Каучук	16,7—25,3	77	Целлулоид	0—100	10—16
Монолит	0—100	25—45	Электрон	0—100	28,5
Нейзильбер	0—100	18	Этрол	0—100	12—16
Неоконденсит	0—100	20—35			

температуре близка температура сборки и поэтому условно говорят об отличии рабочих зазоров и натягов от сборочных).

Температурное изменение посадки Δ_t определяется по формулам [1].

для зазоров

$$\Delta_t^S = S_{(раб)} - S_{(сб)} = d_{н.\,с}\,(\alpha_D \cdot \Delta t_D - \alpha_d \cdot \Delta t_d); \qquad (1.45)$$

для натягов

$$\Delta_t^N = N_{(раб)} - N_{(сб)} = d_{н.\,с}\,(\alpha_d \cdot \Delta t_d - \alpha_D \cdot \Delta t_D), \qquad (1.46)$$

где Δ_t^S и Δ_t^N — изменение зазора и натяга, вызванное отличием рабочей температуры сопрягаемых деталей от нормальной; $S_{(раб)}$, $N_{(раб)}$ — рабочий зазор и рабочий натяг; $S_{(сб)}$, $N_{(сб)}$ — сборочный зазор и сборочный натяг (при нормальной температуре); α_D, α_d — коэффициенты линейного расширения материалов детали с отверстием и вала; $\Delta t_D = t_D - 20°$ — разность между рабочей температурой детали с отверстием и нормальной температурой; $\Delta t_d = t_d - 20°$ — разность между рабочей температурой вала и нормальной температурой.

При расчете температурного изменения посадки по формуле (1.45) знак плюс при значении Δ_t^S означает, что отклонение температуры от нормальной приводит к увеличению рабочего зазора (или уменьшению рабочего натяга). При расчете температурного изменения посадки по формуле (1.46) знак плюс при значении Δ_t^N означает, что отклонение температуры от нормальной приводит к увеличению рабочего натяга (или уменьшению рабочего зазора).

Значения Δt учитывают при расчете посадок.

Пример. Зазор между алюминиевой юбкой поршня и стенками стального цилиндра в рабочем состоянии установлен в пределах $S_{max\,(раб)} = 0{,}3$ мм; $S_{min\,(раб)} = 0{,}1$ мм при номинальном размере соединения $d_{н.\,с} = 150$ мм.

Определить сборочные зазоры, если $t_D = 110°$ С, $t_d = 180°$ С, $\alpha_D = 12 \times \times 10^{-6}$ град$^{-1}$; $\alpha_d = 24 \cdot 10^{-6}$ град$^{-1}$.

[1] В отдельных случаях под воздействием повышенной температуры размер отверстия может уменьшаться, например при местных нагревах небольших отверстий, расположенных в больших массах металла или при деформациях небольших и тонкостенных втулок, помещенных в нагревающихся корпусах. В этих случаях знак перед выражением $\alpha_D \cdot \Delta t_D$ в формулах (1.45) и (1.46) следует изменить на противоположный.

По формуле (1.45)

$$\Delta_t^S = 150\,[12\cdot10^{-6}\,(110-20) - 24\cdot10^{-6}\,(180-20)] = -0{,}423 \text{ мм}$$

зазор в рабочем состоянии уменьшается);

$$S_{\max\,(\text{сб})} = S_{\max\,(\text{раб})} - \Delta_t^S = 0{,}3 + 0{,}423 = 0{,}723 \text{ мм};$$

$$S_{\min\,(\text{сб})} = S_{\min\,(\text{раб})} - \Delta_t^S = 0{,}1 + 0{,}423 = 0{,}523 \text{ мм}.$$

Более подробно методика расчета посадок с учетом температурных изменений приведена в п. 1.6.

1.4. СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ОСТ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ОСТ

Система допусков и посадок ОСТ применялась в СССР до введения ЕСДП СЭВ и свое условное наименование получила по первым стандартам этой системы, которые назывались ОСТ [1]. В течение определенного времени система ОСТ применялась также в Болгарии, МНР, Румынии и некоторых других странах. Обзор стандартов на систему допусков и посадок ОСТ приведен в табл. 1.64.

В связи с осуществляемым переходом на ЕСДП СЭВ сведения по системе ОСТ приводятся в кратком изложении и в сопоставлении с аналогичными элементами ЕСДП СЭВ. Область распространения и основные понятия, принятые в системе ОСТ, в основном те же, что и в ЕСДП СЭВ (см. п. 1.1).

1.64. Стандарты на систему допусков и посадок ОСТ

Номинальные размеры, мм	Классы точности	Посадки	Система посадок	
			Система отверстия	Система вала
			Номер стандарта и год последней редакции	
Менее 0,1	08—5	С зазором и переходные	ГОСТ 8809—71	
От 0,1 до 1 (исключительно)	03—7	С зазором, переходные и с натягом	ГОСТ 3047—66 (1971 г.)	
От 1 до 500	02—09	С зазором, переходные и с натягом	ГОСТ 11472—69	
		С зазором и переходные	ОСТ НКМ 1011 (1959 г.)	ОСТ НКМ 1021 (1959 г.)
		С натягом	ОСТ НКМ 1041 (1937 г.)	—

[1] Первые стандарты системы ОСТ приняты в 1929 г. и распространялись на размеры от 1 до 500 мм и классы точности от 1 до 4-го. Разработка системы велась с 1924 г. комиссией под руководством проф. А. Д. Гатцука, созданной при Комитете эталонов и стандартов Главной палаты мер и весов. В дальнейшем система ОСТ дополнялась новыми классами точности и полями допусков, была распространена на размеры менее 1 мм и св. 500 до 10 000 мм.

Продолжение табл. 1.64

Номинальные размеры, мм	Классы точности	Посадки	Система посадок	
			Система отверстия	Система вала
			Номер стандарта и год последней редакции	
От 1 до 500	2	С зазором и переходные	ОСТ 1012 (1959 г.)	ОСТ 1022 (1959 г.)
		Горячая	ОСТ 1042 (1932 г.)	ОСТ 1142 (1932 г.)
		Прессовая	ОСТ 1043 (1959 г.)	ОСТ 1143 (1932 г.)
		Легко-прессовая	ОСТ 1044 (1931 г.)	—
	2а	С зазором, переходные и с натягом	ОСТ НКМ 1016 (1959 г.)	ОСТ НКМ 1026 (1959 г.)
	3	С зазором	ОСТ 1013 (1959 г.)	ОСТ 1023 (1959 г.)
		С натягом	ОСТ 1069 (1932 г.)	—
	3а	С зазором	ОСТ НКМ 1017 (1959 г.)	ОСТ НКМ 1027 (1959 г.)
	4	С зазором	ОСТ 1014 (1959 г.)	ОСТ 1024 (1959 г.)
	5	С зазором	ОСТ 1015 (1959 г.)	ОСТ 1025 (1959 г.)
	7—10	—	ОСТ 1010 (1971 г.)	
Св. 500 до 10 000	1—11	С зазором, переходные и с натягом	ГОСТ 2689—54 (1971 г.)	

Примечание. Общей вводной частью ко всем стандартам на допуски и посадки системы ОСТ является ГОСТ 7713—62, устанавливающий основные определения в области допусков и посадок (последняя редакция 1969 г.).

ИНТЕРВАЛЫ НОМИНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ

Общий диапазон номинальных размеров, охваченный системой ОСТ, составляет от 0 до 10 000 мм и разбит на четыре части: менее 0,1 мм; от 0,1 до 1 мм (не включая размер 1 мм); от 1 до 500 мм; свыше 500 до 10 000 мм. В пределах каждой из этих четырех частей установлены интервалы номинальных размеров. В основном они совпадают с интервалами, принятыми в ЕСДП СЭВ, за исключением размеров менее 1 мм и свыше 180 до 500 мм (табл. 1.65).

1.65. Сопоставление интервалов номинальных размеров по системе ОСТ и ЕСДП СЭВ

Интервалы номинальных размеров, мм			
в системе ОСТ		в ЕСДП СЭВ	
Основные	Промежуточные	Основные	Промежуточные
До 0,01 Св. 0,01 до 0,03 » 0,03 » 0,06 » 0,06 » 0,1 исключительно От 0,1 до 0,3 Св. 0,3 » 0,6 » 0,6 » 1 исключительно От 1 до 3	—	До 3	—
Св. 180 до 260	Св. 180 до 220	Св. 180 до 250	Св. 180 до 200 » 200 » 225
	Св. 220 до 260		Св. 225 до 250
Св. 260 до 360	Св. 260 до 310	Св. 250 до 315	Св. 250 до 280
			Св. 280 до 315
	Св. 310 до 360	Св. 315 до 400	Св. 315 до 355
			Св. 355 до 400
Св. 360 до 500	Св. 360 до 440		Св. 400 до 450
	Св. 440 до 500	Св. 400 до 500	Св. 450 до 500

Примечание. Интервалы номинальных размеров в диапазоне свыше 3 до 180 мм и свыше 500 до 10 000 мм в системах ОСТ и ЕСДП СЭВ совпадают.

ДОПУСКИ

В зависимости от допуска в системе ОСТ различают классы точности, обозначаемые числами в порядке убывания точности от 1 до 11-го. Для классов точности, введенных между 2-м и 3-м классами и между 3-м и 4-м, приняты обозначения 2а и 3а. Для введенных в более позднее время классов, точнее 1-го, приняты обозначения с нулем: 09, 08 и т. д. в порядке возрастания точности до класса 02.

Единица допуска в системе ОСТ ($ЕД_{ОСТ}$) выражается следующими зависимостями:

для размеров от 0,1 до 1 мм

$$ЕД_{ОСТ} \approx 0{,}45 \sqrt[3]{d_c} + \frac{0{,}02}{d_c + 0{,}1}; \qquad (1.47)$$

для размеров от 1 до 500 мм

$$ЕД_{ОСТ} \approx 0{,}5 \sqrt[3]{d_c}; \qquad (1.48)$$

для размеров свыше 500 до 10 000 мм

$$ЕД_{ОСТ} \approx 0{,}45 \sqrt[3]{d_c} + 0{,}001 d_c, \qquad (1.49)$$

где d_c — среднее арифметическое значение интервала номинальных размеров, мм; $ЕД_{ОСТ}$ — мкм.

Для размеров менее 0,1 мм единица допуска не устанавливалась.

Числовые значения допусков по классам точности системы ОСТ приведены в табл. 1.66 и табл. 1.67. Следует учитывать, что эти допуски относятся к основным отверстиям и основным валам. В отличие от ЕСДП СЭВ, где допуск для соответствующего номинального размера и квалитета имеет только одно числовое значение, в системе ОСТ в 1, 2 и 2а классах точности при размерах от 1 до 10 000 мм допуски отверстий и валов приняты неодинаковыми, для отверстий — бóльшими, для валов — меньшими. Кроме того, для некоторых валов в посадках системы отверстия с большими зазорами и натягами и некоторых отверстий в посадках системы вала с большими зазорами и натягами допуски расширены по сравнению с другими валами или отверстиями данного класса точности.

В табл. 1.66 и 1.67 указаны также квалитеты ЕСДП СЭВ, ближайшие к соответствующим классам точности ОСТ. Для размеров от 1 до 500 мм единица допуска в системе ОСТ довольно близка к единице допуска ЕСДП СЭВ [см. ф-лу (1.36)], что облегчает сопоставление допусков по ОСТ и ЕСДП СЭВ. Для размеров свыше 500 мм допуски в ЕСДП СЭВ возрастают более резко, чем в системе ОСТ, поэтому одному и тому же классу точности ОСТ в разных диапазонах размеров соответствуют разные квалитеты по ЕСДП СЭВ.

ПОСАДКИ И ПОЛЯ ДОПУСКОВ

Посадки в системе ОСТ установлены в системе отверстия и системе вала и в классах точности до 5-го. Поле допуска основного отверстия (в посадках системы отверстия) расположено по отношению к номинальному размеру от нуля в плюс; поле допуска основного вала (в посадках системы вала) — от нуля в минус. Это соответствует расположению полей допусков основного отверстия и основного вала в ЕСДП СЭВ.

1.66. Допуски основных валов и отверстий для размеров

Номинальные размеры, мм	Классы									
	02	03	04	05	06	07	08	09*	1	
	Валы и отверстия								Вал	Отв.
	Допус									
До 0,01	—	—	—	—	—	—	0,3	0,5	0,8	0,8
Св. 0,01 до 0,03	—	—	—	—	—	—	0,5	0,8	1,2	1,2
» 0,03 » 0,06	—	—	—	—	—	—	0,8	1,2	2	2
Св. 0,06 до 0,1 исключительно	—	—	—	—	—	—	1,2	2	3	3
От 0,1 до 0,3	—	—	0,25	0,4	0,6	1	1,5	2	3	3
Св. 0,3 » 0,6	—	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	1,8	2,5	4	4
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	—	0,25	0,4	0,6	1	1,5	2	3	5	5
От 1 до 3	0,2	***0,3***	***0,5***	***0,8***	***1,2***	***2***	***3***	***4***	***4***	***6***
Св. 3 до 6	0,25	***0,4***	***0,6***	***1***	***1,5***	***2,5***	***4***	***5***	***5***	***8***
Св. 6 до 10	0,25	***0,4***	***0,6***	***1***	***1,5***	***2,5***	***4***	***6***	***6***	***9***
Св. 10 до 18	0,3	***0,5***	***0,8***	***1,2***	***2***	***3***	***5***	***8***	***8***	***11***
Св 18 до 30	0,4	***0,6***	***1***	***1,5***	***2,5***	***4***	***6***	***9***	***9***	***13***
Св. 30 до 50	0,4	***0,6***	***1***	***1,5***	***2,5***	***4***	***7***	***11***	***11***	15
Св. 50 до 80	0,5	***0,8***	***1,2***	***2***	***3***	***5***	***8***	***13***	***13***	18
Св. 80 до 120	0,6	***1***	***1,5***	***2,5***	***4***	***6***	***10***	***15***	***15***	21
Св. 120 до 180	0,8	***1,2***	***2***	***3,5***	***5***	***8***	***12***	***18***	***18***	24
Св. 180 до 260	1,2	2	3	4,5	7	10	14	20	20	27
Св. 260 до 360	2	3	4	6	8	12	16	23	22	30
Св. 360 до 500	2,5	4	6	8	10	15	20	27	25	35
Соответствующий квалитет по ЕСДП СЭВ (для размеров от 1 до 500 мм)	—	01	0	1	2	3	4	5	5	6

Примечание. Допуски, напечатанные полужирным шрифтом, полностью

* Для размеров от 1 до 500 мм допуски по классу точности 09 предусмотрены только

до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

точности												
2		2а		3	3а	4	5	6	7	8	9	10
Вал	Отв.	Вал	Отв.	Валы и отверстия								
ки, мкм												
1,2	1,2	2	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2	3	3	4	6	—	—	—	—	—	—	—
3	3	4	4	6	10	14	—	—	—	—	—	—
4	4	6	6	10	14	25	40	—	—	—	—	—
5	5	8	8	13	20	35	50	—	—	—	—	—
6	6	10	10	15	25	40	60	90	140	—	—	—
7	7	12	12	18	30	45	70	100	160	—	—	—
6	***10***	9	***14***	20	***40***	***60***	120	—	***250***	***400***	***600***	—
8	13	***12***	***18***	25	***48***	80	160	—	***300***	***480***	***750***	***1200***
10	16	***15***	***22***	30	***58***	100	200	—	***360***	***580***	***900***	***1500***
12	19	***18***	***27***	35	***70***	120	240	—	***430***	***700***	***1100***	***1800***
14	23	***21***	***33***	45	***84***	140	280	—	***520***	***840***	***1300***	***2100***
17	27	***25***	***39***	50	***100***	170	340	—	***620***	***1000***	***1600***	***2500***
20	***30***	***30***	***46***	60	***120***	200	400	—	***740***	***1200***	***1900***	***3000***
23	***35***	***35***	***54***	70	***140***	230	460	—	***870***	***1400***	***2200***	***3500***
27	***40***	***40***	***63***	80	***160***	260	530	—	***1000***	***1600***	***2500***	***4000***
30	45	47	73	90	185	300	600	—	1150	1900	2900	4600
35	50	54	84	100	215	340	680	—	1350	2200	3300	5200
40	60	62	95	120	250	380	760	—	1550	2500	3800	6000
6	7	7	8	8—9	10	11	12—13	—	14	15	16	17

совпадают с допусками соответствующих квалитетов по ЕСДП СЭВ.

для отверстий.

1.67. Допуски валов и отверстий для размеров св. 500 до 10 000 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Классы точности														
	1		2		2а		3	3а	4	5	7	8	9	10	11
	Вал	Отв.	Вал	Отв.	Вал	Отв.	Валы и отверстия								
	Допуски														
	мкм									мм					
Св. 500 до 630	***30***	45	45	***70***	***70***	***110***	140	***280***	450	0,9	1,8	***2,8***	4,5	***7***	***11***
» 630 » 800	***35***	***50***	***50***	***80***	***80***	120	150	300	***500***	1,0	***2,0***	3,0	***5,0***	***8***	12
» 800 » 1 000	***40***	55	55	***90***	***90***	130	170	350	550	1,1	2,2	3,5	5,5	***9***	13
» 1 000 » 1 250	45	60	60	100	100	150	200	400	600	1,2	2,4	4,0	6,0	10	15
» 1 250 » 1 600	50	65	65	110	110	170	220	450	650	1,3	2,6	4,5	6,5	11	17
» 1 600 » 2 000	55	75	75	120	120	190	250	500	750	***1,5***	3,0	5,0	7,0	12	19
» 2 000 » 2 500	60	85	85	130	130	210	280	550	900	1,8	3,5	5,5	8,0	13	21
» 2 500 » 3 150	70	100	100	150	150	230	300	600	1000	2,0	4,0	6,0	9,0	15	23
» 3 150 » 4 000	80	110	110	170	170	***260***	350	700	1100	2,2	4,5	7,0	10,5	17	***26***
» 4 000 » 5 000	90	120	120	190	190	300	400	***800***	1200	2,5	***5,0***	***8,0***	12,0	19	30
» 5 000 » 6 300	100	140	140	220	220	350	450	900	1400	2,8	5,5	9,0	14,0	22	35
» 6 300 » 8 000	110	160	160	260	260	400	500	1000	1600	3,2	6,5	10,0	16,0	26	40
» 8 000 » 10 000	130	180	180	300	300	450	***600***	1200	1800	3,5	7,0	12,0	18,0	30	45
Соответствующий квалитет по ЕСДП СЭВ:															
для 500—3 150	5	6	6	7	7	8	8—9	10	11	12	14	15	16	17	18 *
для 3 150—10 000	4	5	5	6	6	7	7	9	10	11	13	14	15	16	17

Примечание. Допуски, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с допусками соответствующих квалитетов по ЕСДП СЭВ.

* Допуски по 18-му квалитету в СТ СЭВ 145—75 непосредственно не предусмотрены.

Посадки подразделяются на три группы: с зазором, переходные и с натягом.

Стандартные посадки образуются сочетанием стандартных полей допусков отверстия и вала. Посадки, образованные сочетанием поля допуска вала с полем допуска основного отверстия того же класса точности или сочетанием поля допуска отверстия с полем допуска основного вала того же класса точности, называются основными.

Основным посадкам в системе ОСТ присвоены наименования, примерно характеризующие их назначение (табл. 1.68). Стандартные поля допусков имеют условные буквенные обозначения, дополняемые индексом соответствующего класса точности. Индекс 2-го класса точности в обозначениях опускается. Поля допусков основных отверстий обозначаются буквой A, например A_1; A; A_{2a}; A_3 и т. д. Поля допусков основных валов обозначаются буквой B, например B_1; B; B_{2a}; B_3 и т. д. Буквенные обозначения полей допусков валов в системе отверстия и полей допусков отверстий в системе вала образованы от наименований соответствующих основных посадок (см. табл. 1.68). В отличие от ЕСДП СЭВ в системе ОСТ буквенные обозначения неосновных отверстия и вала в одноименных посадках системы отверстия и системы вала одинаковы (например, имеются отверстие X_3 и вал X_3).

1.68. Наименования основных посадок и буквенные обозначения полей допусков в системе ОСТ (по ГОСТ 7713—62)

Группа посадок	Наименование посадки	Буквенное обозначение поля допуска неосновной детали (без индекса класса точности)	Группа посадок	Наименование посадки	Буквенное обозначение поля допуска неосновной детали (без индекса класса точности)
С зазором	Скользящая	*С*	Переходные	Глухая	*Г*
	Движения	*Д*		Тугая	*Т*
	Ходовая	*Х*		Напряженная	*Н*
	Легкоходовая	*Л*		Плотная	*П*
	Широкоходовая	*Ш*			
	Широкоходовая 1-я	*Ш1*	С натягом	Прессовая 3-я	*Пр3*
	Широкоходовая 2-я	*Ш2*		Прессовая 2-я	*Пр2*
	Тепловая ходовая *	*ТХ* *		Прессовая 1-я	*Пр1*
				Горячая	*Гр*
				Прессовая	*Пр*
				Легкопрессовая *	*Пл* *

Примечания: 1. Основное отверстие обозначается буквой A, основной вал — буквой B с индексом класса точности.

2. Полное обозначение поля допуска состоит из буквенной части, приведенной в табл. 1.68, и индекса — обозначения класса точности, например C_1; C_{2a}; C_3. Для полей допусков 2-го класса точности индекс не указывается, например A; C; $Пр$.

3. В различных диапазонах номинальных размеров и классах точности системы ОСТ наборы посадок установлены неодинаковыми и составляют лишь часть из приведенных в табл. 1.68 (см. табл. 1.69—1.86).

* В системе вала не предусмотрена.

Кроме основных посадок в системе ОСТ допускается применение любых комбинированных посадок, образованных стандартными полями допусков отверстий и валов разных классов точности или разных систем посадок (валами из системы отверстия и отверстиями из системы вала). К комбинированным посадкам нельзя применять условные наименования основных посадок.

ТАБЛИЦЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ВАЛОВ И ОТВЕРСТИЙ

Предельные отклонения валов и отверстий в системе ОСТ приведены в табл. 1.69—1.78 для системы отверстия и в табл. 1.79—1.86 для системы вала. В системе ОСТ были выделены поля допусков предпочтительного применения. В связи с переходом на ЕСДП СЭВ данные о предпочтительности применения полей допусков в системе ОСТ в справочнике не приводятся.

Предельные отклонения размеров с большими допусками приведены в табл. 1.87.

Предельные отклонения в системе отверстия при размерах от 0,1 до 1 мм

1.69. Система отверстия. Предельные отклонения основных отверстий при размерах от 0,1 до 1 мм (по ГОСТ 3047—66)

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных отверстий						
	A_1	A	A_{2a}	A_3	A_{3a}	A_4	A_5
	Предельные отклонения, мкм						
От 0,1 до 0,3	**+3** / **0**	+5 * / **0**	+8 ** / **0**	+13 / **0**	+20 ** / **0**	+35 * / **0**	+50 * / **0**
Св. 0,3 до 0,6	**+4** / **0**	**+6** / **0**	**+10** / **0**	+15 / **0**	**+25** / **0**	**+40** / **0**	**+60** / **0**
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	+5 * / **0**	+7 * / **0**	+12 / **0**	+18 ** / **0**	+30 * / **0**	+45 * / **0**	+70 * / **0**
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ						
От 0,1 до 0,3	*H*4	*H*5	*H*6	*H*8	*H*8, *H*9	*H*10	*H*11
Св. 0,3 » 1,0	*H*5	*H*6	*H*7	*H*8	*H*9	*H*10	*H*11

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ Значение остальных отметок заменяемости предельных отклонений см. в табл. 1.88.

1.70. Система отверстия. Предельные отклонения валов при размерах от 0,1 до 1 мм (по ГОСТ 3047—66)

Номинальные размеры, мм	Классы точности											
	1						2					
	Поля допусков валов											
	$Пр3_1$	$Пр2_1$	$Н_1$	$С_1$	$Х_1$	$Л_1$	$Пр3$	$Пр2$	$Н$	$П$	$С$	$Д$
	Предельные отклонения, мкм											
От 0,1 до 0,3	+10**	+8**	**+3**	**0**	−3**	**−6**	+20**	+15*	+5*	+3	**0**	**−2**
	+7**	+5**	**0**	**−3**	−6**	**−9**	+15*	**+10**	**0**	**−2**	−5*	**−7***
Св. 0,3 до 0,6	+12**	**+10**	**+4**	**0**	**−4**	−8**	+22**	+17*	**+6**	**+3**	**0**	**−2**
	+8**	**+6**	**0**	**−4**	**−8**	−12**	+16**	+11*	**0**	**−3**	**−6**	**−8**
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	**+14**	+12**	+5*	**0**	−5**	**−10**	+25*	+19**	+7*	+4	**0**	**−2**
	+9*	+7*	**0**	−5*	−10**	−15*	**+18**	+12**	**0**	**−3**	−7*	−9*
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ											
От 0,1 до 0,3	*p*4	*p*4	*k*4	*h*4	fg4	f4	*s*5	*r*5	*k*5	j_s5	*h*5	*g*5
Св. 0,3 » 1,0	*r*5	*p*5	*k*5	*h*5	fg5	*ef*5	*u*6	*r*6	*k*6	j_s6	*h*6	*g*6

Продолжение табл. 1.70

Номинальные размеры, мм	Классы точности												
	2				2а							3	
	Поля допусков валов												
	Х	*Л*	*Ш*	*Ш1*	*Пр2*$_{2а}$	*Н*$_{2а}$	*П*$_{2а}$	*С*$_{2а}$	*Х*$_{2а}$	*Л*$_{2а}$	*Ш1*$_{2а}$	*Пр1*$_{3}$	*Н*$_{3}$
	Предельные отклонения, мкм												
От 0,1 до 0,3	−3*	***−6***	***−10***	−15*	+29*	+8**	+4*	***0***	−3*	***−6***	−15*	+31	+13
	−8	−11*	−15*	−20*	+21*	***0***	−4*	−8**	−11*	−14**	−23**	+18*	***0***
Св. 0,3 до 0,6	***−4***	−8**	−13*	−19*	+33**	***+10***	***+5***	***0***	***−4***	−8*	−19	+35	+15
	−10	−14**	−19*	−25*	+23**	***0***	***−5***	***−10***	***−14***	−18*	−29	***+20***	***0***
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	−5*	***−10***	−16**	−23**	+37	+12*	+6	0	−5**	***−10***	−23**	+41**	+18**
	−12*	−17*	−23**	−30**	+25	***0***	−6	−12*	−17	−22*	−35**	+23*	***0***
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ												
От 0,1 до 0,3	fg5	f5	*ef*5	*e*5	*x*7	*k*6	j_s6	*h*6	fg6	f6	*e*6	*x*7(*x*8)	(*k*7)*k*8
Св. 0,3 до 1,0	fg6	*ef*6	*e*6	*d*6	*z*7	*k*7	j_c7	*h*7	fg7	*ef*7	*d*7	*x*8	*k*8

Номинальные размеры, мм	Классы точности												
	3					3а				4			5
	Поля допусков валов												
	$П_3$	$С_3$	$Х_3$	$Л_3$	$Ш1_3$	$С_{3а}$	$Л_{3а}$	$Ш1_{3а}$	$Ш2_{3а}$	$С_4$	$Ш1_4$	$Ш2_4$	$С_5$
	Предельные отклонения, мкм												
От 0,1 до 0,3	+7 **—6**	***0*** —13	—3 —16*	***—6*** —19	—15 ***—28***	***0*** —20**	***—6*** —26**	—15 —35*	—	***0*** —35*	—15* —50**	—	***0*** —50*
Св. 0,3 до 0,6	+8 ***—7***	***0*** —15	—4* —19	—8* —23	—19 ***—34***	***0*** ***—25***	—8 —33	—19 —44	—35 —60	***0*** ***—40***	—19 —59	—35 —75	***0*** ***—60***
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	+9* —9*	***0*** —18**	—5 —23*	***—10*** —28**	—23 —41**	***0*** —30*	***—10*** —40*	—23 —53**	—45** —75**	***0*** —45*	—23 —68*	—45** —70**	***0*** —70*
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ												
От 0,1 до 0,3	$(j_s7)j_s8$	$(h7)h8$	fg7(f8)	f8	$e8$	$(h8)h9$	f8	$(e8)e9$	—	$h10$	$d10$	—	$h11$
Св. 0,3 до 1,0	j_s8	$h8$	f8	$ef8$	$d8$	$h9$	$ef9$	$d9$	$cd9$	$h10$	$d10$	$cd10$	$h11$

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости предельных отклонений см. в табл. 1.88

Предельные отклонения в системе отверстия при размерах от 1 до 500 мм

1.71. Система отверстия. Предельные отклонения основных отверстий при размерах от 1 до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных отверстий								
	A_{08}	A_{09}	A_1	A	A_{2a}	A_3	A_{3a}	A_4	A_5
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	$+\frac{3}{0}$	$+\frac{4}{0}$	$+\frac{6}{0}$	$+\frac{10}{0}$	$+\frac{14}{0}$	$+\frac{20^{**}}{0}$	$+\frac{40}{0}$	$+\frac{60}{0}$	$+\frac{120^{*}}{0}$
Св. 3 до 6	$+\frac{4}{0}$	$+\frac{5}{0}$	$+\frac{8}{0}$	$+\frac{13}{0}$	$+\frac{18}{0}$	$+\frac{25^{**}}{0}$	$+\frac{48}{0}$	$+\frac{80}{0}$	$+\frac{160^{**}}{0}$
Св. 6 до 10	$+\frac{4}{0}$	$+\frac{6}{0}$	$+\frac{9}{0}$	$+\frac{16}{0}$	$+\frac{22}{0}$	$+\frac{30^{**}}{0}$	$+\frac{58}{0}$	$+\frac{100}{0}$	$+\frac{200^{**}}{0}$
Св. 10 до 18	$+\frac{5}{0}$	$+\frac{8}{0}$	$+\frac{11}{0}$	$+\frac{19}{0}$	$+\frac{27}{0}$	$+\frac{35^{**}}{0}$	$+\frac{70}{0}$	$+\frac{120}{0}$	$+\frac{240^{**}}{0}$
Св. 18 до 30	$+\frac{6}{0}$	$+\frac{9}{0}$	$+\frac{13}{0}$	$+\frac{23}{0}$	$+\frac{33}{0}$	$+\frac{45^{**}}{0}$	$+\frac{84}{0}$	$+\frac{140}{0}$	$+\frac{280^{**}}{0}$
Св. 30 до 50	$+\frac{7}{0}$	$+\frac{11}{0}$	$+\frac{15}{0}$	$+\frac{27}{0}$	$+\frac{39}{0}$	$+\frac{50^{**}}{0}$	$+\frac{100}{0}$	$+\frac{170}{0}$	$+\frac{340^{**}}{0}$
Св. 50 до 80	$+\frac{8}{0}$	$+\frac{13}{0}$	$+\frac{18}{0}$	$+\frac{30}{0}$	$+\frac{46}{0}$	$+\frac{60^{**}}{0}$	$+\frac{120}{0}$	$+\frac{200}{0}$	$+\frac{400^{**}}{0}$
Св. 80 до 120	$+\frac{10}{0}$	$+\frac{15}{0}$	$+\frac{21}{0}$	$+\frac{35}{0}$	$+\frac{54}{0}$	$+\frac{70^{**}}{0}$	$+\frac{140}{0}$	$+\frac{230}{0}$	$+\frac{460^{**}}{0}$

Продолжение табл. 1.71

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных отверстий								
	A_{08}	A_{0}	A_1	A	A_{2a}	A_3	A_{3a}	A_4	A_5
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 120 до 180	**+12 0**	**+18 0**	+24 **0**	**+40 0**	**+63 0**	+80** **0**	**+160 0**	+260 **0**	+530** **0**
Св. 180 до 250	**+14 0**	**+20 0**	+27 **0**	+45 **0**	+73 **0**	+90** **0**	**+185 0**	+300 **0**	+600** **0**
Св. 250 до 260	+14* **0**	+20* **0**	+27* **0**	+45* **0**	+73* **0**	+90** **0**	+185* **0**	+300 **0**	+600* **0**
Св. 260 до 315	**+16 0**	**+23 0**	+30 **0**	+50 **0**	+84 **0**	+100** **0**	+215 **0**	+340 **0**	+680** **0**
Св. 315 до 360	+16* **0**	+23 **0**	+30* **0**	+50* **0**	+84 **0**	+100** **0**	+215 **0**	+340 **0**	+680* **0**
Св. 360 до 400	+20 **0**	+27 **0**	+35 **0**	+60 **0**	+95 **0**	+120* **0**	+250 **0**	+380 **0**	+760** **0**
Св. 400 до 500	**+20 0**	**+27 0**	+35* **0**	+60 **0**	+95 **0**	+120* **0**	+250 **0**	+380 **0**	+760* **0**
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*H4*	*H5*	*H6*	*H7*	*H8*	*H8*, *H9*	*H10*	*H11*	*H12*(*H13*)

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.72. Система отверстий. Предельные отклонения валов для посадок с зазором при размерах от 1 до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	07		08		1			2	
	Поля допусков валов								
	$С_{07}$	$Д_{07}$	$С_{08}$	$Д_{08}$	$С_1$	$Д_1$	$Х_1$	$С$	$Д$
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	*0* *−2*	*−2* *−4*	*0* *- 3*	*−2* *−5*	*0* *−4*	*−3** *−8***	*−6* *−12*	*0* *−6*	*−3** *−9**
Св. 3 до 6	*0* *−2,5*	*−4* *−6,5*	*0* *−4*	*−4* *−8*	*0* *−5*	*−4* *−9*	*−10* *−18*	*0* *−8*	*−4* *−12*
Св. 6 до 10	*0* *−2,5*	*−5* *−7,5*	*0* *−4*	*−5* *−9*	*0* *−6*	*−5* *−11*	*−13* *−22*	*0* −10	*−5* −15
Св. 10 до 18	*0* *−3*	*−6* *−9*	*0* *−5*	*−6* *−11*	*0* *−8*	*−6* *−14*	*−16* *−27*	*0* −12	*−6* −18
Св. 18 до 30	*0* *−4*	*−7* *−11*	*0* *−6*	*−7* *−13*	*0* *−9*	*−7* *−16*	*−20* *−33*	*0* −14	−8 *−22**
Св. 30 до 50	*0* *−4*	*−9* *−13*	*0* *−7*	*−9* *−16*	*0* *−11*	*−9* *−20*	*−25* *−41*	*0* −17	−10 *−27**
Св. 50 до 80	*0* *−5*	*−10* *−15*	*0* *- 8*	*−10* *−18*	*0* *-13*	*−10* *−23*	*−30* *−49*	*0* −20	−12 *−32**
Св. 80 до 120	*0* *−6*	*−12* *−18*	*0* *−10*	*−12* *−22*	*0* *−15*	*−12* *−27*	*−36* *−58*	*0* −23	*−15** *−38**

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	07		08		1			2	
	Поля допусков валов								
	C_{07}	$Д_{07}$	C_{08}	$Д_{08}$	C_1	$Д_1$	X_1	C	$Д$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 120 до 180	***0*** ***−8***	***−14*** ***−22***	***0*** ***−12***	***−14*** ***−26***	***0*** ***−18***	***−14*** ***−32***	***−43*** ***−68***	***0*** −27	−18* −45**
Св. 180 до 250	***0*** ***−10***	***−15*** ***−25***	***0*** ***−14***	***−15*** ***−29***	***0*** ***−20***	−16 −36	***−50*** ***−79***	***0*** −30	−22** −52**
Св. 250 до 260	***0*** −10*	−15* −25**	***0*** −14*	−15* −29**	***0*** −20*	−16 −36*	−50** −79**	***0*** −30	−22* −52**
Св. 260 до 315	***0*** ***−12***	***−17*** ***−29***	***−0*** ***16***	***−17*** ***−33***	***0*** −22	−18 −40	***−56*** ***−88***	***0*** −35	−26** −60**
Св. 315 до 360	***0*** −12	−17 −29*	***0*** −16*	−17 −33*	0 −22*	***−18*** −40*	−56* −88**	***0*** −35	−26** −60*
Св. 360 до 400	***0*** −15*	−20* −35**	***0*** −20	−20 −40*	***0*** ***−25***	−20 −45	−68* −108**	***0*** −40	−30** −70**
Св. 400 до 500	***0*** ***−15***	***−20*** ***−35***	***0*** ***−20***	***−20*** ***−40***	***0*** −25	***−20*** −45	***−68*** ***−108***	***0*** ***−40***	−30** −70**
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*h*3	*g*3 [1]	*h*4	*g*4	*h*5	*g*5	*f*6	*h*6	*g*6

[1] Поле допуска, не включенное в отборы полей по СТ СЭВ 144—75.

Продолжение табл. 1.72

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	2				2а		3		
	Поля допусков валов								
	Х	*Л*	*Ш*	*ТХ*[1]	C_{2a}	X_{2a}	C_3	X_3	$Ш_3$
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	−8* ***−18***	−12* −25**	−18* −35		***0*** −9	***−6*** ***−20***	***0*** −20**	−7 −32	−17 −50*
Св. 3 до 6	***−10*** ***−22***	−17* −35*	−25** −45*		***0*** ***−12***	***−10*** ***−28***	***0*** −25**	−11 −44*	−25* −65*
Св. 6 до 10	***−13*** −27	−23 −45	−35* −60		***0*** ***−15***	***−13*** ***−35***	***0*** −30**	−15 −55*	−35 −85*
Св. 10 до 18	***−16*** −33	−30 −55*	−45* −75		***0*** ***−18***	***−16*** ***−43***	***0*** −35**	−20 −70**	−45 −105*
Св. 18 до 30	***−20*** −40	***−40*** −70	−60* −95		***0*** ***−21***	***−20*** ***−53***	***0*** −45**	−25 −85**	−60 −130*
Св. 30 до 50	***−25*** ***−50***	***−50*** −85*	−75* −115		***0*** ***−25***	***−25*** ***−64***	***0*** −50**	−32 −100*	−75 −160**
Св. 50 до 80	***−30*** ***−60***	−65* −105	−95 −145		***0*** ***−30***	***−30*** ***−76***	***0*** −60**	−40 −120*	−95 −195**
Св. 80 до 120	−40* −75*	−80* −125	***−120*** −175		***0*** ***−35***	***−36*** ***−90***	***0*** −70**	−50 −140*	***−120*** −235**

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	2				2а		3		
	Поля допусков валов								
	Х	*Л*	*Ш*	*ТХ*[1]	C_{2a}	X_{2a}	C_3	X_3	$Ш_3$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 120 до 180	—50* —90*	—100** —155*	—150 —210		***0*** ***—40***	***—43*** ***—106***	***0*** —80**	—60* —165**	—150 —285**
Св. 180 до 250	—60** —105*	—120** —180*	—180* —250*		***0*** —47	***—50*** ***—122***	***0*** —90**	—75** —195**	—180 —330**
Св. 250 до 260	—60 —105	—120* —180*	—180* —250**		***0*** —47*	—50 —122**	***0*** —90**	—75* —195	—180 —330
Св. 260 до 315	—70** —125**	—140** —210**	—210** —290**		***0*** —54	—56 —137	***0*** —100**	—90** —225**	—210* —380**
Св. 315 до 360	—70* —125*	—140** —210	***—210*** —290*		***0*** —54	***—56*** ***—137****	***0*** —100**	—90** —225*	***—210*** —380*
Св. 360 до 400	—80** —140**	—170** —245**	—250** —340**		***0*** —62	—68 —165*	***0*** —120**	—105** —255**	—250** —440*
Св. 400 до 500	—80* —140*	—170** —245*	—250** —340*		***0*** —62	***—68*** ***—165***	***0*** —120**	—105** —255**	—250* —440**
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*f*7	*e*8	*d*8	*c*8	*h*7	*f*8	*h*8; *h*9	*f*9 (*e*9)	*d*9 (*d*10)

Продолжение табл. 1.72

Номинальные размеры, мм	Классы точности						
	За	4				5	
	Поля допусков валов						
	C_{3a}	C_4	X_4	$Л_4$	$Ш_4$	C_5	X_5
	Предельные отклонения, мкм						
От 1 до 3	***0*** ***—40***	***0*** ***—60***	—30* —90*	***—60*** ***—120***	—120** —180**	***0*** —120*	—60** —180**
Св. 3 до 6	***0*** ***—48***	***0*** —80	—40* —120*	—80* —160*	—160** —240**	***0*** —160**	—80** —240*
Св. 6 до 10	***0*** ***—58***	***0*** —100	—50 —150*	—100** —200*	—200** —300**	***0*** —200**	—100** ***—300***
Св. 10 до 18	***0*** ***—70***	***0*** —120	—60 —180*	—120* —240**	—240** —360**	***0*** —240**	—120* —360*
Св. 18 до 30	***0*** ***—84***	***0*** —140	—70 —210*	—140 —280*	—280 —420*	***0*** —280**	—140 —420*
Св. 30 до 50	***0*** ***—100***	***0*** —170	***—80*** —250	—170 —340	—340* —500*	***0*** —340**	—170 —500**
Св. 50 до 80	***0*** ***—120***	***0*** —200	***—100*** —300	—200 —400	—400** —600**	***0*** —400**	—200 —600**
Св. 80 до 120	***0*** ***—140***	***0*** —230	***—120*** —350	—230 —460	—460** —700**	***0*** —460**	—230 —700**
Св. 120 до 180	***0*** ***—160***	***0*** —260	—130 —400	—260 —530	—530** —800**	***0*** —530**	—260 —800**
Св. 180 до 250	***0*** ***—185***	***0*** —300	—150 —450	—300* —600*	—600** —900**	***0*** —600**	—300* —900*
Св. 250 до 260	***0*** —185*	***0*** —300	—150* —450*	—300 —600	—600** —900**	***0*** —600*	—300** —900*

Продолжение табл. 1.72

Номинальные размеры, мм	Классы точности						
	За	4				5	
	Поля допусков валов						
	$C_{за}$	C_4	X_4	$Л_4$	$Ш_4$	C_5	X_5
	Предельные отклонения, мкм						
Св. 260 до 315	***0*** ***—215***	***0*** ***—340***	***—170*** ***—500***	***—340**** ***—680****	***—680***** ***—1000*****	***0*** ***—680***	***—340***** ***—1000***
Св. 315 до 360	***0*** ***—215***	***0*** ***—340***	***—170**** ***—500*****	***—340**** ***—680****	***—680**** ***—1000****	***0*** ***—680***	***—340***** ***—1000*****
Св. 360 до 400	***0*** ***—250***	***0*** ***—380***	***—190*** ***—570***	***—380*** ***—760***	***—760**** ***—1100****	***0*** ***—760***	***—380***** ***—1100*****
Св. 400 до 500	***0*** ***—250***	***0*** ***—380***	***—190**** ***—570****	***—380***** ***—760*****	***—760***** ***—1100*****	***0*** ***—760****	***—380***** ***—1100*****
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*h*10	*h*11	*d*11	*c*11 [2]; *b*11 [3]	*b*11 [2]; *a*11 [3]	*h*12	*b*12

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

[1] Предельные отклонения вала *TX* при размерах до 180 мм соответствуют отклонениям вала *c*8 (см. стр. 84 и 85), а при размерах св. 180 мм:

Номинальные размеры, мм	Св. 180 до 200	Св. 200 до 220	Св. 220 до 225	Св. 225 до 250	Св. 250 до 260	Св. 260 до 280	Св. 280 до 310
Предельные отклонения, мкм	—260** —332**	***—260*** ***—332***	—290** —362**	—290* —362*	—290* —362**	—330** —411**	***—330*** ***—411***
Номинальные размеры, мм	Св. 310 до 315	Св. 315 до 355	Св. 355 до 360	Св. 360 до 400	Св. 400 до 440	Св. 440 до 450	Св. 450 до 500
Предельные отклонения, мкм	—360** —441**	—360 —441	—360** —441**	—410 —507*	—410** —507**	—480** —577**	***—480*** ***—577***

[2] Для размеров от 1 до 10 и св. 180 до 500 мм.
[3] Для размеров св. 10 до 180 мм.

1.73. Система отверстия. Предельные отклонения валов для переходных посадок при размерах от 1 до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	07		08			1			
	Поля допусков валов								
	H_{07}	$П_{07}$	$Г_{08}$	H_{08}	$П_{08}$	$Г_1$	$Т_1$	H_1	$П_1$
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	+2 0	+1 −1	+5 +2	+3 +0	+1,5 −1,5	+10** +6**	+8** +4**	+5** +1**	+2 −2
Св. 3 до 6	+2,5 0	+1,2 −1,2	+8 +4	+5 +1	+2 −2	+13 +8	+10* +5*	+6 +1	−3 −2
Св. 6 до 10	+2,5 0	+1,2 −1,2	+10 +6	+5 +1	+2 −2	+16 +9*	+12 +6	+8* +2*	+4* −3
Св. 10 до 18	+3 0	+1,5 −1,5	+12 +7	+6 +1	+2,5 −2,5	+20 +11*	+15 +7	+10* +2*	+5* −3*
Св. 18 до 30	+4 0	+2 −2	+14 +8	+8 +2	+3 −3	+24 +13*	+17 +8	+12 +2	+6* −3*
Св. 30 до 50	+4 0	+2 −2	+16 +9	+9 +2	+3,5 −3,5	+28 +16	+20 +9	+14 +2	+7* −4*
Св. 50 до 80	+5 0	+2,5 −2,5	+19 +11	+10 +2	+4 −4	+33 +19	+24 +10	+16 +3	+8* −5*
Св. 80 до 120	+6 0	+3 −3	+23 +13	+13 +3	+5 −5	+38 +23	+28 +12	+19 +3	+9 −6

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	07		08			1			
	Поля допусков валов								
	H_{07}	$П_{07}$	$Г_{08}$	H_{08}	$П_{08}$	$Г_1$	$Т_1$	H_1	$П_1$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 120 до 180	+8 0	+4 −4	+27 +15	+15 +3	+6 −6	+45 +26	+32 +14	+22 +4	+10 −7*
Св. 180 до 250	+10 0	+5 −5	+31 +17	+18 +4	+7 −7	+52 +30	+36 +16	+25 +4	+11 −8
Св. 250 до 260	+10* 0	+5 −5	+31** +17**	+18* +4	+7 −7	+52** +30*	+36** +16*	+25 +4	+11 −8*
Св. 260 до 315	+12 0	+6 −6	+36 +20	+20 +4	+8 −8	+58 +35	+40* +18	+28 +4	+13 −9*
Св. 315 до 360	+12 0	+6 −6	+36 +20*	+20* +4	+8 −8	+58* +35	+40** +18*	+28 +4	+13 −9*
Св. 360 до 400	+15* 0	+7,5 −7,5	+43* +23	+25* +5	+10 −10	+65* +40*	+45 +20	+32* +5	+15 −10
Св. 400 до 500	+15 0	+7,5 −7,5	+43 +23	+25 +5	+10 −10	+65 +40	+45* +20*	+32 +5	+15 −10*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	$k3$ [1]	j_s3 [1]	$m4$	$k4$	j_s4	$n5$	$m5$	$k5$	j_s5

[1] Поля допусков, не включенные в отборы полей по СТ СЭВ 144—75

Продолжение табл. 1.73

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2				2а			
	Поля допусков валов							
	Г	*Т*	*Н*	*П*	$Г_{2а}$	$Т_{2а}$	$Н_{2а}$	$П_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм							
От 1 до 3	+13** / +6**	+10** / +4**	+7* / +1*	*+3* / *−3*	+15* / +6**	— / —	*+10* / +1*	+7** / −2**
Св. 3 до 6	*+16* / *+8*	+13* / +5*	*+9* / *+1*	*+4* / *−4*	*+20* / *+8*	*+16* / *+4*	*+13* / *+1*	+9** / −3**
Св. 6 до 10	+20 / *+10*	+16 / *+6*	+12* / +2	+5 / −5	*+25* / *+10*	*+21* / *+6*	*+16* / *+1*	+10* / −5*
Св. 10 до 18	+24 / *+12*	+19 / *+7*	+14* / +2	+6 / −6	*+30* / *+12*	*+25* / *+7*	*+19* / *+1*	+12* / −6*
Св. 18 до 30	+30* / *+15*	+23* / *+8*	+17* / *+2*	+7 / −7	*+36* / *+15*	*+29* / *+8*	*+23* / *+2*	+13* / −8*
Св. 30 до 50	+35* / +18	+27* / *+9*	+20* / +3	*+8* / *−8*	*+42* / *+17*	*+34* / *+9*	*+27* / *+2*	+15 / −10
Св. 50 до 80	+40 / *+20*	*+30* / +10	+23 / +3	+10 / −10	*+50* / *+20*	*+41* / *+11*	*+32* / *+2*	+18 / −12
Св. 80 до 120	*+45* / *+23*	*+35* / +12	+26 / *+3*	+12 / −12	*+58* / *+23*	*+48* / *+13*	*+38* / *+3*	+20 / −15
Св. 120 до 180	*+52* / +25	*+40* / +13	+30 / +4	+14 / −14	*+67* / *+27*	*+55* / *+15*	*+43* / *+3*	+22 / −18

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2				2а			
	Поля допусков валов							
	I	*T*	*H*	*П*	$Г_{2а}$	$Т_{2а}$	$Н_{2а}$	$П_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 180 до 250	***+60*** +30	+45 +15	+35 ***+4***	+16 −16	+78 ***+31***	+64 ***+17***	+51 ***+4***	+24 ***−23***
Св. 250 до 260	+60* +30*	+45** +15*	+35 ***+4***	***+16*** ***−16***	+78* +31	+64* +17	+51* ***+4***	+24 −23
Св. 260 до 315	+70* +35	+50 +15*	+40* ***+4***	+18 −18	+90 +36	+74 ***+20***	+58 ***+4***	+27 −27
Св. 315 до 360	+70 +35	+50* +15*	***+40*** ***+4***	***+18*** ***−18***	+90 +36	+74 +20	+58 ***+4***	+27 −27
Св. 360 до 400	+80* +40	+60 +20	+45* +5	+20 −20	+102* +40	+85* +23	+67 +5	+31 −31
Св. 400 до 500	***+80*** ***+40***	+60 +20	***+45*** ***+5***	***+20*** ***−20***	+102 ***+40***	+85 ***+23***	+67 ***+5***	***+31*** ***−31***
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*a6*	*m6*	*k6*	j_s6	*n7*	*m7*	*k7*	j_s7

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.74. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с натягом при размерах от 1 до 500 мм
(по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Классы точности					
	07		08		1	
	Поля допусков валов					
	$Пр2_{07}$	$Пр1_{07}$	$Пр2_{08}$	$Пр1_{08}$	$Пр2_{1}$	$Пр1_{1}$
	Предельные отклонения, мкм					
От 1 до 3	+6 +4	+4 +2	+9 +6	+7 +4	+20** +15*	+17** +12**
Св. 3 до 6	+10,5 +8	+6,5 +4	+16 +12	+12 +8	+24 +19	+20 +15
Св. 6 до 10	+12,5 +10	+8,5 +6	+19 +15	+14 +10	+29 +23	+25 +19
Св. 10 до 18	+15 +12	+10 +7	+23 +18	+17 +12	+36 +28	+31 +23
Св. 18 до 30	+19 +15	+12 +8	+28 +22	+21 +15	+44 +35	+37 +28
Св. 30 до 50	+21 +17	+13 +9	+33 +26	+24 +17	+54 +43	+45 +34
Св. 50 до 65	+25 +20	+16 +11	+40 +32	+28 +20	+66 +53	+54 +41
Св. 65 до 80					+72 +59	+56 +43
Св. 80 до 100	+29 +33	+19 +13	+47 +37	+33 +23	+86 +71	+66 +51
Св. 100 до 120					+94 +79	+69 +54

Номинальные размеры, мм	Классы точности					
	07		08		1	
	Поля допусков валов					
	$Пр2_{07}$	$Пр1_{07}$	$Пр2_{08}$	$Пр1_{08}$	$Пр2_1$	$Пр1_1$
	Предельные отклонения, мкм					
Св. 120 до 140	+35 +27	+23 +15	+55 +43	+39 +27	+110 +92	+81 +63
Св. 140 до 160					+118 +100	+83 +65
Св. 160 до 180					+126 +108	+86 +68
Св. 180 до 250	+41 +31	+27 +17	+64 +50	+45 +31	— —	— —
Св. 250 до 260	+41** +31**	+27** +17**	+64** +50**	+45** +31**	— —	— —
Св. 260 до 315	+46 +34	+32 +20	+72 +56	+50 +34	— —	— —
Св. 315 до 360	+46** +34**	+32* +20	+72** +56**	+50** +34*	— —	— —
Св. 360 до 400	+55** +40*	+38** +23*	+88** +68**	+60** +40*	— —	— —
Св. 400 до 500	+55 +40	+38 +23	+88 +68	+60 +40	— —	— —
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	$n3^1$	$m3^1$	$p4$	$n4$	s5	r5

Поля допусков, не включенные в отборы полей по СТ СЭВ 144—75.

Продолжение табл. 1.74

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2			2а		3		
	Поля допусков валов							
	Гр	*Пр*	*Пл*	$Пр2_{2а}$	$Пр1_{2а}$	$Пр3_{3}$	$Пр2_{3}$	$Пр1_{3}$
	Предельные отклонения, мкм							
От 1 до 3	+27 +17	+18** +12**	+16** +10**	***+32*** ***+18***	***+24*** +15*	—	—	—
Св. 3 до 6	+33* +20**	***+23*** ***+15***	+21* +13*	***+41*** ***+23***	***+31*** ***+19***	—	—	+55** +30**
Св. 6 до 10	+39** +23**	+28 +18	+26* +16	***+50*** ***+28***	***+38*** ***+23***	+100** +70**	+70** +40**	+65** +35**
Св. 10 до 18	+48* +29**	+34 +22	+32** +20*	***+60*** ***+33***	***+46*** ***+28***	+115** +80**	+80** +45*	+75** +40*
Св. 18 до 24	+62 +39	+42 +28	+39** +25**	***+74*** ***+41***	***+56*** ***+35***	+145** +100**	+100** +55	+95** +50*
Св. 24 до 30	+62** +39**			***+81*** ***+48***			+100 +55**	+95** +50
Св. 30 до 40	+77** +50**	+52* +35	+47** +30**	***+99*** ***+60***	***+68*** ***+43***	+165** +115	+115 +65**	+110** ***+60***
Св. 40 до 50	+87** +60**			***+109*** ***+70***		***+175*** +125**	+125** +75	+110 +60*

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2			2а		3		
	Поля допусков валов							
	Гр	*Пр*	*Пл*	$Пр2_{2а}$	$Пр1_{2а}$	$Пр3_{3}$	$Пр2_{3}$	$Пр1_{3}$
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 50 до 65	+105** +75**	+65** +45*	+55* +35*	***+133*** ***+87***	***+83*** ***+53***	+210* +150**	+150** +90	+135 +75*
Св. 65 до 80	+120** +90**	+65* +45		***+148*** ***+102***	***+89*** ***+59***	+225** +165**	+165** +105	+135** +75**
Св. 80 до 100	+140** +105**	+85** +60**	+70** +45**	***+178*** ***+124***	***+106*** ***+71***	+260** +190*	+195** +125	+160** +90**
Св. 100 до 120	+160** +125**	+95** +70**		***+198*** ***+144***	***+114*** ***+79***	+280** ***+210***	+210* +140	
Св. 120 до 140	+190** +150**	+110** +80**	+85* +58*	***+233*** ***+170***	***+132*** ***+92***	+325* +245	+245* +165	+185** +105*
Св. 140 до 150			+85* +58**	***+253*** ***+190***	***+140*** ***+100***	+325** +245**	+245 +165**	
Св. 150 до 160	+220** +180**	***+125*** +95*	+85* +58**			+355* +275	+275** +195	+200** +120**
Св. 160 до 180		+125** +95**	+85** +58**	***+273*** ***+210***	***+148*** ***+108***	+355** +275**	+275 +195*	

Продолжение табл. 1.74

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2			2а		3		
	Поля допусков валов							
	Гр	*Пр*	*Пл*	$Пр2_{2а}$	$Пр1_{2а}$	$Пр3_{3}$	$Пр2_{3}$	$Пр1_{3}$
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 180 до 200	+260** +215**	+145* +115**	+105 +75	***+308*** ***+236***	***+168*** ***+122***	+410* +320**	+325* +235	+230** +140*
Св. 200 до 220	+260* +215**	+145** +115**	+105* +75*	+308** +236**	+168* +122*	+410** +320**	+325 +235**	+230** +140*
Св. 220 до 225	+300 +255	+165* +135*	+105* +75*	+356** +284**	+186** +140**	+450 +360**	+365** +275*	+250** +160**
Св. 225 до 250	+300** +255**	+165* +135*	+105** +75**	***+356*** ***+284***	***+186*** ***+140***	+450** +360**	+365 +275	+250** +160**
Св. 250 до 260	+300** +255**	+165** +135**	+105** +75**	+356** +284**	+186** +140**	+450** +360**	+365** +275**	+250** +160
Св. 260 до 280	+350** +300**	+195* +160	+135** +100*	+431** +350**	+222** +170**	+515** +415**	+420** +320	+285** +185**
Св. 280 до 310	+350** +300**	+195* +160**	+135* +100	***+431*** ***+350***	***+222*** ***+170***	+515** +415**	+420* +320**	+285** +185*
Св. 310 до 315	+400 +350	+220** +185**	+135* +100	+471** +390**	+242** +190**	+565** +465**	+470** +370*	+305** +205**

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2			2а		3		
	Поля допусков валов							
	Гр	*Пр*	*Пл*	$Пр2_{2а}$	$Пр1_{2а}$	$Пр3_{3}$	$Пр2_{3}$	$Пр1_{3}$
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 315 до 355	+400** +350**	+220* +185*	+135** +100**	+471 +390	+242 +190	+565** +465**	+470 +370*	+305** +205*
Св. 355 до 360	+400** +350**	+220** +185**	+135** +100**	+471** +390**	+242** +190**	+565** +465**	+470** +370**	+305** +205
Св. 360 до 400	+475** +415**	+260** +220**	+170** +130**	+557** +460**	+283** +220*	+670** +550**	+550** +430	+360** +240**
Св. 400 до 440	+475** +415**	+260** +220**	+170 +130	+557** +460**	+283* +220*	+670** +550**	+550** +430**	+360** +240
Св. 440 до 450	+545* +485	+300** +260**	+170 +130	+637** +540**	+315** +252**	+740** +620**	+620** +500	+395** +275**
Св. 450 до 500	+545** +485**	+300* +260*	+170 +130	***+637*** ***+540***	***+315*** ***+252***	+740** +620**	+620* +500**	+395** +275*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*u7*	*r6* [1]; *s6* [2]	*p6* [1]; *r6* [2]	*u8*	*s7*	*z8*; *x8*; *u8* [3]	*x8*: *u8* [4]	*u8* [1]; *s7* [2]

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

[1] Для размеров до 80 мм.
[2] Для размеров св. 80 до 500 мм.
[3] *z8* для размеров до 80, *x8* для размеров св. 80 до 250, *u8* для размеров св. 250 до 500 мм.
[4] *x8* для размеров до 40, *u8* для размеров св. 40 до 500 мм.

Предельные отклонения в системе отверстия при размерах свыше 500 до 10 000 мм

1.75. Система отверстия. Предельные отклонения основных отверстий при размерах св. 500 до 10 000 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных отверстий					
	A	A_{2a}	A_3	A_{3a}	A_4	A_5
	Предельные отклонения, мкм					
Св. 500 до 630	***+70*** ***0***	***+110*** ***0***	+140** ***0***	***+280*** ***0***	+450 ***0***	+900** ***0***
Св. 630 до 800	***+80*** ***0***	+120 ***0***	+150* ***0***	+300 ***0***	***+500*** ***0***	+1000* ***0***
Св. 800 до 1000	***+90*** ***0***	+130 ***0***	+170* ***0***	+350 ***0***	+550 ***0***	+1100* ***0***
Св. 1000 до 1250	+100 ***0***	+150 ***0***	+200* ***0***	+400 ***0***	+600 ***0***	+1200* ***0***
Св. 1250 до 1600	+110* ***0***	+170* ***0***	+220* ***0***	+450* ***0***	+650* ***0***	+1300 ***0***
Св. 1600 до 2000	+120** ***0***	+190** ***0***	+250 ***0***	+500* ***0***	+750** ***0***	***+1500*** ***0***
Св. 2000 до 2500	+130** ***0***	+210** ***0***	***+280*** ***0***	+550** ***0***	+900** ***0***	+1800 ***0***
Св. 2500 до 3150	+150** ***0***	+230** ***0***	+300 ***0***	+600** ***0***	+1000** ***0***	+2000 ***0***
Св. 3150 до 4000	+170 ***0***	+260 ***0***	+350** ***0***	+700 ***0***	+1100 ***0***	+2200** ***0***
Св. 4000 до 5000	+190 ***0***	+300 ***0***	+400* ***0***	***+800*** ***0***	+1200 ***0***	+2500* ***0***
Св. 5000 до 6300	+220 ***0***	+350* ***0***	+450* ***0***	+900 ***0***	+1400* ***0***	+2800* ***0***
Св. 6300 до 8000	+260 ***0***	+400** ***0***	+500 ***0***	+1000* ***0***	+1600** ***0***	+3200 ***0***
Св. 8000 до 10 000	+300 ***0***	+450** ***0***	+600 ***0***	+1200** ***0***	+1800** ***0***	+3500 ***0***
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ					
Св. 500 до 3150 Св. 3150 до 10 000	*H7* *H6*	*H8* *H7*	*H8* *H7*	*H10* *H9*	*H11* *H10*	*H12* *H11*

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.76. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с зазором при размерах св. 500 до 10 000 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	2		2а			3			
	Поля допусков валов								
	$С$	$Д$	$С_{2а}$	$Д_{2а}$	2а	$С_з$	$Х_з$	$Л_з$	$Ш_з$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 500 до 630	***0*** —45	—35** —80**	***0*** ***—70***	—35* —105*	—100** —170**	***0*** —140**	—120* —260	—190** —330	—280* —420*
Св. 630 до 800	***0*** ***—50***	—40** —90**	***0*** ***—80***	—40* —120*	—110** —190**	***0*** —150*	—130* —280	—210** ***—360***	—300 —450**
Св. 800 до 1000	***0*** —55	—45** —100**	***0*** ***—90***	—45** —135**	—120** —210**	***0*** —170*	—150* —320	—240** —410	—350* —520*
Св. 1000 до 1250	***0*** —60	—50** —110**	***0*** —100	—50** —150*	—130** —230**	***0*** —200*	—170* —370	—270** —470	—400** —600
Св. 1250 до 1600	***0*** —65*	—55** —120*	***0*** —110*	—55** —165	—150** —260**	***0*** —220*	—190* —410	—300** —520	—450** —670*
Св. 1600 до 2000	***0*** —75**	—60** —135*	***0*** —120**	—60** —180	—170** —290*	***0*** —250	—210* —460	—340** —590	—500** —750*
Св. 2000 до 2500	***0*** —85**	—70** —155*	***0*** —130**	—70** —200	—190** —320*	***0*** ***—280***	—230* —510*	—380** —660*	—550** —830**

Продолжение табл. 1.76

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	2		2а			3			
	Поля допусков валов								
	С	*Д*	$С_{2а}$	$Д_{2а}$	$Х_{2а}$	$С_{3}$	$Х_{3}$	$Л_{3}$	$Ш_{3}$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 2500 до 3150	***0*** −100**	−80** −180	***0*** −150**	−80** −230*	−210** −360	***0*** −300	−260 −560*	−420** −720**	−600** −900**
Св. 3150 до 4000	—	—	***0*** −170	−90 −260	−240 −410	***0*** −350**	−300 −650*	−480** −830**	−700** −1050*
Св. 4000 до 5000	—	—	—	—	—	***0*** −400*	***−350*** −750*	−540** −940**	−800** −1200*
Св. 5000 до 6300	—	—	—	—	—	***0*** −450*	−400 −850*	−600** −1050**	−900** −1350
Св. 6300 до 8000	—	—	—	—	—	***0*** −500	−450 −950	−700* −1200**	−1000** −1500*
Св. 8 000 до 10 000	—	—	—	—	—	***0*** −600	−500 −1100	−800* −1400**	−1200** −1800
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ								
Св. 500 до 3150	*h*6	*g*6	*h*7	*g*7	*f*7	*h*8	*e*8	*e*9	*d*9
» 3150 до 10 000	—	—	*h*6	*g*6	*e*6	*h*7	*e*7	*d*8	*d*8

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	За		4				5	
	Поля допусков валов							
	$C_{За}$	$Ш_{За}$	C_4	$Х_4$	$Л_4$	$Ш_4$	C_5	$Х_5$
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 500 до 630	***0*** —280	—280 —560	***0*** —450	—230 —680	—450* —900*	—900** —1350**	***0*** —900**	—450 —1350
Св. 630 до 800	***0*** —300	—300 —600	***0*** ***—500***	—250 —750	—500* —1000*	—1000** —1500**	***0*** —1000*	—500 —1500
Св. 800 до 1000	***0*** —350	—350 —700	***0*** —550	—280 —830	—550 —1100	—1100** —1650**	***0*** —1100*	—550 —1650
Св. 1000 до 1250	***0*** —400	—400* —800	***0*** —600	—300 —900*	—600 —1200	—1200** —1800**	***0*** —1200*	—600 —1800
Св. 1250 до 1600	***0*** —450*	—450* —900	***0*** —650*	—330 —980**	—650 —1300**	—1300* —1950*	***0*** —1300	—650 —1950
Св. 1600 до 2000	***0*** —500*	—500* —1000	***0*** —750**	—380 —1130**	—750 —1500**	—1500* —2250*	***0*** ***—1500***	—750 —2250
Св. 2000 до 2500	***0*** —550**	—550* —1100*	***0*** —900**	—450 —1350**	—900 —1800**	—1800* —2700*	***0*** —1800	—900 —2700
Св. 2500 до 3150	***0*** —600**	—600* —1200**	***0*** —1000**	—500 —1500**	—1000* —2000**	—2000** —3000**	***0*** —2000	—1000 —3000

Продолжение табл. 1.76

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	За		4				5	
	Поля допусков валов							
	$C_{За}$	$Ш_{За}$	C_4	X_4	$Л_4$	$Ш_4$	C_5	X_5
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 3150 до 4000	***0*** −700	−700* −1400**	***0*** −1100	−550 −1650	−1100* −2200*	−2200** −3300**	***0*** −2200**	−1100** −3300*
Св. 4000 до 5000	***0*** −800	−800* −1600*	***0*** −1200	−600 −1800*	−1200** −2400**	−2400** −3600**	***0*** −2500*	−1250* −3750*
Св. 5000 до 6300	***0*** −900	−900* −1800*	***0*** −1400*	−700 −2100*	−1400** −2800**	−2800** −4200**	***0*** −2800*	−1400** −4200
Св. 6300 до 8000	***0*** −1000*	−1000* ***−2000***	***0*** −1600**	***−800*** −2400**	−1600** −3200**	−3200** −4800**	***0*** −3200	−1600* −4800*
Св. 8000 до 10 000	***0*** −1200**	−1200** −2400	***0*** −1800**	−900 −2700**	−1800** −3600**	−3600** −5400**	***0*** −3500	−1750** −5250**
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ							
Св. 500 до 3150 » 3150 » 10 000	*h*10 *h*9	*d*10 *d*9	*h*11 *h*10	*d*11 *d*10	*cd*11 *cd*10	*c*11 *cd*10	*h*12 *h*11	(*cd*11), *c*11 *cd*11

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.77. Система отверстия. Предельные отклонения валов для переходных посадок при размерах св. 500 до 3150 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Классы точности						
	2				2а		
	Поля допусков валов						
	Г	*Т*	*Н*	*П*	$Г_{2а}$	$Н_{2а}$	$П_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм						
Св. 500 до 630	+93 +48	+***70*** +25	+45 ***0***	+23 −22	+145 +75	+***70*** ***0***	+***35*** −***35***
Св. 630 до 800	+105 +55	+***80*** +***30***	+***50*** ***0***	+25 −25	+160 +80	+***80*** ***0***	+***40*** −***40***
Св. 800 до 1000	+118* +63*	+***90*** +35	+55 ***0***	+28 −27	+175* +85**	+***90*** ***0***	+***45*** −***45***
Св. 1000 до 1250	+130 +70	+100 +***40***	+60 ***0***	+30 −30	+200** +100*	+100 ***0***	+50 −50
Св. 1250 до 1600	+143* +***78***	+110** +45	+65* ***0***	+33* −32	+225** +115**	+110* ***0***	+55 −55
Св. 1600 до 2000	+158** +83*	+120** +45*	+75** ***0***	+38* −37*	+250 +130**	+120** ***0***	+60* −60*
Св. 2000 до 2500	+173** +88*	+130** +45**	+85** ***0***	+43* −42*	+275 +145**	+130** ***0***	+65* −65*
Св. 2500 до 3150	+200** +100**	+150** +50**	+100** ***0***	+50* −50*	+305** +155*	+150** ***0***	+75* −75*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*n*6	*m*6	*k*6	j_s6	*p*7 [1]; *n*7 [2]	*k*7	j_s7

Примечания: 1. Переходные посадки при размерах св. 3150 до 10 000 мм в ГОСТ 2689—54 не предусмотрены. 2. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

[1] Для размеров св. 500 до 1600 мм.
[2] Для размеров св. 1600 до 3150 мм.

1.78. Система отверстия. Предельные отклонения валов для посадок с натягом при размерах св. 500 до 3150 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	2			2а				3	
	Поля допусков валов								
	Пр$_1$	*Пр*	*Пл*	*Пр*3$_{2а}$	*Пр*2$_{2а}$	*Пр*1$_{2а}$	*Пр*$_{2а}$	*Пр*2$_3$	*Пр*1$_3$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 500 до 560	+525** +480**	+345** +300**	+215** +170**	+760** +690**	+630** +560**	+500** +430**	+370** +300**	+800** +660**	+580** +440**
Св. 560 до 630	+575** +530**	+375** +330**		+850** +780**	+700** +630**	+550** +480**	+400** +330**	+880** +740**	+620** +480**
Св. 630 до 710	+650** +600**	+420** +370**	+270** +220**	+960** +880**	+790** +710**	+620** +540**	+450** +370**	+980** +830**	+680** +530**
Св. 710 до 800	+730** +680**	+470** +420**		***+1080*** ***+1000***	+880** +800**	+690** +610**	+500** +420**	+1070** +920**	+730** +580*
Св. 800 до 900	+805** +750**	+525** +470**	+340** +285**	+1200** +1100**	+990** +900**	+770** +680**	+560** +470**	+1210** +1040**	+820** +650*
Св. 900 до 1000	+905** +850**	+585** +530**		+1330** +1240**	+1090** +1000**	+850** +760**	+620** +530**	+1320** +1150**	+890** +720**
Св. 1000 до 1120	+1030** +970**	+650** +590**	+410** +350**	+1480** +1380**	+1220** +1120**	+950** +850**	+690** +590**	+1500** +1300**	+1020** +820**
Св. 1120 до 1250	+1140** +1080**	+710** +650**		+1640** +1540**	+1350** +1250**	+1050** +950**	+750** +650**	+1650** +1450**	+1100** +900**

Номинальные размеры, мм	Классы точности								
	2			2а				3	
	Поля допусков валов								
	$Пр_1$	$Пр$	$Пл$	$Пр3_{2а}$	$Пр2_{2а}$	$Пр1_{2а}$	$Пр_{2а}$	$Пр2_3$	$Пр1_3$
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 1250 до 1400	+1265** +1200**	+800** +735**	+500** +435**	+1830** +1720**	+1510** +1400**	+1170** +1060**	+845** +735**	+1840** +1620**	+1220** +1000*
Св. 1400 до 1600	+1415** +1350**	+885** +820**		+2050** +1940**	+1690** +1580**	+1310** +1200**	+930** +820**	+2020** +1800**	+1320** +1100**
Св. 1600 до 1800	+1575** +1500**	+1000** +925**	+600** +525**	+2320** +2200**	+1900** +1178**	+1470** +1350**	+1045** +925**	+2280** +2030**	+1500** +1250
Св. 1800 до 2000	+1775** +1700**	+1100** +1025**		+2570** +2450**	+2100** +1980**	+1620** +1500**	+1145** +1025**	+2500** +2250**	+1630* +1380*
Св. 2000 до 2240	+1985** +1900**	+1225** +1140**	+735** +650**	+2860** +2730**	+2330** +2200**	+1800** +1670**	+1270** +1140**	+2800** +2520**	+1830* +1550*
Св. 2240 до 2500	+2205** +2120**	+1355** +1270**		+3170** +3040**	+2580** +2450**	+2000** +1870**	+1400** +1270**	+3060** +2780**	+1980* +1700*
Св. 2500 до 2800	+2450** +2350**	+1500** +1400**	+900** +800**	+3550** +3400**	+2900** +2750**	+2250** +2100**	+1550** +1400**	+3400** +3100**	+2200 +1900
Св. 2800 до 3150	+2750** +2650**	+1700** +1600**		+4000** +3850**	+3250** +3100**	+2500** +2350**	+1750** +1600**	+3750** +3450**	+2400 +2100
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*t6*; *u6*	*s6*	*r6*	*v7*	*u7*	*t7*	*s7*	*u8*; *v8*	*t8*

Примечания: 1. Посадки с натягом при размерах св. 3150 до 10 000 мм в ГОСТ 2689—54 не предусмотрены. 2. Значение отметок заменяемости отклонений по ОСТ отклонениями по ЕСДП СЭВ см. в табл. 1.88.

Предельные отклонения в системе вала при размерах от 0,1 до 1 мм

1.79. Система вала. Предельные отклонения основных валов при размерах от 0,1 до 1 мм (по ГОСТ 3047—66)

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов						
	B_1	B	B_{2a}	B_3	B_{3a}	B_4	B_5
	Предельные отклонения, мкм						
От 0,1 до 0,3	***0 −3***	***0*** −5*	***0*** −8**	***0*** −13	***0*** −20**	***0*** −35*	***0*** −50*
Св. 0,3 до 0,6	***0 −4***	***0 −6***	***0 −10***	***0*** −15	***0 −25***	***0 −40***	***0 −60***
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	***0*** −5*	***0*** −7*	***0*** −12*	***0*** −18**	***0*** −30*	***0*** −45*	***0*** −70*
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ						
От 0,1 до 0,3	*h*4	*h*5	*h*6	*h*8	*h*8; *h*9	*h*10	*h*11
Св. 0,3 » 1,0	*h*5	*h*6	*h*7	*h*8	*h*9	*h*10	*h*11

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.80. Система вала. Предельные отклонения отверстий при размерах от 0,1 до 1 мм (по ГОСТ 3047—66)

Номинальные размеры, мм	Классы точности											
	1						2					
	$Пр3_1$	$Пр2_1$	$Н_1$	$С_1$	$Х_1$	$Л_1$	$Пр3$	$Пр2$	$Н$	$П$	$С$	$Л$
	Предельные отклонения, мкм											
От 0,1 до 0,3	−7**	−5**	***0***	***+3***	+6**	***+9***	−15*	***−10***	***0***	***+2***	+5*	+7*
	−10**	−8**	***−3***	***0***	+3**	***+6***	−20**	−15*	−5*	−3	***0***	***+2***
Св. 0,3 до 0,6	−8**	***−6***	***0***	***+4***	***+8***	+12**	−16**	−11*	***0***	***+3***	***+6***	***+8***
	−12**	***−10***	***−4***	***0***	***+4***	+8**	−22**	−17*	***−6***	***−3***	***0***	***+2***
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	−9*	−7*	***0***	+5*	+10**	+15*	***−18***	−12**	***0***	***+3***	+7*	+9*
	−14	−12**	−5*	***0***	+5**	***+10***	−25*	−19**	−7*	−4	***0***	***+2***
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ											
От 0,1 до 0,3	*P4*	*P4*	*K4*	*H4*	*FG4*	*F4*	*S5*	*R5*	*K5*	J_s5	*H5*	*G5*
Св. 0,3 » 1,0	*R5*	*P5*	*K5*	*H5*	*FG5*	*EF5*	*U6*	*R6*	*K6*	J_s6	*H6*	*G6*

Продолжение табл. 1.80

Номинальные размеры, мм	Классы точности												
	2				2а							3	
	Поля допусков отверстий												
	X	*Л*	*Ш*	*Ш1*	$Пр2_{2а}$	$H_{2а}$	$П_{2а}$	$C_{2а}$	$X_{2а}$	$Л_{2а}$	$Ш1_{2а}$	$Пр1_{3}$	H_{3}
	Предельные отклонения, мкм												
От 0,1 до 0,3	***+8*** +3*	+11* ***+6***	+15* ***+10***	+20** +15*	−21* −29*	***0*** −8**	+4* −4*	+8** ***0***	+11* +3*	+14** ***+6***	+23** +15*	−18* −31	***0*** −13
Св. 0,3 до 0,6	***+10*** ***+4***	+14** +8**	+19* +13*	+25* +19*	−23** −33**	***0*** ***−10***	***+5*** ***−5***	***+10*** ***0***	***+14*** ***+4***	+18* +8*	+29 +19	***−20*** −35	***0*** −15
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	+12* +5*	+17* ***+10***	+23** +16**	+30** +23**	−25 −37	***0*** −12*	+6 −6	+12* ***0***	+17 +5**	+22* ***+10***	+35** +23**	−23* −41**	***0*** −18**
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ												
От 0,1 до 0,3	*FG5*	*F5*	*EF5*	*E5*	*X7*	*K6*	J_s6	*H6*	*FG6*	*F6*	*E6*	*X7 (X8)*	*(K7) K8*
Св. 0,3 до 1,0	*FG6*	*EF6*	*E6*	*D6*	*Z7*	*K7*	J_s7	*H7*	*FG7*	*EF7*	*D7*	*X8*	*K8*

Номинальные размеры, мм	Классы точности												
	3					3а				4			5
	Поля допусков отверстий												
	$П_3$	$С_3$	$Х_4$	$Л_3$	$Ш1_3$	$С_{3а}$	$Л_{3а}$	$Ш1_{3а}$	$Ш2_{3а}$	$С_4$	$Ш1_4$	$Ш2_4$	$С_5$
	Предельные отклонения, мкм												
От 0,1 до 0,3	+6 −7	+13 **0**	+16* +3	+19 **+6**	***+28*** +15	+20** **0**	+26** **+6**	+35* +15	— —	+35* **0**	+50** +15*	— —	+50* **0**
Св. 0,3 до 0,6	***+7*** −8	+15 **0**	+19 +4*	+23 +8*	***+34*** +19	***+25*** **0**	+33 +8	+44 +19	+60 +35	***+40*** **0**	+59 +19	+75 +35	***+60*** **0**
Св. 0,6 до 1,0 исключительно	+9* −9*	+18** **0**	+23* +5	+28** ***+10***	+41** +23	+30* **0**	+40* ***+10***	+53** +23	+75** +45**	+45* **0**	+68* +23	+70** +45**	+70* **0**
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ												
От 0,1 до 0,3	(J_S7) J_S8	($H7$) $H8$	$FG7$ ($F8$)	$F8$	$E8$	($H8$) $H9$	$F8$	($E8$) $E9$	— —	$H10$	$D10$	—	$H11$
Св. 0,3 до 1,0	J_S8	$H8$	$F8$	$EF8$	$D8$	$H9$	$EF9$	$D9$	$CD9$	$H10$	$D10$	$CD10$	$H11$

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

Предельные отклонения в системе вала при размерах от 1 до 500 мм

1.81. Система вала. Предельные отклонения основных валов при размерах от 1 до 500 (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов								
	B_{07}	B_{08}	B_1	B	B_{2a}	B_3	B_{3a}	B_4	B_5
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	***0 −2***	***0 −3***	***0 −4***	***0 −6***	***0*** −9*	***0*** −20**	***0 −40***	***0 −60***	***0*** −120*
Св. 3 до 6	***0 −2,5***	***0 −4***	***0 −5***	***0 −8***	***0 −12***	***0*** −25**	***0 −48***	***0*** −80	***0*** −160**
Св. 6 до 10	***0 −2,5***	***0 −4***	***0 −6***	***0*** −10	***0 −15***	***0*** −30**	***0 −58***	***0*** −100	***0*** −200**
Св. 10 до 18	***0 −3***	***0 −5***	***0 −8***	***0*** −12	***0 −18***	***0*** −35**	***0 −70***	***0*** −120	***0*** −240**
Св. 18 до 30	***0 −4***	***0 −6***	***0 −9***	***0*** −14	***0 −21***	***0*** −45**	***0 −84***	***0*** −140	***0*** −280**
Св. 30 до 50	***0 −4***	***0 −7***	***0 −11***	***0*** −17	***0 −25***	***0*** −50**	***0 −100***	***0*** −170	***0*** −340**
Св. 50 до 80	***0 −5***	***0 −8***	***0 −13***	***0*** −20	***0 −30***	***0*** −60**	***0 −120***	***0*** −200	***0*** −400**
Св. 80 до 120	***0 −6***	***0 −10***	***0 −15***	***0*** −23	***0 −35***	***0*** −70**	***0 −140***	***0*** −230	***0*** −460**

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов								
	B_{07}	B_{08}	B_1	B	B_{2a}	B_3	B_{3a}	B_4	B_5
	Предельные отклонения, мкм								
Св. 120 до 180	***0 −8***	***0 −12***	***0 −18***	***0*** −27	***0 −40***	***0*** −80**	***0 −160***	***0*** −260	***0*** −530**
Св. 180 до 250	***0 −10***	***0 −14***	***0 −20***	***0*** −30	***0*** −47	***0*** −90**	***0 −185***	***0*** −300	***0*** −600**
Св. 250 до 260	***0*** −10*	***0*** −14*	***0*** −20*	***0*** −30	***0*** −47*	***0*** −90**	***0*** −185*	***0*** −300	***0*** −600*
Св. 260 до 315	***0*** −12	***0*** −16	***0*** −22	***0*** −35	***0*** −54	***0*** −100**	***0*** −215	***0*** −340	***0*** −680**
Св. 315 до 360	***0*** −12	***0*** −16*	***0*** −22*	***0*** −35	***0*** −54	***0*** −100**	***0*** −215	***0*** −340	***0*** −680*
Св. 360 до 400	***0*** −15*	***0*** −20	***0*** −25	***0*** −40	***0*** −62	***0*** −120**	***0*** −250	***0*** −380	***0*** −760**
Св. 400 до 500	***0*** −15	***0*** −20	***0*** −25	***0 −40***	***0*** −62	***0*** −120	***0 −250***	***0*** −380	***0*** −760*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*h3*	*h4*	*h5*	*h6*	*h7*	*h8*; *h9*	*h10*	*h11*	*h12*

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.82. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок с зазором при размерах от 1 до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Классы точности											
	08		09		1			2				
	Поля допусков отверстий											
	$С_{08}$	$Д_{08}$	$С_{09}$	$Д_{09}$	$С_1$	$Д_1$	$Х_1$	$С$	$Д$	$Х$	$Л$	$Ш$
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	+3 0	+5 +2	+4 0	+6 +2	+6 0	+10** +3*	+16 +6	+10 0	+13 +3	+22* +8*	+30* +12*	+38** +18
Св. 3 до 6	+4 0	+8 +4	+5 0	+9 +4	+8 0	+12 +4	+22 +10	+13 0	+17 +4	+27 +10	+40 +17*	+50** +25*
Св. 6 до 10	+4 0	+9 +5	+6 0	+11 +5	+9 0	+14 +5	+28 +13	+16 0	+21 +5	+33 +13	+50* +23	+65** +35*
Св. 10 до 18	+5 0	+11 +6	+8 0	+14 +6	+11 0	+17 +6	+34 +16	+19 0	+25 +6	+40* +16	+60 +30	+80** +45*
Св. 18 до 30	+6 0	+13 +7	+9 0	+16 +7	+13 0	+20 +7	+41 +20	+23 0	+30 +8	+50 +20	+80* +40	+105** +60*
Св. 30 до 50	+7 0	+16 +9	+11 0	+20 +9	+15 0	+25 +9	+50 +25	+27 0	+35 +10	+60* +25	+95* +50	+125** +75
Св. 50 до 80	+8 0	+18 +10	+13 0	+23 +10	+18 0	+29 +10	+60 +30	+30 0	+42 +12	+70* +30	+115* +65	+155** +95
Св. 80 до 120	+10 0	+22 +12	+15 0	+27 +12	+21 0	+34 +12	+71 +36	+35 0	+50 +15	+90 +40	+140** +80*	+190** +120

Номинальные размеры, мм	Классы точности											
	08		09		1			2				
	Поля допусков отверстий											
	C_{08}	$Д_{08}$	C_{09}	$Д_{09}$	C_1	$Д_1$	X_1	C	$Д$	X	$Л$	$Ш$
	Предельные отклонения, мкм											
Св. 120 до 180	***+12*** ***0***	***+26*** ***+14***	***+18*** ***0***	***+32*** ***+14***	+24 ***0***	***+39*** ***+14***	***+83*** ***+43***	***+40*** ***0***	+60* +18	+105 +50*	+170** +100**	+230** +150
Св. 180 до 250	***+14*** ***0***	***+29*** ***+15***	***+20*** ***0***	***+35*** ***+15***	+27 ***0***	+43 +16	***+96*** ***+50***	+45 ***0***	+70* +22*	+120 +60*	+200** +120**	+270** +180**
Св. 250 до 260	+14* ***0***	+29** +15*	+20* ***0***	+35** +15	+27* ***0***	+43** +16	+96** +50	+45* ***0***	+70 +22	+120** +60	+200* +120*	+270** +180*
Св. 260 до 315	***+16*** ***0***	***+33*** ***+17***	***+23*** ***0***	+40 +17	+30 ***0***	+48 +18	***+108*** ***+56***	+50 ***0***	+80* +26*	+140 +70*	+230** +140**	+310 +210*
Св. 315 до 360	+16* ***0***	+33* +17	+23 ***0***	+40* +17	+30* ***0***	+48* +18	+108** +56*	+50* ***0***	+80 +26*	+140* +70*	+230* +140*	+310** ***+210***
Св. 360 до 400	+20 ***0***	+40* +20	+27 ***0***	+47 +20	+35 0	+55 +20	+131* +68	+60 ***0***	+90** +30**	+160* +80**	+270** +170**	+365* +250**
Св. 400 до 500	***+20*** ***0***	***+40*** ***+20***	***+27*** ***0***	***+47*** ***+20***	+35* ***0***	+55* +20	***+131*** ***+68***	+60 ***0***	+90* +30*	+160 +80*	+270** +170**	+365* +250*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*H4*	*G4*[1]	*H5*	*G5*	*H6*	*G6*	*F7*	*H7*	*G7*	*F8*	*E8*	*D8*

Продолжение табл. 1.8

2

Номинальные размеры, мм	Классы точности										
	2а	3			3а	4				5	
	Поля допусков отверстий										
	$С_{2а}$	$С_3$	$Х_3$	$Ш_3$	$С_{3а}$	$С_4$	$Х_4$	$Л_4$	$Ш_4$	$С_5$	$Х_5$
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	+14 0	+20** 0	+32** +7**	+50* +17	+40 0	+60 0	+90* +30*	+120 +60	+180** +120**	+120* 0	+180** +60**
Св. 3 до 6	+18 0	+25** 0	+44* +11**	+65* +25*	+48 0	+80 0	+120* +40*	+160* +80*	+240** +160**	+160** 0	+240* +80**
Св. 6 до 10	+22 0	+30** 0	+55* +15**	+85* +35	+58 0	+100 0	+150* +50	+200* +100**	+300** +200**	+200** 0	+300 +100**
Св. 10 до 18	+27 0	+35** 0	+70 +20**	+105* +45	+70 0	+120 0	+180* +60	+240** +120*	+360** +240**	+240** 0	+360* +120*
Св. 18 до 30	+33 0	+45** 0	+85* +25**	+130* +60	+84 0	+140 0	+210* +70	+280* +140	+420* +280	+280** 0	+420* +140
Св. 30 до 50	+39 0	+50** 0	+100* +32**	+160* +75	+100 0	+170 0	+250 +80	+340 +170	+500* +340*	+340** 0	+500** +170
Св. 50 до 80	+46 0	+60** 0	+120* +40**	+195** +95	+120 0	+200 0	+300 +100	+400 +200	+600** +400**	+400** 0	+600** +200
Св. 80 до 120	+54 0	+70** 0	+140** +50**	+235** +120	+140 0	+230 0	+350 +120	+460 +230	+700** +460**	+460** 0	+700** +230
Св. 120 до 180	+63 0	+80** 0	+165* +60**	+285** +150	+160 0	+260 0	+400 +130	+530 +260	+800** +530**	+530** 0	+800** +260

Номинальные размеры, мм	Классы точности										
	2а	3			3а	4				5	
	Поля допусков отверстий										
	C_{2a}	C_3	X_3	$Ш_3$	C_{3a}	C_4	X_4	$Л_4$	$Ш_4$	C_5	X_5
	Предельные отклонения, мкм										
Св. 180 до 250	+73 **0**	+90** **0**	+195* +75**	+330** +180	***+135*** **0**	+300 **0**	+450 +150	+600* +300*	+900** +600**	+600** **0**	+900* +300*
Св. 250 до 260	+73* **0**	+90** **0**	+195** +75**	+330 +180	+185* **0**	+300 **0**	+450* +150*	+600 +300	+900** +600**	+600* **0**	+900* +300**
Св. 260 до 315	+84 **0**	+100** **0**	+225* +90*	+380** +210*	+215 **0**	+340 **0**	+500 +170	+680* +340*	+1000** +680**	+680 **0**	+1000 +340**
Св. 315 до 360	+84 **0**	+100** **0**	+225** +90**	+380* ***+210***	+215 **0**	+340 **0**	+500** +170*	+680* +340*	+1000* +680*	+680 **0**	+1000** +340**
Св. 360 до 400	+95 **0**	+120** **0**	+255 +105*	+440* +250**	+250 **0**	+380 **0**	***+570*** +190	+760 +380	+1100* +760*	+760 0	+1100** +380**
Св. 400 до 500	+95 **0**	+120** **0**	+255** +105*	+440** +250*	***+250*** **0**	+380 0	+570* +190*	+760** +380**	+1100** +760**	+760* **0**	+1100** +380**
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*H8*	*H8*; *H9*	(*F9*) *E9*	*D9* (*D10*)	*H10*	*H11*	*D11*	*C11*[2]; *B11*[3]	*B11*[2]; *A11*[3]	*H12*	*B12*

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

[1] Поле допуска, не включенное в отборы полей по СТ СЭВ 144—75.
[2] Для размеров от 1 до 10 и св. 180 до 500 мм.
[3] Для размеров св. 10 до 180 мм.

1.83. Система вала. Предельные отклонения отверстий для переходных посадок при размерах от 1 до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Классы точности									
	08			09			1			
	Поля допусков отверстий									
	$Г_{08}$	$Н_{08}$	$П_{08}$	$Г_{09}$	$Н_{09}$	$П_{09}$	$Г_1$	$Т_1$	$Н_1$	$П_1$
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	*−2* *−5*	*0* *−3*	*+1,5* *−1,5*	*−2* *−6*	*0* *−4*	*+2* *−2*	*−4* *−10*	*−2* *−8*	+1* −5*	+4* −2*
Св. 3 до 6	*−2,5* *−6,5*	*+0,5* *−3,5*	*+2* *−2*	*−3* *−8*	*0* *−5*	*+2,5* *−2,5*	*−5* *−13*	−2 −10	+1* −7*	+5* −3*
Св. 6 до 10	*−4,5* *−8,5*	*+0,5* *−3,5*	*+2* *−2*	*−4* *−10*	*+1* *−5*	*+3* *−3*	−6 *−16*	*−3* *−12*	+1* −8*	+6* −4
Св. 10 до 18	*−5* *−10*	*+1* *−4*	*+2,5* *−2,5*	*−4* *−12*	*+2* *−6*	*+4* *−4*	−8 *−20*	*−4* *−15*	+1 −10	+7* −5
Св. 18 до 30	*−6* *−12*	*0* *−6*	*+3* *−3*	*−5* *−14*	*+1* *−8*	*+4,5* *−4,5*	−10 *−24*	*−4* *−17*	*+2* −12	+8* −6
Св. 30 до 50	*−6* *−13*	*+1* *−6*	*+3,5* *−3,5*	*−5* *−16*	*+2* *−9*	*+5,5* *−5,5*	*−12* *−28*	−5 *−20*	+2 −14	+9 −7
Св. 50 до 80	*−8* *−16*	*+1* *−7*	*+4* *−4*	*−6* *−19*	*+3* *−10*	*+6,5* *−6,5*	*−14* *−33*	*−5* *−24*	+2* −16	+10 −8
Св. 80 до 120	*−9* *−19*	*+1* *−9*	*+5* *−5*	*−8* *−23*	*+2* *−13*	*+7,5* *−7,5*	−17 *−38*	*−6* *−28*	+3 −19	+12 −9

Номинальные размеры, мм	Классы точности									
	08			09			1			
	Поля допусков отверстий									
	$Г_{08}$	$Н_{08}$	$П_{08}$	$Г_{09}$	$Н_{09}$	$П_{09}$	$Г_1$	$Т_1$	$Н_1$	$П_1$
	Предельные отклонения, мкм									
Св. 120 до 180	***−11*** ***−23***	***+1*** ***−11***	***+6*** ***−6***	***−9*** ***−27***	***+3*** ***−15***	***+9*** ***−9***	***−20*** ***−45***	−7 −32	+3 −22	+14 −10
Св. 180 до 250	***−13*** ***−27***	***0*** ***−14***	***+7*** ***−7***	***−11*** ***−31***	***+2*** ***−18***	***+10*** ***−10***	−23 −52	−8 −36	+3 −25	+16 −11*
Св. 250 до 260	−13** −27**	0 −14*	+7 −7	−11 −31**	+2 −18	+10 −10	−23 −52*	−8 −36*	+3 −25	***+16*** −11*
Св. 260 до 315	***−16*** ***−32***	***0*** ***−16***	***+8*** ***−8***	***−13*** ***−36***	***+3*** ***−20***	***+11,5*** ***−11,5***	−27 −58	−9 −40	+4 −28	+18 −13
Св. 315 до 360	***−16*** −32*	0 −16	+8 −8	−13 −36*	+3 −20	+11,5 −11,5	−27 −58*	−9 −40*	+4 −28	***+18*** −13*
Св. 360 до 400	−18 −38*	0 −20*	+10 −10	−16 −43*	+2 −25*	+13,5 −13,5	−30* −65	−10 −45	+5 −32	+20 −15
Св. 400 до 500	***−18*** ***−38***	***0*** ***−20***	***+10*** ***−10***	***−16*** ***−43***	***+2*** ***−25***	***+13,5*** ***−13,5***	−30 −65	−10 −45*	+5 −32	***+20*** −15*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	$M4^1$	$K4^1$	J_s4	$M5$	$K5$	J_s5	$N6$	$M6$	$K6$	J_s6

Продолжение табл. 1.83

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2				2а			
	Поля допусков отверстий							
	Г	*Т*	*Н*	*П*	$Г_{2а}$	$Т_{2а}$	$Н_{2а}$	$П_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм							
От 1 до 3	−2* −13	0* −10*	+3* −7*	+7* −3*	−1** −15**	—	+4** −10**	+7 −7
Св. 3 до 6	−3 **−16**	**0** −13	+4 **−9**	+9** −4*	**−2** **−20**	+1 −17	**+5** **−13**	**+9** **−9**
Св. 6 до 10	**−4** −20	**0** −16	+4 −12*	+11** −5*	**−3** **−25**	**+1** **−21**	**+6** **−16**	+12 −10
Св. 10 до 18	**−5** −24	**0** −19	+5 −14	+13** −6*	**−3** **−30**	**+2** **−25**	**+8** **−19**	+15 −12
Св. 18 до 30	−6 −30	**0** −23	**+6** −17	+16** −7*	**−3** **−36**	**+4** **−29**	**+10** **−23**	+20* −13*
Св. 30 до 50	−7 −35	**0** −27	**+7** −20	+18** −8*	**−3** **−42**	**+5** **−34**	**+12** **−27**	+24* −15*
Св. 50 до 80	−8 −40	**0** **−30**	+8 −23	+20* −10*	**−4** **−50**	**+5** **−41**	**+14** **−32**	+28* −18*
Св. 80 до 120	**−10** **−45**	**0** **−35**	+9 −26	+23* −12*	**−4** **−58**	**+6** **−48**	**+16** **−38**	+34* **−20***
Св. 120 до 180	**−12** **−52**	**0** **−40**	+10 −30	+27* −14*	**−4** **−67**	**+8** **−55**	**+20** **−43**	+41* −22*

Номинальные размеры, мм	Классы точности							
	2				2а			
	Поля допусков отверстий							
	Г	*Т*	*Н*	*П*	$Г_{2а}$	$Т_{2а}$	$Н_{2а}$	$П_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм							
Св. 180 до 250	−15 ***−60***	***0*** −45	+11 −35	+30* −16*	***−5*** −78	***+9*** −64	***+22*** −51	+49* −24*
Св. 250 до 260	−15 −60*	***0*** −45*	+11* −35	+30 −16**	***−5*** −78*	***+9*** −64*	***+22*** −51	+49* −24**
Св. 260 до 315	−18 −70	***0*** −50	+12 −40	+35* −18*	−6 −90	+10 −74	+26 −58	+57* −27*
Св. 315 до 360	−18 −70	***0*** −50*	+12 −40	+35* −18*	−6 −90	+10 −74	+26 −58	+57* −27**
Св. 360 до 400	−20 −80*	***0*** −60	+15 −45	+40* −20*	−7 −102	+10 −85	***+28*** −67	+64* −31*
Св. 400 до 500	−20 −80	***0*** −60	+15 −45	+40* −20*	−7 −102	+10 −85	+28 −67	+64* −31*
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*N*7	*M*7	*K*7	J_S7	*N*8	*M*8	*K*8	J_S8

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

[1] Поля допусков, не включенные в отборы полей по СТ СЭВ 144—75.

1.84. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок с натягом при размерах от 1 до 500 мм (по стандартам системы ОСТ — см. табл. 1.64)

Номинальные размеры, мм	Классы точности				
	08	09	2		2а
	Поля допусков отверстий				
	$Пр1_{08}$	$Пр1_{09}$	$Гр$	$Пр$	$Пр2_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм				
От 1 до 3	***—4*** ***—7***	***—4*** ***—8***	—13** —27**	—8* —18*	***—18*** ***—32***
Св. 3 до 6	***—6,5*** ***—10,5***	***—7*** ***—12***	—15** —33**	—10 —23	***—23*** ***—41***
Св. 6 до 10	***—8,5*** ***—12,5***	***—8*** ***—14***	—17** —39**	—12 —28	***—28*** ***—50***
Св. 10 до 18	***—10*** ***—15***	***—9*** ***—17***	—22** —48**	—15 —34	***—33*** ***—60***
Св. 18 до 24	***—13*** ***—19***	***—12*** ***—21***	—30** —62**	—19 —42	***—41*** ***—74***
Св. 24 до 30					***—48*** ***—81***
Св. 30 до 40	***—14*** ***—21***	***—13*** ***—24***	—40** —77**	—25 —52	***—60*** ***—99***
Св. 40 до 50			—50** —87**		***—70*** ***—109***
Св. 50 до 65	***—17*** ***—25***	***—15*** ***—28***	—65** —105**	—35* —65*	***—87*** ***—133***
Св. 65 до 80			—80** —120**		***—102*** ***—148***
Св. 80 до 100	***—19*** ***—29***	***—18*** ***—33***	—93** —140**	—50** —85**	***—124*** ***—178***
Св. 100 до 120			—113** —160**	—60* —95*	***—144*** ***—198***

Продолжение табл. 1.84

Номинальные размеры, мм	Классы точности				
	08	09	2		2а
	Поля допусков отверстий				
	$Пр1_{08}$	$Пр1_{09}$	*Гр*	*Пр*	$Пр2_{2а}$
	Предельные отклонения, мкм				
Св. 120 до 140			—137**	—70**	***—170***
			—190**	—110**	***—233***
Св. 140 до 150	***—23***	***—21***			***—190***
	—35	***—39***			***—253***
Св. 150 до 160			—167**	***—85***	
			—220**	***—125***	
Св. 160 до 180				—85*	***—210***
				—125*	***—273***
Св. 180 до 200	***—27***	***—25***	—200**	—100*	***—236***
	—41	***—45***	—260**	—145*	***—308***
Св. 200 до 220	***—27***	***—25***	—200**	—100**	—236**
	—41	***—45***	—260**	—145**	—308**
Св. 220 до 225	***—27***	***—25***	—240**	—120*	—284**
	—41	***—45***	—300**	—165*	—356**
Св. 225 до 250	***—27***	***—25***	—240**	—120	***—284***
	—41	***—45***	—300**	—165	***—356***
Св. 250 до 260	—27**	—25	—240**	—120**	—284**
	—41**	—45**	—300**	—165**	—356**
Св. 260 до 280	***—30***	***—27***	—285**	—145*	—350**
	—46	***—50***	—350**	—195	—431**
Св. 280 до 310	***—30***	***—27***	—285**	—145	***—350***
	—46	***—50***	—350**	—195*	***—431***
Св. 310 до 315	***—30***	***—27***	—335**	—170**	—390**
	—46	***—50***	—400**	—220**	—471**
Св. 315 до 355	—30*	—27*	—335**	—170	—390
	—46**	—50**	—400**	—220*	—471
Св. 355 до 360	—30*	—27*	—335**	—170**	—390**
	—46**	—50**	—400**	—220**	—471**
Св. 360 до 400	—35*	—33*	—395**	—200**	—460**
	—55**	—60*	—475**	—260**	—557**
Св. 400 до 440	***—35***	***—33***	—395**	—200*	—460**
	—55	***—60***	—475**	—260*	—557**
Св. 440 до 450	***—35***	***—33***	—465**	—240**	—540**
	—55	***—60***	—545**	—300**	—637**
Св. 450 до 500	***—35***	***—33***	—465**	—240*	***—540***
	—55	***—60***	—545**	—300*	***—637***
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*N*4[1]	*N*5	*U*8	*R*7[2]; *S*7[3]	*U*8

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

[1] Поле допуска, не включенное в отборы полей по СТ СЭВ 144—75.
[2] Для размеров до 80 мм.
[3] Для размеров св. 80 до 500 мм.

Предельные отклонения в системе вала при размерах свыше 500 до 10 000 мм

1.85. Система вала. Предельные отклонения основных валов при размерах св. 500 до 10 000 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Поля допусков основных валов					
	B	B_{2a}	B_3	B_{3a}	B_4	B_5
	Предельные отклонения, мкм					
Св. 500 до 630	***0*** ***—45***	***0*** ***—70***	***0*** —140**	***0*** —280	***0*** —450	***0*** —900**
Св. 630 до 800	***0*** ***—50***	***0*** ***—80***	***0*** —150*	***0*** —300	***0*** ***—500***	***0*** —1000*
Св. 800 до 1 000	***0*** —55	***0*** ***—90***	***0*** —170*	***0*** —350	***0*** —550	***0*** —1100*
Св. 1 000 до 1 250	***0*** —60	***0*** —100	***0*** —200*	***0*** —400	***0*** —600	***0*** —1200*
Св. 1 250 до 1 600	***0*** —65*	***0*** —110*	***0*** —220*	***0*** —450*	***0*** —650*	***0*** —1300
Св. 1 600 до 2 000	***0*** —75**	***0*** —120**	***0*** —250	***0*** —500*	***0*** —750**	***0*** —1500
Св. 2 000 до 2 500	***0*** —85**	***0*** —130**	***0*** —280	***0*** —550**	***0*** —900**	***0*** —1800
Св. 2 500 до 3 150	***0*** —100**	***0*** —150**	***0*** —300	***0*** —600**	***0*** —1000**	***0*** —2000
Св. 3 150 до 4 000	***0*** —110	***0*** —170	***0*** —350**	***0*** —700	***0*** —1100	***0*** —2200**
Св. 4 000 до 5 000	***0*** —120	***0*** —190	***0*** —400*	***0*** ***—800***	***0*** —1200	***0*** —2500*
Св. 5 000 до 6 300	***0*** —140	***0*** —220**	***0*** —450*	***0*** —900	***0*** —1400*	***0*** —2800*
Св. 6 300 до 8 000	***0*** —160	***0*** —260**	***0*** —500	***0*** —1000*	***0*** —1600**	***0*** —3200
Св. 8 000 до 10 000	***0*** —180	***0*** —300**	***0*** —600	***0*** —1200**	***0*** —1800**	***0*** —3500
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ					
Св. 500 до 3 150	*h*6	*h*7	*h*8	*h*10	*h*11	*h*12
» 3 150 » 10 000	*h*5	*h*6	*h*7	*h*9	*h*10	*h*11

Примечание. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

1.86. Система вала. Предельные отклонения отверстий для посадок переходных и с зазором при размерах св. 500 до 10 000 мм (по ГОСТ 2689—54)

Номинальные размеры, мм	Класс точности						
	2						
	Поля допусков отверстий						
	Г	*Т*	*Н*	*П*	*С*	*Д*	*Х*
	Предельные отклонения, мкм						
Св. 500 до 630	−23 −93	***0*** ***−70***	+25* −45*	+47* −23*	***+70*** ***0***	+105* +35*	+170** +100**
Св. 630 до 800	−25 −105	***0*** ***−80***	+30* −50*	+55* −25*	***+80*** ***0***	+120* +40*	+190** +110**
Св. 800 до 1000	−28 −118	***0*** ***−90***	+35* −55*	+62* −28*	***+90*** ***0***	+135** +45**	+210** +120**
Св. 1000 до 1250	−30 −130*	***0*** −100	+40* −60	+70* −30**	+100 ***0***	+150* +50**	+230** +130**
Св. 1250 до 1600	−33* −143**	***0*** −110*	+45* −65	+77* −33**	+110* ***0***	+165 +55**	+260** +150**
Св. 1600 до 2000	—	—	—	—	+120** ***0***	+180 +60**	+290* +170**
Св. 2000 до 2500	—	—	—	—	+130** ***0***	+200 +70**	+320* +190**
Св. 2500 до 3150	—	—	—	—	+150** ***0***	+230* +80**	+360 +210**
Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ	*M7*	*K7*	J_s7	J_s7	*H7*	*G7*	*F7*

Продолжение табл. 1.86

Номинальные размеры, мм	Классы точности					
	2а		3			
	Поля допусков отверстий					
	$C_{2а}$	$Д_{2а}$	C_3	X_3	$Л_3$	$Ш_3$
	Предельные отклонения, мкм					
Св. 500 до 630	+110 ***0***	+145 +35**	+140** ***0***	+260 +120*	+330 +190**	+420* +280*
Св. 630 до 800	+120 ***0***	***+160*** +40**	+150* ***0***	+280 +130*	***+360*** +210**	+450** +300
Св. 800 до 1 000	+130 ***0***	+175 +45**	+170* ***0***	+320 +150*	+410 +240**	+520* +350*
Св. 1 000 до 1 250	+150 ***0***	+200 +50**	+200* ***0***	+370 +170*	+470 +270**	+600 +400**
Св. 1 250 до 1 600	+170* ***0***	+225 +55	+220* ***0***	+410 +190*	+520 +300**	+670* +450**
Св. 1 600 до 2 000	+190** ***0***	+250 +60**	+250 ***0***	+460 +210*	+590 +340**	+750* +500**
Св. 2 000 до 2 500	+210** ***0***	+280* +70	***+280*** ***0***	+510* +230*	+660* +380**	+830** +550**
Св. 2 500 до 3 150	+230** ***0***	+310* +80**	+300 ***0***	+560* +260	+720** +420**	+900** +600**
Св. 3 150 до 4 000	+260 ***0***	+350** +90**	+350** ***0***	+650* +300	+830** +480**	+1050* +700**
Св. 4 000 до 5 000	—	—	+400* ***0***	+750* ***+350***	+940** +540**	+1200* +800**
Св. 5 000 до 6 300	—	—	+450* ***0***	+850* +400	+1050** +600**	+1350 +900**
Св. 6 300 до 8 000	—	—	+500 ***0***	+950 +450	+1200** +700*	+1500* +1000**
Св. 8 000 до 10 000	—	—	+600 ***0***	+1100 +500	+1400** +800*	+1800 +1200**
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ					
Св. 500 до 3 150	*H8*	*F7*	*H8*	*E8*	*E9*	*D9*
» 3 150 » 10 000	*H7*	*F7*	*H7*	*E7*	*D8*	*D8*

Продолжение табл. 1.86

Номинальные размеры, мм	Классы точности						
	3а		4				5
	Поля допусков отверстий						
	$С_{3а}$	$Ш_{3а}$	$С_4$	$Х_4$	$Л_4$	$Ш_4$	$С_5$
	Предельные отклонения, мкм						
Св. 500 до 630	+280 **0**	+560 +280	+450 **0**	+680 +230	+900* +450*	+1350** +900**	+900** **0**
Св. 630 до 800	+300 **0**	+600 +300	+**500** **0**	+750 +250	+1000* +500*	+1500** +1000**	+1000* **0**
Св. 800 до 1 000	+350 **0**	+700 +350	+550 **0**	+830 +280	+1100 +550	+1650** +1100**	+1100* **0**
Св. 1 000 до 1 250	+400 **0**	+800 +400*	+600 **0**	+900* +300	+1200 +600	+1800** +1200**	+1200* 0
Св. 1 250 до 1 600	+450* **0**	+900 +450*	+650* **0**	+980** +330	+1300** +650	+1950* +1300*	+1300 **0**
Св. 1 600 до 2 000	+500* **0**	+1000 +500*	+750** **0**	+1130** +380	+1500** +750	+2250* +1500*	+**1500** **0**
Св. 2 000 до 2 500	+550** **0**	+1100* +550*	+900** **0**	+1350** +450	+1800** +900	+2700* +1800*	+1800 **0**
Св. 2 500 до 3 150	+600** **0**	+1200** +600*	+1000** **0**	+1500** +500	+2000** +1000*	+3000** +2000**	+2000 **0**
Св. 3 150 до 4 000	+700 **0**	+1400** +700*	+1100 **0**	+1650 +550	+2200* +1100*	+3300** +2200**	+2200** **0**
Св. 4 000 до 5 000	+800 **0**	+1600* +800*	+1200 **0**	+1800* +600	+2400** +1200**	+3600** +2400**	+2500* **0**
Св. 5 000 до 6 300	+900 **0**	+1800* +900*	+1400* **0**	+2100* +700	+2800** +1400**	+4200** +2800**	+2800* **0**
Св. 6 300 до 8 000	+1000* **0**	+**2000** +1000*	+1600** **0**	+2400** +**800**	+3200** +1600**	+4800** +3200**	+3200 **0**
Св. 8 000 до 10 000	+1200** **0**	+2400 +1200**	+1800** **0**	+2700** +900	+3600** +1800**	+5400** +3600**	+3500 **0**
	Ближайшие поля допусков по ЕСДП СЭВ						
Св. 500 до 3 150	*H*10	*D*10	*H*11	*D*11	*CD*11	*C*11	*H*12
Св. 3 150 до 10 000	*H*9	*D*9	*H*10	*D*10	*CD*10	*CD*10	*H*11

Примечания: 1. Посадки с натягом в системе вала по ГОСТ 2689—54 не предусмотрены. 2. Посадки во 2-м классе точности при размерах св. 3150 мм не предусмотрены. 3. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ. Значение остальных отметок заменяемости отклонений см. в табл. 1.88.

Предельные отклонения размеров с большими допусками

1.87. Предельные отклонения размеров с большими допусками (по ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54)

мм

Номинальные размеры	Классы точности					
	7			8		
	Поля допусков					
	B_7	A_7	CM_7	B_8	A_8	CM_8
	Предельные отклонения					
От 1 до 3	*−0,25*	*+0,25*	±0,12	*−0,4*	*+0,4*	*±0,2*
Св. 3 » 6	*−0,3*	*+0,3*	*±0,15*	*−0,48*	*+0,48*	±0,2
» 6 » 10	*−0,36*	*+0,36*	±0,2	*−0,58*	*+0,58*	±0,3
» 10 » 18	*−0,43*	*+0,43*	±0,2	*−0,7*	*+0,7*	±0,3
» 18 » 30	*−0,52*	*+0,52*	±0,3	*−0,84*	*+0,84*	±0,4
» 30 » 50	*−0,62*	*+0,62*	±0,3	*−1*	*+1*	*±0,5*
» 50 » 80	*−0,74*	*+0,74*	±0,4	*−1,2*	*+1,2*	*±0,6*
» 80 » 120	*−0,87*	*+0,87*	±0,4	*−1,4*	*+1,4*	*±0,7*
» 120 » 180	*−1*	*+1*	*±0,5*	*−1,6*	*+1,6*	*±0,8*
» 180 » 250	*−1,15*	*+1,15*	*±0,6*	*−1,9*	*+1,9*	±1
» 250 » 260	−1,15	+1,15	±0,6	−1,9	+1,9	±1
» 260 » 315	−1,35	+1,35	±0,7	−2,2	+2,2	±1,1
» 315 » 360	−1,35	+1,35	*±0,7*	−2,2	+2,2	±1,1
» 360 » 400	−1,55	+1,55	±0,8	−2,5	+2,5	±1,2
» 400 » 500	*−1,55*	*+1,55*	±0,8	*−2,5*	*+2,5*	±1,2
» 500 » 630	−1,8	+1,8	±0,9	−2,8	+2,8	±1,4
» 630 » 800	*−2*	*+2*	*±1*	*−3*	*+3*	*±1,5*
» 800 » 1 000	−2,2	+2,2	±1,1	−3,5	+3,5	±1,7
» 1 000 » 1 250	−2,4	+2,4	±1,2	−4	+4	±2
» 1 250 » 1 600	−2,6	+2,6	±1,3	−4,5	+4,5	±2,2
» 1 600 » 2 000	−3	+3	±1,5	−5	+5	±2,5
» 2 000 » 2 500	−3,5	+3,5	±1,7	−5,5	+5,5	±2,7
» 2 500 » 3 150	−4	+4	±2	−6	+6	±3
» 3 150 » 4 000	−4,5	+4,5	±2,2	−7	+7	±3,5
» 4 000 » 5 000	*−5*	*+5*	*±2,5*	*−8*	*+8*	*±4*
» 5 000 » 6 300	−5,5	+5,5	±2,7	−9	+9	±4,5
» 6 300 » 8 000	−6,5	+6,5	±3,2	−10	+10	±5
» 8 000 » 10 000	−7	+7	±3,5	−12	+12	±6
	Ближайшее поле допуска по ЕСДП СЭВ					
До 3 150	*h*14	*H*14	±*IT*14/2	*h*15	*H*15	±*IT*15/2
Св. 3 150 до 10 000	*h*13	*H*13	±*IT*13/2	*h*14	*H*14	±*IT*14/2

Продолжение табл. 1.87

мм

Номинальные размеры	Классы точности					
	9			10		
	Поля допусков					
	B_9	A_9	CM_9	B_{10}	A_{10}	CM_{10}
	Предельные отклонения					
От 1 до 3	***−0,6***	***+0,6***	***±0,3***	—	—	—
Св. 3 » 6	***−0,75***	***+0,75***	±0,4	***−1,2***	***+1,2***	***±0,6***
» 6 » 10	***−0,9***	***+0,9***	±0,5	***−1,5***	***+1,5***	±0,7
» 10 » 18	***−1,1***	***+1,1***	±0,5	***−1,8***	***+1,8***	***±0,9***
» 18 » 30	***−1,3***	***+1,3***	±0,6	***−2,1***	***+2,1***	±1
» 30 » 50	***−1,6***	***+1,6***	***±0,8***	***−2,5***	***+2,5***	±1,2
» 50 » 80	***−1,9***	***+1,9***	±1	***−3***	***+3***	***±1,5***
» 80 » 120	***−2,2***	***+2,2***	***±1,1***	***−3,5***	***+3,5***	±1,7
» 120 » 180	***−2,5***	***+2,5***	±1,2	***−4***	***+4***	***±2***
» 180 » 250	***−2,9***	***+2,9***	±1,5	***−4,6***	***+4,6***	***±2,3***
» 250 » 260	−2,9	+2,9	±1,5	−4,6	+4,6	±2,3
» 260 » 315	−3,3	+3,3	±1,7	−5,4	+5,4	±2,7
» 315 » 360	−3,3	+3,3	±1,7	−5,4	+5,4	±2,7
» 360 » 400	−3,8	+3,8	±2	−6,3	+6,3	±3
» 400 » 500	−3,8	+3,8	***±2***	***−6,3***	***+6,3***	±3
» 500 » 630	−4,5	+4,5	±2,2	***−7***	***+7***	***±3,5***
» 630 » 800	***−5***	***+5***	***±2,5***	***−8***	***+8***	***±4***
» 800 » 1 000	−5,5	+5,5	±2,7	***−9***	***+9***	***±4,5***
» 1 000 » 1 250	−6	+6	±3	−10	+10	±5
» 1 250 » 1 600	−6,5	+6,5	±3,2	−11	+11	±5,5
» 1 600 » 2 000	−7	+7	±3,5	−12	+12	±6
» 2 000 » 2 500	−8	+8	±4	−13	+13	±6,5
» 2 500 » 3 150	−9	+9	±4,5	−15	+15	±7,5
» 3 150 » 4 000	***−10,5***	***+10,5***	±5,2	−17	+17	±8,5
» 4 000 » 5 000	−12	+12	±6	−19	+19	±9,5
» 5 000 » 6 300	−14	+14	±7	−22	+22	±11
» 6 300 » 8 000	−16	+16	±8	−26	+26	±13
» 8 000 » 10 000	−18	+18	±9	−30	+30	±15
	Ближайшее поле допуска по ЕСДП СЭВ					
До 3 150	*h*16	*H*16	±*IT*16/2	*h*17	*H*17	±*IT*17/2
Св. 3 150 до 10 000	*h*15	*H*15	±*IT*15/2	*h*16	*H*16	±*IT*16/2

Продолжение табл. 1.87

мм

Номинальные размеры	Класс точности		
	11		
	Поля допусков		
	B_{11}	A_{11}	CM_{11}
	Предельные отклонения		
От 1 до 500	—	—	—
Св. 500 » 630	−11	+11	±5,5
» 630 » 800	−12	+12	±6
» 800 » 1 000	−13	+13	±6,5
» 1 000 » 1 250	−15	+15	±7,5
» 1 250 » 1 600	−17	+17	±8,5
» 1 600 » 2 000	−19	+19	±9,5
» 2 000 » 2 500	−21	+21	±10,5
» 2 500 » 3 150	−23	+23	±11,5
» 3 150 » 4 000	−26	+26	±13
» 4 000 » 5 000	−30	+30	±15
» 5 000 » 6 300	−35	+35	±17
» 6 300 » 8 000	−40	+40	±20
» 8 000 » 10 000	−45	+45	±22,5
Ближайшее поле допуска по ЕСДП СЭВ	$h17$	$H17$	$\pm IT17/2$

Примечания: 1. Обозначения B относятся к валам, A — к отверстиям, СМ — к размерам любых элементов. 2. Для валов B приведено нижнее отклонение, а верхнее равно нулю; для отверстий A приведено верхнее отклонение, а нижнее равно нулю. 3. Для размеров менее 1 мм предельные отклонения размеров с большими допусками (по ГОСТ 3047—66) соответствуют следующим:

мм

Номинальные размеры	Классы точности								
	5			6			7		
	Поля допусков								
	B_5	A_5	CM_5	B_6	A_6	CM_6	B_7	A_7	CM_7
От 0,1 до 0,3	−0,05	+0,05	±0,025	—	—	—	—	—	—
Св. 0,3 » 0,6	−0,06	+0,06	±0,030	−0,09	+0,09	+0,045	−0,14	+0,14	±0,07
» 0,6 » 1	−0,07	+0,07	±0,035	−0,1	+0,1	+0,05	−0,16	+0,16	±0,08

4. Предельные отклонения, напечатанные полужирным шрифтом, полностью совпадают с соответствующими отклонениями по ЕСДП СЭВ.

ЗАМЕНА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ПО СИСТЕМЕ ОСТ НА ЕСДП СЭВ

В связи с введением в народном хозяйстве СССР ЕСДП СЭВ стандарты на допуски и посадки по системе ОСТ (см. табл. 1.64) разрешается применять только для изделий, спроектированных до перехода на ЕСДП СЭВ и по тем или иным причинам не переведенных на ЕСДП СЭВ. Применение системы ОСТ при новом проектировании запрещается (см. стр. 6).

Замена полей допусков

Методика замены полей допусков ОСТ полями допусков ЕСДП СЭВ изложена в рекомендациях по внедрению ЕСДП СЭВ [31].

В соответствии с указанными рекомендациями о заменяемости полей допусков принято судить по относительному смещению границ полей допусков (α), т. е. по смещению границ заменяемых полей допусков, отнесенных к допуску размера и выраженному в процентах. Смещение границ a (см. рисунки в табл. 1.88) представляет собой размер между границами поля допуска ЕСДП и ОСТ, причем граница поля допуска ЕСДП может быть расположена вне поля допуска ОСТ или внутри него.

Для обеспечения взаимозаменяемости основное внимание следует обратить на те случаи, когда граница поля по ЕСДП СЭВ выходит за границы поля допуска ОСТ.

Смещение границ может быть выражено в виде разности одноименных — верхних или нижних (ближайших или удаленных по отношению к номинальному размеру) предельных отклонений и, следовательно,

$$\alpha = \frac{\Delta_{ЕСДП} - \Delta_{ОСТ}}{T_{ОСТ}} 100\ \%. \qquad (1.50)$$

Поля допусков ОСТ и ЕСДП, как правило, считаются заменяемыми, если для обеих границ $\alpha \leqslant 10\ \%$, при этом выполняется условие [1]

$$\beta = \frac{T_{ЕСДП}}{T_{ОСТ}} = 0{,}8 \div 1{,}2. \qquad (1.51)$$

Данные о заменах полей допусков по системам ОСТ и ЕСДП СЭВ используются в следующих случаях:

1) при проверке взаимозаменяемости деталей, выполненных в двух системах допусков и посадок;

2) переработке технической документации, в которой допуски и посадки назначались по системе ОСТ;

3) выборе допусков и посадок по ЕСДП СЭВ в процессе нового проектирования по методу аналогии с ранее назначавшимися по системе ОСТ.

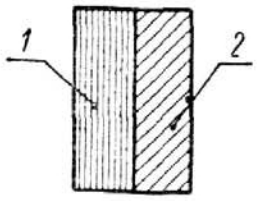
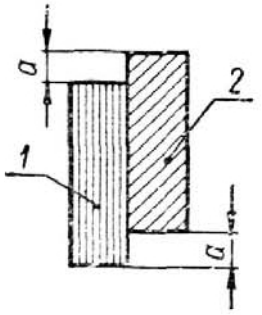
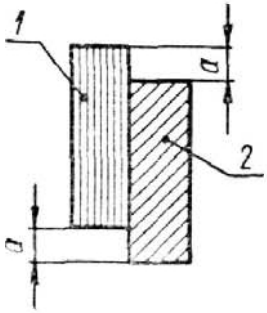
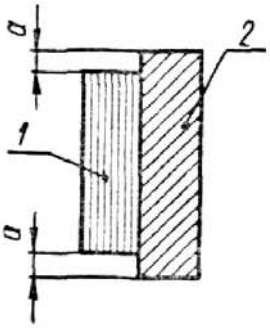
Как правило, для замены рекомендуются поля допусков ЕСДП СЭВ, ближайшие (по числовым значениям предельных отклонений и допускам) к заменяемым полям допусков из системы ОСТ.

В таблицах предельных отклонений ОСТ (табл. 1.69—1.87) указаны ближайшие поля допусков ЕСДП СЭВ, заменяющие соответствующие поля допусков ОСТ. Этими таблицами и рекомендуется пользоваться при выборе заменяющих полей допусков.

Различные случаи замены полей допусков в зависимости от допускаемых значений параметров α и β и степень обеспечения исходных требований взаимо-

[1] При других значениях α могут допускаться и иные значения β: $\beta > 1{,}2$ и $\beta < 0{,}8$, последние — при условии возможности выбора рентабельного метода изготовления изделия.

1.88. Критерии сопоставимости полей допусков по системам ОСТ и ЕСДП СЭВ

Значения параметров сопоставления		Схема взаимного расположения полей допусков (*1* — по ОСТ; *2* — по ЕСДП СЭВ)	Характеристика замены полей допусков
α по формуле (1.50)	β по формуле (1.51)		
$\alpha = 0$	$\beta = 1$		Полное совпадение полей допусков. Возможность замены не проверяется. Предельные отклонения по ОСТ, соответствующие этому условию, напечатаны в табл. 1.69—1.87 полужирным шрифтом
$\alpha \leqslant 10\%$			Близкое совпадение полей допусков. Имеется односторонний или двухсторонний выход поля допуска по ЕСДП СЭВ за границы поля по ОСТ или внутрь него. Возможность замены проверяется в ответственных случаях. Предельные отклонения по ОСТ, соответствующие этому условию, напечатаны в табл. 1.69—1.86 светлым шрифтом
$10\% < \alpha \leqslant 20\%$	$0{,}8 \leqslant \beta^1 \leqslant 1{,}2$		Приближенное совпадение полей допусков. Имеется односторонний или двухсторонний выход поля допуска по ЕСДП СЭВ за границы поля по ОСТ или внутрь него. Возможность замены проверяется в большинстве случаев. Предельные отклонения по ОСТ, соответствующие этому условию, отмечены в табл. 1.69—1.86 знаком *
$\alpha > 20\%$			Грубое приближение совпадения полей допусков. Имеется односторонний или двухсторонний выход поля допуска по ЕСДП СЭВ за границы поля по ОСТ или внутрь него. Возможность замены проверяется во всех случаях. Предельные отклонения по ОСТ, соответствующие этому условию, отмечены в табл. 1.69—1.86 знаком **

[1] См. сноску на стр. 251.

заменяемости, установленных полями допусков ОСТ, при таких заменах, приведены в табл. 1.88. Там же даны рекомендации, в каких случаях конструктору целесообразно проанализировать указанную замену с учетом конкретных условий работы и изготовления изделия.

Дополнительный анализ замены производится прежде всего для ответственных соединений, от которых зависит работоспособность, точность, срок службы и другие эксплуатационные показатели изделия.

Практически для всех полей допусков ОСТ можно указать замены ближайшими полями допусков по ЕСДП СЭВ; при этом примерно в 75 % случаев таких замен обеспечивается полная или хорошая взаимозаменяемость изделий, выполненных в обеих системах. В большинстве рекомендуемых замен допуски сохраняются на исходном уровне, и переход на ЕСДП СЭВ не требует ужесточения условий производства. Сокращение допусков (на 20—25 %) рекомендуется в основном лишь при заменах посадок с натягом 3-го класса точности (сокращение допусков компенсируется повышением однородности натягов в соединении) и посадок 5-го класса точности, где рекомендуемый допуск по 12-му квалитету также достаточно велик и не вызывает технологических затруднений.

В тех случаях, когда для одного поля допуска ОСТ в табл. 1.69—1.86 указаны два ближайших поля ЕСДП СЭВ, имеется возможность выбрать наиболее подходящий для данных условий вариант замены. В скобках указаны поля допусков, к которым не относятся отметки о заменяемости отклонений, приведенные в таблицах. Замены полей допусков ОСТ ближайшими полями ЕСДП СЭВ являются лишь рекомендуемыми. Допускаются любые другие обоснованные замены, в частности, с учетом предпочтительных полей допусков по СТ СЭВ 144—75 или ограничений на применение полей допусков, устанавливаемых в стандартах отраслей или предприятий.

После выбора заменяющих полей допусков для отверстия и вала, образующих соединение, в ряде случаев в соответствии с данными табл. 1.88 необходимо сделать проверку новых зазоров (натягов). Такую проверку можно сделать по формулам относительных несовпадений зазоров (натягов) (см. стр. 254—259).

Полное совпадение или достаточная близость между большинством полей допусков по системам ОСТ и ЕСДП СЭВ дают возможность широкого доиспользования размерных инструментов и предельных калибров, выполненных по одной системе, при изготовлении деталей по другой системе. Это обстоятельство имеет важное значение в период внедрения ЕСДП СЭВ, так как позволяет сократить сроки и стоимость подготовки производства изделий по ЕСДП СЭВ, избежать перегрузки инструментального производства и свести в основном процесс обновления парка инструментов и калибров к планомерному пополнению его инструментами и калибрами по ЕСДП СЭВ.

Возможности доиспользования режущего инструмента характеризуются следующими данными. Зенкер чистовой № 2, предназначавшийся для отверстия A_1 по ОСТ, обеспечивает получение отверстия $H11$ по ЕСДП. Доведенные развертки, поставлявшиеся инструментальной промышленностью централизованно, могут быть использованы соответственно:

развертка A — для отверстия $H7$ по ЕСДП;
развертка A_{2a} — для отверстия $H8$;
развертка A_3 — для отверстий $H8$ и $H9$;
развертка H — для отверстия $K7$.

Круглые протяжки для отверстий A, A_{2a} и A_3 по ОСТ могут быть использованы аналогично соответствующим разверткам.

Во всех указанных случаях инструментами можно пользоваться не внося изменений в исполнительные размеры, с помощью переводных таблиц или дополнив маркировку обозначением соответствующего поля допуска по ЕСДП СЭВ. Исполнение и маркировка всех универсальных и настраиваемых инструментов, а также сверл не зависят от принятой системы допусков и посадок. Возможности доиспользования предельных калибров системы ОСТ указаны в работе [31].

Замена посадок

В табл. 1.89 приведены ближайшие посадки по ЕСДП СЭВ, заменяющие некоторые посадки ОСТ. Кроме того, заменяющие посадки ЕСДП СЭВ могут быть получены путем подбора соответствующих полей допусков (см. стр. 251—253). Заменяющие посадки часто бывает необходимо подвергнуть проверке на совпадение предельных зазоров или натягов. Такая проверка может быть проведена по формулам и критериям, данным в работе [31], аналогичным условиям проверки замены полей допусков — см. (1.50). Для дополнительного анализа, наряду с учетом условия (1.51), в ряде случаев можно рекомендовать следующие формулы:

а) для посадок с зазором

$$\varphi_S = \frac{S_{\text{ЕСДП}} - S_{\text{ОСТ}}}{S_{\text{ОСТ}}} 100\ \%; \qquad (1.52)$$

б) для посадок с натягом и переходных посадок

$$\varphi_N = \frac{N_{\text{ЕСДП}} - N_{\text{ОСТ}}}{N_{\text{ОСТ}}} 100\ \%, \qquad (1.53)$$

где φ_S, φ_N — относительное несовпадение одноименных, т. е. наименьших или наибольших зазоров (натягов) ЕСДП и ОСТ, выраженное в % по отношению к зазорам (натягам) ОСТ.

Положительные значения φ указывают на увеличение зазоров (натягов) ЕСДП СЭВ по сравнению с зазорами (натягами) ОСТ; $\varphi = 0$ указывает на полное совпадение зазоров (натягов) по обеим системам.

При удовлетворительной проверке посадка может быть принята для данного соединения и аналогичных им. Под удовлетворительной проверкой понимаются такие значения φ_S и φ_N, при которых не изменяются исходные расчетные данные посадки; обеспечиваются условия взаимозаменяемости деталей, надежность и срок службы соединения, а также возможность применения рентабельных методов изготовления и сборки деталей и др.

Такие требования к заменяющей посадке обычно удовлетворяются при следующих допустимых значениях[1] $[\varphi_S]$, $[\varphi_N]$:

$$-15\ \% \leqslant [\varphi_{S\min}] \leqslant +20\ \%; \quad +15\ \% \geqslant [\varphi_{S\max}] \geqslant -25\ \%; \qquad (1.54)$$

$$-15\ \% \leqslant [\varphi_{N\min}] \leqslant +25\ \%; \quad +10\ \% \geqslant [\varphi_{N\max}] \geqslant -20\ \%. \qquad (1.55)$$

Для особо ответственных рассчитываемых соединений значения $[\varphi_S]$, $[\varphi_N]$ устанавливаются конструктором индивидуально.

В ряде случаев при решении тех или иных производственных задач рекомендуются и другие проверочные формулы: например, при крупносерийном и массовом производстве изделий рекомендуются проверочные формулы аналогичные (1.52), (1.53) при средних значениях зазоров (натягов) или их вероятностных значениях.

При неудовлетворительных результатах проверки заменяющей посадки по формулам (1.52), (1.53) необходимо прежде всего внимательно изучить возможность расширения пределов допустимых значений $[\varphi_S]$, $[\varphi_N]$ — см. формулы (1.54), (1.55) или β. Если это не дает удовлетворительных результатов, то следует попытаться изменить предельные отклонения (поля допусков) отверстия и вала посадки ЕСДП СЭВ так, чтобы добиться положительных результатов проверки. Эта задача может решаться методом подбора на основе полученных результатов проверки.

---

[1] Значения $[\varphi_S]$, $[\varphi_N]$ могут быть изменены в соответствии с данными практики в связи с функциональным назначением посадки. Уменьшение $S_{\max}$ ограничивается в связи с необходимым сроком службы соединения при интенсивном износе. Уменьшение $N_{\min}$ ограничивается в связи с необходимостью обеспечить прочность соединения.

1.89. Замена посадок по системе ОСТ ближайшими посадками по ЕСДП СЭВ при размерах от 1 до 500 мм

Система отверстия			Система вала		
Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по СТ СЭВ 144—75	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм	Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по СТ СЭВ 144—75	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм
$A_1/Пр2_1$	$H6/s5$	От 1 до 500	—	—	—
$A_1/Пр1_1$	$H6/r5$				
$A_1/Г_1$	$H6/p5$ $H6/n5$	От 1 до 3 » 1 » 500	$Г_1/В_1$	$N6/h5$	От 1 до 500
$A_1/Т_1$	$H6/n5$ $H6/m5$	От 1 до 3 » 1 » 500	$Т_1/В_1$	$M6/h5$	
$A_1/Н_1$	$H6/k5$	От 1 до 500	$Н_1/В_1$	$K6/h5$	
$A_1/П_1$	$H6/j_s5$		$П_1/В_1$	$J_s6/h5$	
$A_1/С_1$	$H6/h5$		$С_1/В_1$	$H6/h5$	
$A_1/Д_1$	$H6/g5$		$Д_1/В_1$	$G6/h5$	
$A_1/Х_1$	$H6/f6$		$Х_1/В_1$	$F7/h5$	
$А/Гр$	$H7/u7$ $H7/t6$	От 1 до 500 Св. 24 » 500	$Гр/В$	$U8/h6$ $T7/h6$	От 1 до 500 Св. 24 » 500
$А/Пр$	$H7/r6$ $H7/s6$	От 1 до 120 Св. 80 » 500	$Пр/В$	$R7/h6$ $S7/h6$	От 1 до 150 Св. 50 » 500
$А/Пл$	$H7/p6$	От 1 до 120	—	—	—
	$H7/r6$	От 1 до 3 Св. 80 » 500			
$А/Г$	$H7/p6$ $H7/n6$	От 1 до 3 » 1 » 500	$Г/В$	$M7/h6$ $N7/h6$	От 1 до 3 » 1 » 500
$А/Т$	$H7/n6$ $H7/m6$	От 1 до 3 » 1 » 500	$Т/В$	$K7/h6$ $M7/h6$	От 1 до 3 » 1 » 500
$А/Н$	$H7/k6$	От 1 до 500	$Н/В$	$Js7/h6$ $K7/h6$	От 1 до 3 » 1 » 500

Продолжение табл. 1.89

Система отверстия			Система вала		
Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по СТ СЭВ 144—75	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм	Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по СТ СЭВ 144—75	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм
$А/П$	$H7/j_s6$	От 1 до 500	$П/В$	$J_s7/h6$	От 1 до 500
$А/С$	$H7/h6$		$С/В$	$H7/h6$	
$А/Д$	$H7/g6$		$Д/В$	$G7/h6$	
$А/Х$	$H7/f7$		$Х/В$	$F8/h6$	
				$F7/h6$	
$А/Л$	$H7/e8$ $H7/e7$ *		$Л/В$	$E8/h6$	
$А/Ш$	$H7/d8$		$Ш/В$	$D8/h6$	
$А/Т\ Х$	$H7/c8$		—	—	—
$А_{2а}/Пр2_{2а}$	$H8/u8$		$Пр2_{2а}/В_{2а}$	$U8/h7$	От 1 до 500
$А_{2а}/Пр1_{2а}$	$H8/s7$		—	—	—
$А_{2а}/Г_{2а}$	$H8/n7$		$Г_{2а}/В_{2а}$	$N8/h7$	От 1 до 500
$А_{2а}/Т_{2а}$	$H8/m7$		$Т_{2а}/В_{2а}$	$M8/h7$	
$А_{2а}/Н_{2а}$	$H8/k7$		$Н_{2а}/В_{2а}$	$K8/h7$	
$А_{2а}/П_{2а}$	$H8/j_s7$		$П_{2а}/В_{2а}$	$J_s8/h7$	
$А_{2а}/С_{2а}$	$H8/h7$		$С_{2а}/В_{2а}$	$H8/h7$	
$А_{2а}/Х_{2а}$	$H8/f8$		—	—	—
$А_э/Пр3_э$	$H8/z8$ $H8/x8$ $H8/u8$	Св. 18 до 160 » 50 » 500 » 225 » 500	—	—	—
$А_э/Пр2_э$	$H8/z8$ $H8/x8$ * $H8/u8$ *	Св. 6 до 30 » 6 » 50 » 30 » 500			

Продолжение табл. 1.89

Система отверстия			Система вала		
Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по СТ СЭВ 144—75	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм	Посадка системы ОСТ	Заменяющая посадка по СТ СЭВ 144—75	Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена, мм
$A_3/Пр1_3$	$H8/x8$ $H8/u8$ * $H8/s7$	Св. 3 до 30 » 3 » 100 » 65 » 500	—	—	—
A_3/C_3	$H8/h8$ * $H9/h8$; $H8/h9$ $H9/h9$	От 1 до 500	C_3/B_3	$H8/h8$* $H9/h8$; $H8/h9$ $H9/h9$	От 1 до 500
A_3/X_3	$H9/f8$ *; $H8/f9$ * $H9/f9$ $H9/e8$; $H8/e9$		X_3/B_3	$F9/h8$*; $F8/h9$* $F9/h9$ $E9/h8$; $E8/h9$	
$A_3/Ш_3$	$H9/d9$ $H8/d9$ * $H9/d10$		$Ш_3/B_3$	$D9/h9$ $D9/h8$ * $D10/h8$	
$A_{3а}/C_{3а}$	$H10/h10$		$C_{3а}/B_{3а}$	$H10/h10$	
A_4/C_4	$H11/h11$		C_4/B_4	$H11/h11$	
A_4/X_4	$H11/d11$		X_4/B_4	$D11/h11$	
$A_4/Л_4$	$H11/b11$	От 1 до 500	$Л_4/B_4$	$B11/h11$	От 1 до 500
	$H11/c11$	От 1 до 18 Св. 160 » 500		$C11/h11$	От 1 до 18 Св. 160 » 500
$A_4/Ш_4$	$H11/a11$	От 1 до 500	$Ш_4/B_4$	$A11/h11$	От 1 до 500
	$H11/b11$	От 1 до 18 Св. 200 » 500		$B11/h11$	От 1 до 18 Св. 200 » 500
A_5/C_5	$H12/h12$ *	От 1 до 500	C_5/B_5	$H12/h12$ *	От 1 до 500
A_5/X_5	$H12/b12$ *		X_5/B_5	$B12/h12$ *	

* Посадка ЕСДП обеспечивает дополнительный запас на износ или запас прочности по сравнению с заменяемой посадкой ОСТ.

При анализе сопоставляются числовые значения предельных отклонений по системам ОСТ и ЕСДП СЭВ и связанные с ними предельные зазоры и натяги в посадках, а затем на основе имеющихся опытных данных или расчетов оценивается влияние различий сопоставляемых полей допусков на условия изготовления, сборки и функционирования изделия.

Кроме указанного способа проверки эту же задачу можно решить более общим методом [1] с помощью формул (1.58) — (1.61).

Смещение границ полей допусков при замене посадок указывает на изменение величины зазоров (натягов). Это изменение может быть оценено параметрами γ, выраженными в процентах от соответствующих зазоров (натягов) заменяемой посадки ОСТ.

1. Параметры γ изменения величины $S_{\min}$, $S_{\max}$ в посадках с зазором при смещении границ полей допусков:

а) по ближайшим отклонениям неосновных деталей системы допусков (вала в системе отверстия или отверстия в системе вала)

$$\gamma_1 = \frac{\Delta^{бл}_{ЕСДП} - \Delta^{бл}_{ОСТ}}{S_{\min\ ОСТ}} 100\%; \qquad (1.56а)$$

б) по удаленным отклонениям неосновных деталей системы допусков

$$\gamma_2 = \frac{\Delta^{уд}_{ЕСДП} - \Delta^{уд}_{ОСТ}}{S_{\max\ ОСТ}} 100\%; \qquad (1.56б)$$

в) по удаленным отклонениям основных деталей системы допусков (отверстия в системе отверстия и вала в системе вала)

$$\gamma_3 = \frac{\Delta^{уд'}_{ЕСДП} - \Delta^{уд'}_{ОСТ}}{S_{\max\ ОСТ}} 100\%. \qquad (1.56в)$$

2. Параметры γ изменения величины $N_{\max}$, $N_{\min}$ в посадках с натягом и переходных при смещении границ полей допусков:

а) по удаленным отклонениям неосновных деталей системы допусков

$$\gamma_4 = \frac{\Delta^{уд}_{ЕСДП} - \Delta^{уд}_{ОСТ}}{N_{\max\ ОСТ}} 100\%; \qquad (1.57а)$$

б) по ближайшим отклонениям неосновных деталей системы допусков

$$\gamma_5 = \frac{\Delta^{бл}_{ЕСДП} - \Delta^{бл}_{ОСТ}}{N_{\min\ ОСТ}} 100\%; \qquad (1.57б)$$

в) по удаленным отклонениям основных деталей системы допусков

$$\gamma_6 = \frac{\Delta^{уд'}_{ЕСДП} - \Delta^{уд'}_{ОСТ}}{N_{\min\ ОСТ}} 100\%. \qquad (1.57в)$$

В этих формулах $\Delta^{уд}_{ЕСДП}$, $\Delta^{бл}_{ЕСДП}$ — соответственно удаленные и ближайшие отклонения неосновных деталей по ЕСДП и СЭВ; $\Delta^{уд}_{ОСТ}$, $\Delta^{бл}_{ОСТ}$ — то же по системе ОСТ; $\Delta^{уд'}_{ЕСДП}$, $\Delta^{уд'}_{ОСТ}$ — соответственно удаленные отклонения основных деталей по ЕСДП и системе ОСТ.

[1] Проверочные формулы (1.52)—(1.55), а также формулы (1.56)—(1.61) в работе [31] не приводятся.

В приведенных формулах указываются числовые значения отклонений.[1]

При определении параметров γ устанавливается и знак при γ_1—γ_6, указывающий на направление смещения границ поля по ЕСДП СЭВ за пределы заменяемого поля допуска по ОСТ или внутрь этого поля.

Для неосновных деталей системы отверстия и вала: если числовое значение $\Delta_{ЕСДП} > \Delta_{ОСТ}$, то значения соответствующих параметров γ_1, γ_2, γ_4 и γ_5 оказываются положительными, а зазоры S и натяги N заменяющей посадки — увеличенными. В этих случаях у ближайших отклонений граница поля допуска ЕСДП смещена внутрь поля допуска ОСТ, а у удаленных отклонений — вне этого поля допуска ОСТ.

Если числовое значение $\Delta_{ЕСДП} < \Delta_{ОСТ}$, то значения тех же параметров оказываются отрицательными, а зазоры и натяги заменяющей посадки уменьшенными. В этих случаях у ближайших отклонений граница поля допуска ЕСДП смещена за поле допуска ОСТ, а у удаленных отклонений — внутрь этого поля допуска ОСТ.

Для основных деталей системы:

если γ_3, γ_6 положительны, то S_{max} увеличивается, а N_{min} уменьшается — смещение границ поля допуска ЕСДП вне поля допуска ОСТ;

если γ_3, γ_6 отрицательны, то S_{max} уменьшается, а N_{min} увеличивается — смещение границ поля допуска ЕСДП внутрь поля допуска ОСТ.

Во всех случаях замены полей допусков желательно сохранение (1.51). Сравнивая между собой формулы (1.56а)—(1.56в) и (1.57а)—(1.57в) с формулами (1.52) и (1.53), нетрудно заметить, что γ_1—γ_6 при прочих равных условиях могут быть заменены значениями относительных несовпадений зазоров φ_S (натягов φ_N) или их допустимыми значениями согласно неравенствам (1.54), (1.55), а именно:

$$\gamma_1 = [\varphi_{S\,min}]; \quad \gamma_4 = [\varphi_{N\,max}];$$
$$\gamma_2 = [\varphi_{S\,max}] - \gamma_3; \quad \gamma_5 = [\varphi_{N\,min}] + \gamma_6.$$

Тогда, задаваясь значением $\Delta^{уд'}_{ЕСДП}$ основной детали системы, определяя γ_3 (γ_6) по формулам (1.56в), (1.57в) и решая уравнение (1.56а), (1.56б), (1.57а) и (1.57б) относительно $\Delta_{ЕСДП}$ неосновных деталей, получаем крайние их значения, по которым выбор необходимых сочетаний из таблиц предельных отклонений ЕСДП не вызывает каких-либо затруднений:

$$\gamma_1 = [\varphi_{S\,min}] \text{ или } \Delta^{бл}_{ЕСДП} = S_{min\,ОСТ}\left(\frac{[\varphi_{S\,min}]}{100} + 1\right); \qquad (1.58)$$

$$\gamma_2 = [\varphi_{S\,max}] - \gamma_3 \text{ или } \Delta^{уд}_{ЕСДП} = \frac{S_{max\,ОСТ}}{100}([\varphi_{S\,max}] - \gamma_3) + \Delta^{уд}_{ОСТ}; \qquad (1.59)$$

$$\gamma_4 = [\varphi_{N\,max}] \text{ или } \Delta^{уд}_{ЕСДП} = N_{max\,ОСТ}\left(\frac{[\varphi_{N\,max}]}{100} + 1\right); \qquad (1.60)$$

$$\gamma_5 = [\varphi_{N\,min}] + \gamma_6 \text{ или } \Delta^{бл}_{ЕСДП} = \frac{N_{min\,ОСТ}}{100}([\varphi_{N\,min}] + \gamma_6) + \Delta^{бл}_{ОСТ}. \qquad (1.61)$$

При таком решении задачи отпадает необходимость повторных проверок по формулам (1.52), (1.53), а вариантность решений возможна лишь при замене квалитетов основных деталей.

В том случае, если не удается найти удовлетворительной замены, до применения специальной посадки необходимо обсудить возможность:

перерасчета посадки при новых значениях исходных данных:

[1] Имеются в виду сравниваемые отклонения с одинаковыми знаками.

изменения номинального диаметра соединения;

изменения конструкции соединения и т. п., с тем чтобы обеспечить применение стандартной посадки.

Применение специальных посадок во всех случаях следует считать нежелательным и допустимым лишь с разрешения органов стандартизации предприятия.

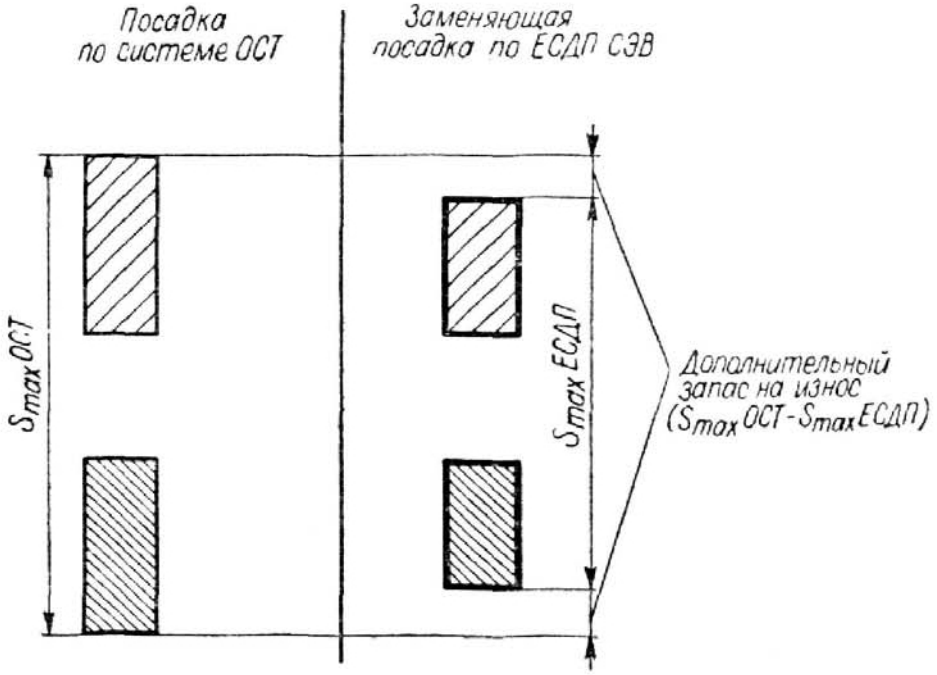


Рис. 1.22

Замены посадок по табл. 1.89 являются рекомендуемыми. Допускаются любые другие обоснованные замены. В особенности следует обратить внимание на замены посадок в ответственных «изнашиваемых» соединениях, где в процессе

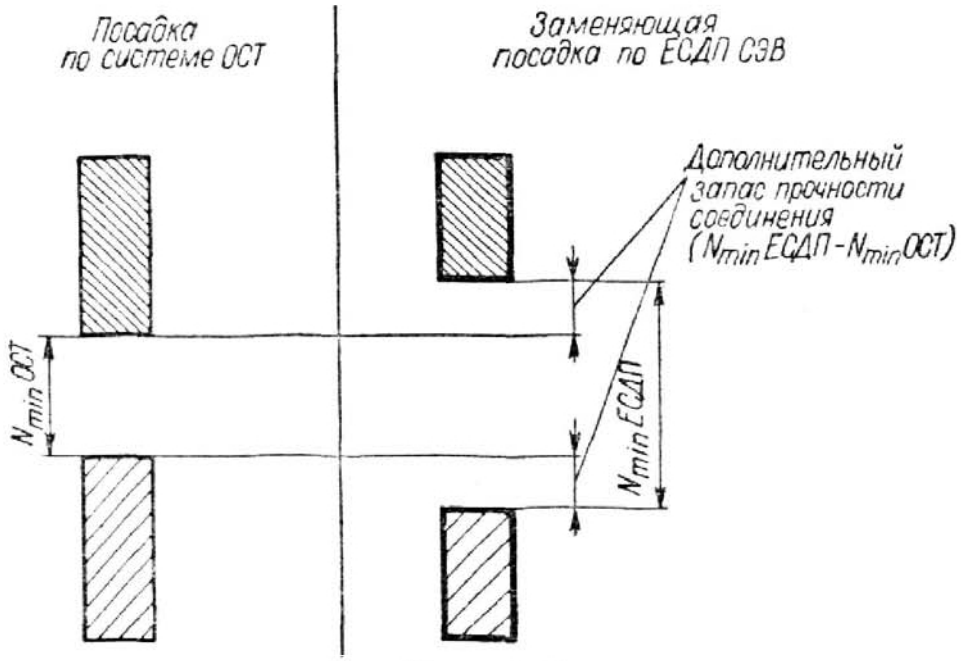


Рис. 1.23

эксплуатации изделия происходит либо износ трущихся поверхностей, либо ослабление прочности неподвижного соединения. Посадки изнашиваемых соединений влияют на долговечность машин. При замене таких посадок ОСТ следует проанализировать, обеспечивали ли они необходимый запас на износ или запас прочности, и если такого запаса ранее не предусматривалось, то его рекомендуется обеспечить при выборе заменяющей посадки по ЕСДП СЭВ путем уменьшения наибольшего зазора (рис. 1.22) или увеличения наименьшего натяга

(рис. 1.23). Некоторые из заменяющих посадок ЕСДП СЭВ, обеспечивающих увеличение запаса на износ или запаса прочности соединения, приведены в табл. 1.89. Другие посадки такого рода могут быть подобраны в основном за счет уменьшения допуска по сравнению с заменяемыми полями допусков в посадке ОСТ. Однако такое уменьшение допуска должно быть согласовано с требованиями экономического изготовления деталей.

Замены посадок для размеров менее 1 мм и свыше 500 до 10 000 мм могут быть получены на основе данных о заменах образующих их полей допусков.

Дополнительные сведения о заменах полей допусков и посадок при переходе с системы ОСТ на ЕСДП СЭВ см. в [31].

1.5. НАНЕСЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ (ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ) НА ЧЕРТЕЖАХ (ГОСТ 2.109—73 И ГОСТ 2.307—68)

Предельные отклонения размеров указывают на рабочих чертежах деталей и сборочных единиц [1]. Рабочие чертежи должны содержать все необходимые для изготовления и контроля изделий данные, определяющие их точность и взаимозаменяемость: предельные отклонения размеров, шероховатость поверхности, допуски формы и расположения поверхностей. Сборочные чертежи в совокупности с техническими условиями и другими конструкторскими документами на данное изделие должны давать полное представление о конструкции, работе и взаимодействии частей изделия или сборочной единицы, а также обеспечивать возможность проведения рационального процесса их обработки, сборки и контроля.

Все рабочие чертежи в процессе разработки следует согласовывать со службами стандартизации, что существенно для обеспечения предприятия стандартным инструментом, материалами и заготовками, для принятия наиболее рациональной технологии изготовления изделия, для проектирования специального инструмента, приспособлений, штампов, калибров и других видов технологического оснащения и т. п.

На рабочих чертежах не допускается помещать технологические указания. Исключение составляют: 1) указания способов изготовления и контроля или ссылки на технологические инструкции, где содержатся эти указания, если они являются единственными для обеспечения требуемой точности или других свойств изделия (например, совместная обработка деталей); технологические инструкции, на которые даны ссылки, должны быть приложены к комплекту конструкторской документации при передаче ее другому предприятию; 2) указания по выбору технологической заготовки (отливки, поковки и т. п.); 3) указание определенных технологических приемов, гарантирующих обеспечение определенных технических требований, которые невозможно выразить объективными показателями или величинами (например, процесс старения, контроль сопряжения плунжерной пары и др.); 4) чертежи для изделий индивидуального производства, предназначенные для использования на конкретном предприятии (в этих чертежах допускаются различные указания по изготовлению и контролю).

На чертежах допускается помещать ссылки на государственные и отраслевые стандарты и технические условия, если они полностью и однозначно определяют соответствующие требования. Не допускается давать ссылки на стандарты, определяющие форму и размеры конструктивных элементов изделий (фаски, канавки и др.), если в них нет условного обозначения этих элементов.

---

[1] Здесь и в дальнейшем подразумеваются рабочие чертежи изделий основного производства, т. е. объекты производства, включенные в номенклатуру продукции предприятия, ведомства или министерства.

НАНЕСЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ

При нанесении предельных отклонений на чертежах деталей необходимо руководствоваться следующими указаниями.

1. Рабочий чертеж кроме изображения детали должен содержать также все необходимые для ее изготовления и контроля размеры и предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхностей, допуски формы и расположения поверхностей, данные о материале, термообработке, отделке и другие требования к готовой детали, если последние не включены в технические условия.

2. Деталь на рабочем чертеже следует изображать в том виде, с теми размерами, предельными отклонениями, шероховатостью поверхностей, допусками формы и расположения и другими данными, которым она должна соответствовать перед сборкой. Размеры, предельные отклонения, допуски формы и расположения и шероховатость поверхностей, которые должны обеспечиваться обработкой в процессе сборки или после нее, указывают на сборочном чертеже. Исключение составляют детали, при изготовлении которых предусматривается припуск на последующую обработку в процессе сборки. Такие детали изображают на чертеже с размерами, предельными отклонениями и другими данными, которым они должны соответствовать после окончательной обработки. Причем эти размеры и другие данные заключают в круглые скобки, а в технических требованиях делают запись типа: «Размеры в скобках — после сборки».

3. Для деталей, отдельные элементы которых до сборки необходимо обработать совместно с другой деталью, должны быть выпущены в общем порядке самостоятельные чертежи с указанием на них всех размеров, предельных отклонений, допусков формы и расположения и других необходимых данных. Размеры с предельными отклонениями элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают указание: «Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с дет...» Выпускать отдельные чертежи на совместную обработку не допускается.

4. Отверстия под установочные винты, заклепки, штифты в тех случаях, когда они обрабатываются при сборке изделия без предварительной обработки отверстия меньшего диаметра, на чертеже детали не изображают, а все необходимые данные для них (изображения, размеры, шероховатость поверхностей, размеры, координирующие оси и др.) помещают на сборочном чертеже изделия, в которое входит данная деталь.

5. Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными. К справочным размерам относятся: один из размеров замкнутой размерной цепи; размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок; размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей; размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции; размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью приведены в основной надписи чертежа в графе «Материал».

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком *, а в технических требованиях записывают: «*Размеры для справок». Если все размеры на чертеже являются справочными, то их знаком * не отмечают, а в технических требованиях делают запись: «Размеры для справок».

Справочные размеры допускается наносить как с предельными отклонениями, так и без них. Исключение составляют справочные размеры замкнутых размерных цепей. Для таких размеров указание предельных отклонений не допускается.

6. В чертежах изделий, изготовляемых с дополнительной обработкой или переделкой других изделий, изделие-заготовку изображают сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой, вновь вводимые изделия и изделия, устанавливаемые взамен имеющихся, — сплошными основными линиями; наносят только те размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости и т. п., которые необходимы для дополнительной обработки.

7. Не допускается наносить размеры в виде замкнутой размерной цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный.

8. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, за исключением справочных размеров, переносимых с чертежей изделий-заготовок, и справочных размеров элементов из проката. При необходимости дать ссылку в технических требованиях на размер, нанесенный на изображении, его обозначают буквой, а в записи ссылаются на это буквенное обозначение размера.

9. Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, должны быть указаны предельные отклонения. Допускается не указывать предельные отклонения:

а) для справочных размеров;

б) для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытия, отделки, рифлений, насечки, а также диаметры рифленых и насеченных поверхностей; в этих случаях непосредственно у таких размеров ставят знак $\approx$;

в) для размеров деталей индивидуального производства, задаваемых с припуском на пригонку; на таких чертежах в непосредственной близости от указанных размеров наносят знак *, а в технических требованиях помещают запись типа:

«* Размеры с припуском на пригонку по дет...»;

«* Размеры с припуском на пригонку по черт. ...»;

«* Размеры с припуском на пригонку по сопрягаемой детали»;

г) для размеров, заключенных в прямоугольные рамки и определяющих номинальные размеры, форму или расположение элемента, если для него указаны позиционный допуск (на смещение от номинального расположения), допуск наклона или допуск формы заданной поверхности (заданного профиля). Отклонения этих размеров ограничиваются косвенно указанными допусками формы или расположения поверхности (см. п. 2.1).

10. Предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей и т. п. для тех элементов, контроль которых технически затруднен, допускается указывать со знаком *, а в технических требованиях помещать надпись типа: «* Размеры обеспеч. инстр.». Эта надпись означает, что выполнение заданного чертежом размера с предельными отклонениями (или других заданных требований) должно гарантироваться размером инструмента или соответствующим технологическим процессом, которые периодически проверяются в процессе изготовления деталей (периодичность проверки устанавливается изготовителем совместно с заказчиком).

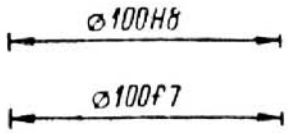
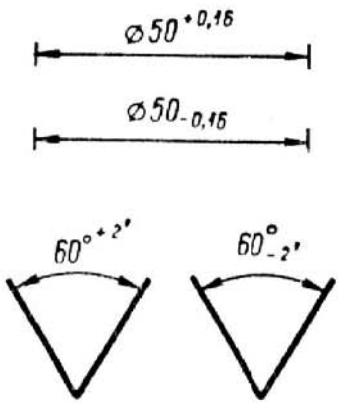
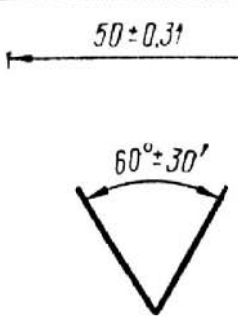
11. Размеры, определяющие положение симметричных элементов в симметричных деталях, следует наносить так, чтобы в совокупности с другими размерами они не образовывали замкнутой размерной цепи. Если же замкнутая размерная цепь образуется, то один из ее размеров должен указываться как справочный без предельных отклонений.

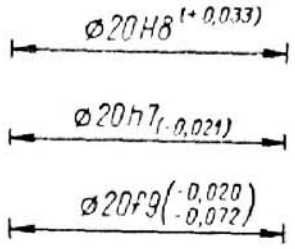
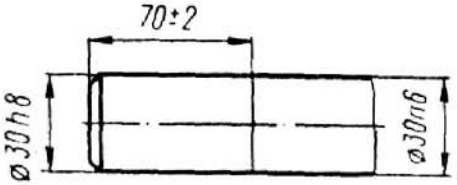
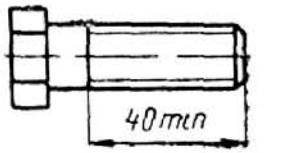
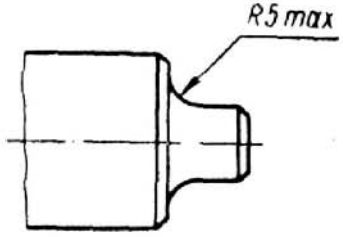
12. Для размеров, определяющих расположение осей или плоскостей симметрии, а также для углов, как правило, указывают двусторонние предельные отклонения при симметричном расположении поля допуска. Однако в зависимости от требований конструкции или рациональной технологии возможно и иное расположение поля допуска.

13. Линейные размеры и предельные отклонения линейных размеров на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения. В надписях на поле чертежа (технических требованиях, примечаниях и т. п.), содержащих линейные размеры и их предельные отклонения, обязательно указание единицы измерения. Угловые размеры (углы) и предельные отклонения углов указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: $3^\circ\ 20'\ 10''$; $0^\circ\ 20'\ 10''$; $0^\circ\ 0'\ 10''$; $45^\circ \pm 1^\circ$; $45^\circ \pm 8'$.

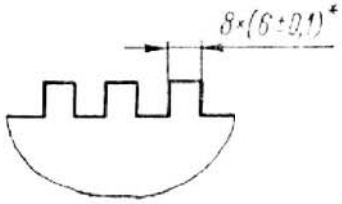
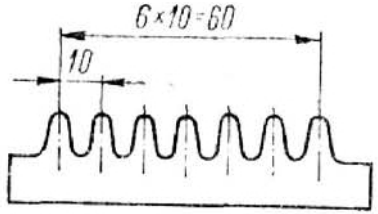
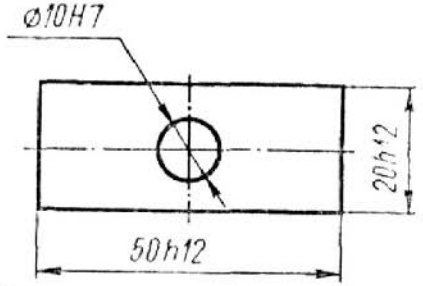
14. Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров. Многократно повторяющиеся на чертежах предельные

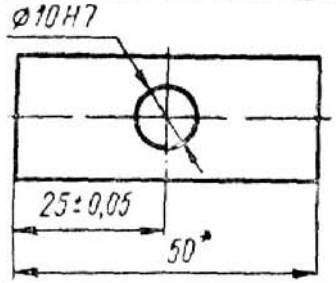
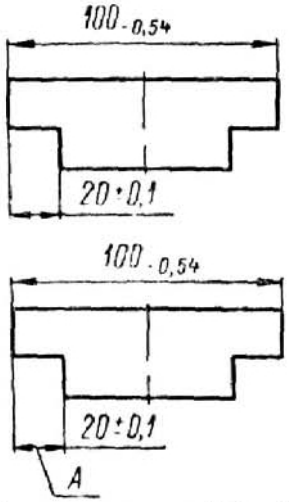
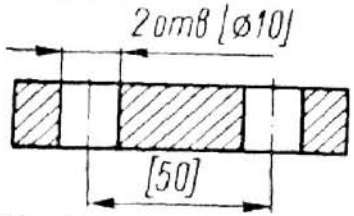
1.90. Примеры нанесения предельных отклонений (полей допусков) линейных и угловых размеров на чертежах деталей (по ГОСТ 2.109—73 и ГОСТ 2.307—68)

Характеристика способа указания предельных отклонений	Примеры нанесения предельных отклонений		Пояснения	
Указание условными обозначениями полей допусков по стандартам на допуски и посадки			Рекомендуется для размеров, контроль которых может быть осуществлен предельными калибрами	
Указание числовыми значениями предельных отклонений	При несимметричных отклонениях		Верхнее отклонение указывают над нижним	Рекомендуется для размеров, проверка которых может осуществляться показывающими приборами. Обязательно для всех нестандартных отклонений и отклонений углов, радиусов закругления, межосевых расстояний и т. п.
	При нулевом значении нижнего или верхнего отклонения		Отклонение, равное нулю, не указывают	
	При симметричных отклонениях		Отклонение указывают один раз	

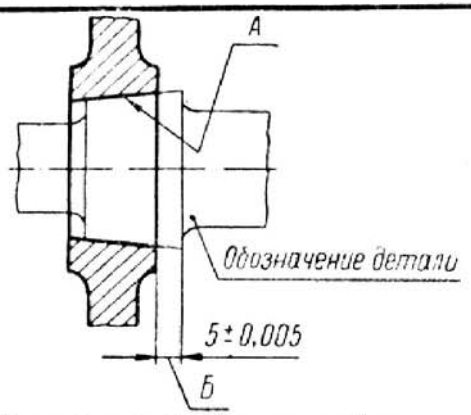
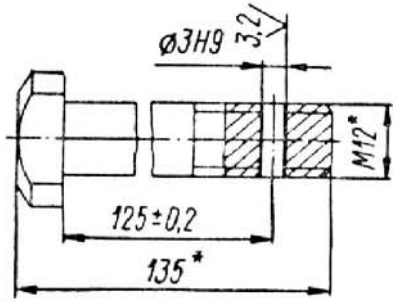
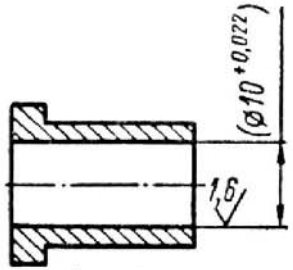
Смешанный способ: указание условными обозначениями полей допусков и числовыми значениями предельных отклонений		Числовые значения указывают в скобках. Применение этого способа рекомендуется тогда, когда неизвестно, какими средствами будет контролироваться размер — предельными калибрами или приборами. Рекомендуется, наряду со способом указания числовых значений, для преимущественного применения в период внедрения ЕСДП СЭВ. Применение смешанного способа (или указание только числовых значений предельных отклонений) обязательно: а) при назначении стандартных предельных отклонений для размеров, не входящих в ряды нормальных линейных размеров, а также не предусмотренных стандартом отрасли или предприятия на нормальные размеры; б) при назначении предельных отклонений, не предусмотренных отборами полей допусков по СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 177—75
Указание разных предельных отклонений для участков поверхности с одним номинальным размером		Границу между участками наносят сплошной тонкой линией, а номинальный размер с предельными отклонениями указывают для каждого участка отдельно
Указание только одного предельного размера	 	Второй предельный размер ограничен в сторону увеличения или уменьшения каким-либо условием

Продолжение табл. 1.90

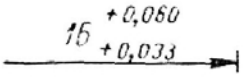
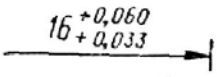
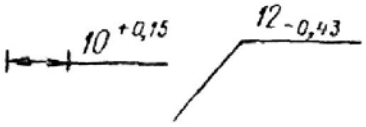
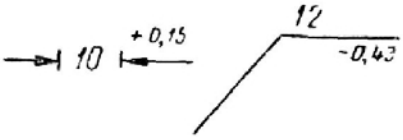
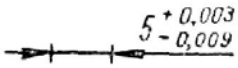
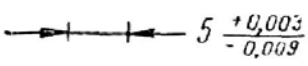
Характеристика способа указания предельных отклонений	Примеры нанесения предельных отклонений	Пояснения
Ограничение колебания размера одинаковых элементов одной детали в пределах части поля допуска	 * Разность размеров не более 0,1 мм	Указывается в технических требованиях
Ограничение накопленного отклонения расстояния между повторяющимися элементами	 Предельные отклонения расстояния между любыми зубьями ±0,1 мм	Указывается в технических требованиях. Предельное отклонение относится как к любым смежным, так и к любым несмежным зубьям
Указание размеров и предельных отклонений, определяющих симметричное расположение элементов в симметричных деталях	 Допуск симметричности отверстия относительно контура 0,1 мм	Отклонение от симметричности может быть регламентировано неуказанным допуском симметричности (см. стр. 448)

	 * Размер для справок	Рекомендуется для чертежей изделий индивидуального производства (в данном случае предполагается, что плоскости обрабатываются от оси отверстия)
	 Разность размеров A с обеих сторон не более 0,1 мм	—
Указание размеров и предельных отклонений элементов детали, обрабатываемых совместно с другой деталью	 1. Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с дет. 2. Детали применять совместно	Указания о совместной обработке помещают на всех чертежах совместно обрабатываемых деталей. Допускается рядом с изображением одной из деталей наносить сплошными тонкими линиями полное или частичное изображение другой совместно обрабатываемой детали

Продолжение табл. 1.90

Характеристика способа указания предельных отклонений	Примеры нанесения предельных отклонений	Пояснения
Указание размеров и предельных отклонений элементов детали, обрабатываемых по другой детали	 1 Поверхность А обработать по дет..., выдержав размер Б 2 Детали применять совместно	Размеры, обрабатываемые по другой детали, можно обозначать буквами, на которые делается ссылка в технических требованиях
Указание размеров деталей, изготовляемых дополнительной обработкой или переделкой других деталей	 * Размеры для справок	Деталь-заготовку изображают сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой, — сплошными основными линиями. Допускается наносить справочные размеры и изображать только часть детали-заготовки
Указание размеров и предельных отклонений элементов детали, обрабатываемых в процессе сборки	 Размер в скобках - после сборки	При изготовлении должен быть предусмотрен припуск на последующую обработку элемента в процессе сборки

1.91. Примеры правильного и неправильного оформления размеров с предельными отклонениями на чертежах

Элементы оформления	Примеры оформления	
	правильного	неправильного
По выравниванию числа знаков	$60^{-0,10}_{-0,29}$	$60^{-0,100}_{-0,290}$; $60^{-0,1}_{-0,29}$
По удалению от номинального размера		
По отделению линиями		
По разделению линиями		
По нанесению предельных отклонений	$40^{-0,025}_{-0,050}$	$40^{-0,050}_{-0,025}$
По нанесению условных обозначений полей допусков: на размерах отверстий	$50H7$	$50h7$; $50H_7$
на размерах валов	$50h7$	$50H7$; $50h_7$
на сборочных чертежах	$50\frac{H7}{f7}$	$50\frac{f7}{H7}$
	$50\frac{F8}{h7}$	$50\frac{h7}{F8}$

отклонения относительно низкой точности допускается не указывать после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях при условии, что эта запись однозначно определяет числовые значения и знаки предельных отклонений (о неуказанных предельных отклонениях размеров см. п. 1.3). Аналогичные записи могут применяться для указания предельных

отклонений отливок, поковок и т. п. со ссылкой на стандарт, определяющий эти предельные отклонения и класс точности по нему, например: «Неуказанные предельные отклонения размеров по ГОСТ 2009—55, кл. точн. 2».

15. Предельные отклонения размеров указывают на чертежах с помощью условных обозначений полей допусков, числовыми значениями предельных отклонений или смешанным способом в соответствии с примерами, приведенными в табл. 1.90 и 1.91.

Дополнительные правила и примеры, касающиеся допусков формы, расположения и шероховатости поверхностей, приведены в гл. 2.

16. Высота шрифта буквенных обозначений полей допусков и цифр симметричных предельных отклонений должна быть равна высоте шрифта номинального размера, а числовые значения предельных отклонений (кроме симметричных) указываются более мелким шрифтом.

НАНЕСЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

При нанесении предельных отклонений размеров деталей, изображенных на чертеже в собранном виде, надо руководствоваться следующим.

1. Сборочный чертеж кроме изображения сборочной единицы с необходимым и достаточным количеством проекций, разрезов и сечений, дающего представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающего возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы, должен содержать:

а) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу;

б) указания о характере соединения и методах его осуществления, если точность соединения обеспечивается не сборкой взаимозаменяемых деталей (заданными предельными отклонениями размеров деталей), а их подбором, пригонкой и т. п.;

в) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

г) габаритные размеры изделия (размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия);

д) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры; при этом должны быть нанесены координаты расположения и размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для установки изделия на месте монтажа или для соединения данного изделия с другим;

е) техническую характеристику изделия, если она не приведена в другом конструкторском документе на данное изделие.

2. На сборочном чертеже изделия, включающего детали, на которые не выпущены рабочие чертежи, на изображении или в технических требованиях должны быть указаны дополнительные к приведенным в спецификации данные, необходимые для изготовления этих деталей (размеры, шероховатость поверхностей, допуски формы и расположения и т. д.).

3. На сборочном чертеже допускается:

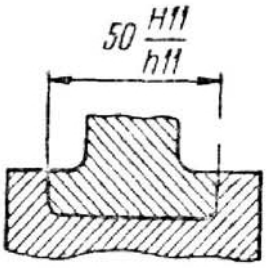
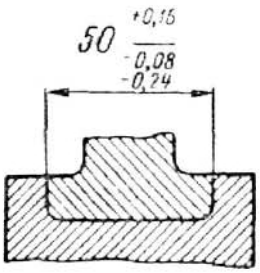
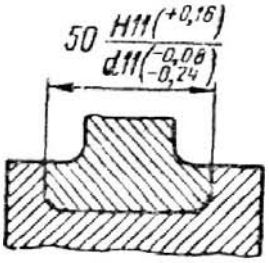
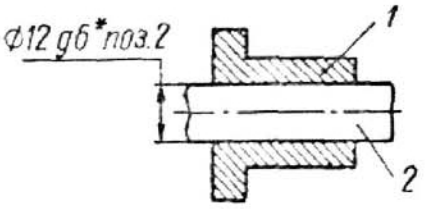
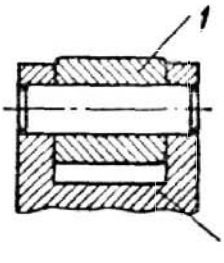
а) указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер их соединения (посадки);

б) изображать перемещающиеся части изделия в крайних предельных или промежуточных положениях с соответствующими размерами;

в) приводить данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

4. Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в сборе, указывают с помощью условных обозначений полей допусков, числовыми значениями предельных отклонений или смешанным способом в соответствии с примерами, приведенными в табл. 1.92.

1.92. Примеры нанесения предельных отклонений размеров (полей допусков и посадок) на сборочных чертежах (по ГОСТ 2.109—73 и ГОСТ 2.307—68)

Характеристика способа указания предельных отклонений	Пример нанесения предельных отклонений
Указание условными обозначениями полей допусков обеих сопрягаемых деталей (в числителе обозначение поля допуска отверстия, в знаменателе — вала)	
Указание числовыми значениями предельных отклонений обеих сопрягаемых деталей (в числителе предельные отклонения отверстия, в знаменателе — вала)	
Смешанный способ: указание условными обозначениями полей допусков и числовыми значениями предельных отклонений обеих сопрягаемых деталей	
Указание условного обозначения поля допуска или числовых значений предельных отклонений одной из сопрягаемых деталей	 * Размер для справок
Указание характера сопряжения, обеспечиваемого пригонкой, подбором и т. п.	 Дет. поз. 1 пригнать по дет. поз. 2 с зазором не более 0,01мм

1.6. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК

ВЫБОР СИСТЕМЫ ПОСАДОК

Различные посадки могут быть осуществлены конструктором в системе отверстия или системе вала. Обе системы находят применение в промышленной практике, но в разной степени. Система отверстия применяется чаще по ряду технологических и других причин; главнейшей из них является уменьшение потребностей производства в размерном (нерегулируемом) режущем инструменте для обработки отверстий (зенкерах, развертках, протяжках и пр.) и другой аналогичной технологической оснастке.

Система вала применяется:

1) в конструкциях машин и механизмов, когда детали могут быть изготовлены из пруткового калиброванного материала без обработки резанием сопрягаемых поверхностей;

2) при наличии длинных валов, а также трубчатых деталей, особенно тогда, когда на отдельных участках вала одного номинального размера необходимо поместить несколько деталей с разными посадками;

3) в случае применения стандартных деталей и узлов, выполненных по системе вала, например в соединениях наружных колец подшипников качения с отверстиями корпусов машин, шпонок с пазами во втулке и на валу и т. п.

ВЫБОР ДОПУСКОВ ДЛЯ СОПРЯГАЕМЫХ РАЗМЕРОВ

При конструировании машин и механизмов очень важно выбрать соответствующие допуски (квалитеты) сопрягаемых размеров, так как это во многом предопределяет, с одной стороны, качество работы соединений, их долговечность, а с другой — стоимость и производительность изготовления деталей, которые, как известно, зависят от возможности применения рациональной технологии обработки и сборки деталей, а также использования наличного оборудования.

Выбор квалитета зависит:

1) от точности объекта производства (машины, механизма или прибора), вытекающей из его эксплуатационного назначения;

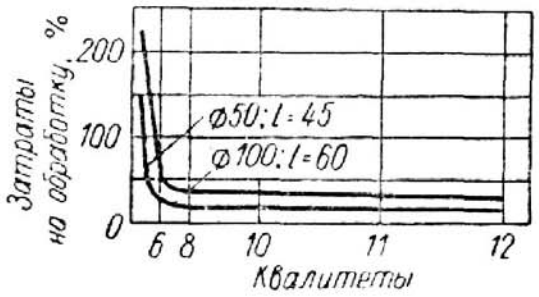
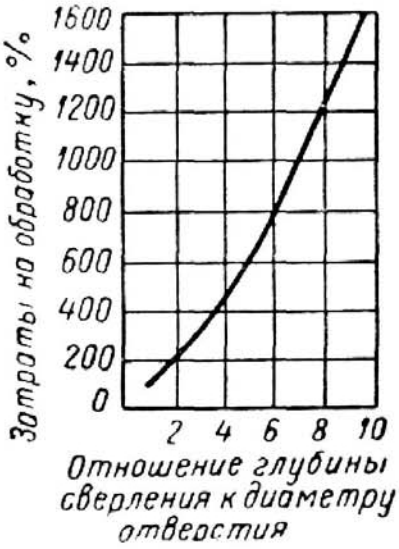
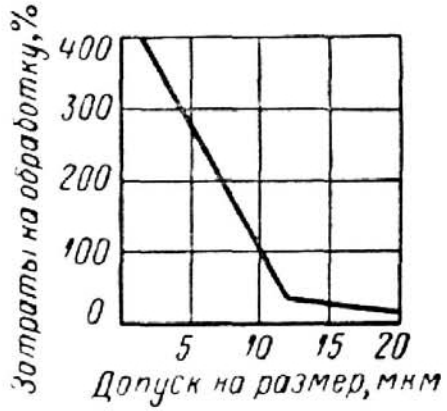
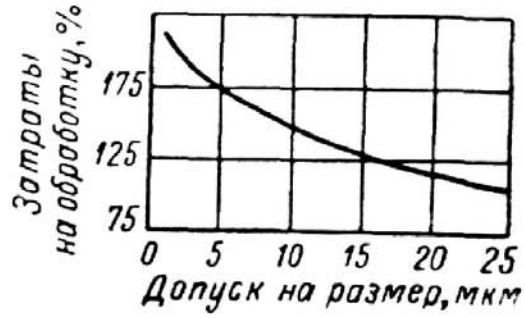
2) от характера требуемых соединений (посадок), способствующих надежной работе объекта в условиях эксплуатации.

Большое значение имеют также вопросы, касающиеся состояния оборудования, на котором предположено изготовление проектируемых деталей и сборочных единиц. При этом нормальным следует считать такое положение, при котором требования точности находятся в соответствии с возможностями производства. Такое соответствие обеспечивается всесторонне обоснованным назначением точности изделия, а в необходимых случаях — повышением точности оборудования и совершенствованием технологического процесса. В связи с этим следует также иметь в виду, что при достижении определенного предела точности стоимость обработки деталей увеличивается быстрее, чем их точность.

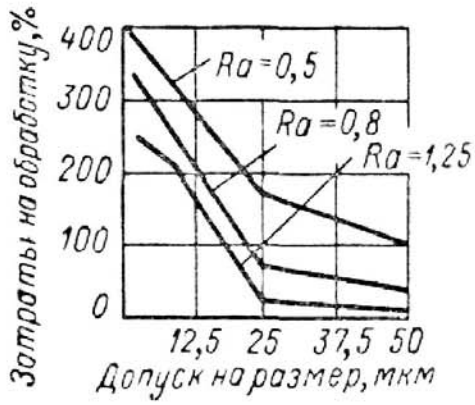
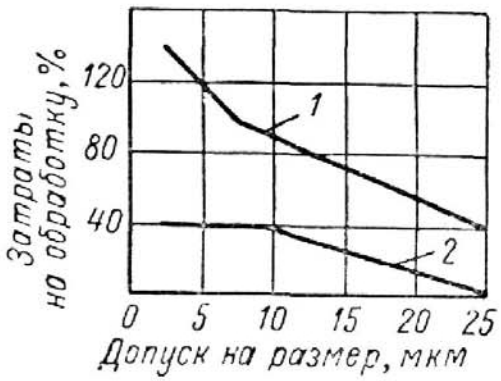
В табл. 1.93 приведены некоторые данные, характеризующие затраты на механическую обработку элементов деталей с различной точностью. Наличие таких данных позволяет более обоснованно подойти к выбору точности обработки. Недоучет производственных факторов становится особенно нежелательным, когда высокие требования к точности изготовления обусловлены недостаточно внимательным изучением действительных условий работы деталей соединения или неудачными конструктивными решениями. В подобных случаях при более тщательном изучении вопроса выбора квалитета часто удается расширить рекомендованные ранее допуски без ущерба для качества работы сопрягаемых деталей.

Применение того или иного квалитета зависит не только от характера и состояния оборудования, но и от выбранного технологического процесса обработки, особенно для последней операции, которая должна обеспечить заданный допуск размера детали.

1.93. Соотношение точности и стоимости обработки деталей [35, 44]

Метод обработки	Относительная стоимость обработки
Токарная обработка наружных цилиндрических поверхностей	
Сверление отверстий	
Наружное круглое шлифование	
Внутреннее шлифование	

Продолжение табл. 1.93

Метод обработки	Относительная стоимость обработки
Плоское шлифование периферией круга	
Врезное бесцентровое шлифование (*1*) и шлифование на проход (*2*)	

Для ориентировки конструкторов в этих вопросах приводятся данные о средней экономической точности обработки. Под экономической точностью какого-либо метода обработки на данном уровне развития техники понимается точность, обеспечиваемая в нормальных условиях работы при использовании исправного оборудования, инструмента стандартного качества и при затрате времени и средств, не превышающих затрат для других методов, сопоставимых с рассматриваемым.

Вопрос о выборе оптимальной точности обработки — весьма сложная технико-экономическая задача. При ее решении необходимо учитывать не только стоимость обработки, но и стоимость сборки, которая понижается с повышением точности обработки, а также влияние точности на эксплуатационные характеристики и экономические показатели работы машины (надежность, долговечность, к. п. д., расход горючего и др. [37, 45]).

В табл. 1.94 приводятся рекомендуемые методы обработки, соответствующие различным квалитетам (см. также табл. 2.64—2.66).

Как уже упоминалось выше, выбор квалитета зависит также от требуемого характера соединения (типа посадки). Например, в случае необходимости центрирования сопрягаемых деталей нужны переходные посадки, которые установлены только в относительно точных квалитетах (4—7-й для валов и 5—8-й для отверстий). Выбор же одного из этих квалитетов определяется конкретными требованиями к точности того соединения, для которого предназначаются рассматриваемые детали (см. стр. 318). В случаях необходимости применения посадок с натягом можно пользоваться в основном четырьмя квалитетами (с 5 по 8-й), в которых они установлены, а конкретный квалитет выбирается так же, как

1.94. Методы обработки, обеспечивающие получение различных квалитетов при средней экономической точности [1, 9, 15, 34, 36, 37, 40, 42, 47, 49]

Квалитеты		Методы обработки (в скобках указаны возможные пределы колебания достижимых квалитетов)
вала	отверстия	
4—5	5—6	Шлифование круглое тонкое; прошивание тонкое (6—7); развальцовывание тонкое (5—6); полирование тонкое *; притирка тонкая; доводка средняя (5—6), тонкая; хонингование цилиндров (6—7); лаппингование тонкое; суперфиниширование *; анодно-механическое шлифование притирочное (5—6), отделочное
6—7	7—8	Обтачивание или растачивание тонкое (алмазное); чистовое (6—9); развертывание чистовое, тонкое (6—7) **; протягивание чистовое, отделочное; шлифование круглое чистовое; шлифование плоское чистовое, тонкое; прошивание чистовое (7—9); калибрование отверстий шариком или оправкой после растачивания или развертывания; обкатывание или раскатывание роликами или шариками (6—9); развальцовывание чистовое; притирка чистовая; полирование обычное; доводка грубая; хонингование плоскостей; лаппингование предварительное и среднее; анодно-механическое шлифование черновое (6—9), чистовое; электрополирование декоративное (6—9); электромеханическое точение обычное (6—9), чистовое; электромеханическое сглаживание; холодная штамповка в вырубных штампах — контурные размеры плоских деталей при зачистке и калибровке
8—9	9	Строгание тонкое (7 **, 8 ***); фрезерование тонкое (7 **); обтачивание поперечной подачей тонкое (8—11); развертывание получистовое (9—10), для чугуна 8; протягивание получистовое; шабрение тонкое; слесарная опиловка (9—11); зачистка наждачным полотном — после резца и фрезы (9—11); шлифование круглое получистовое (8—11); калибрование отверстий шариком или оправкой — после сверления; холодная штамповка в вытяжных штампах — полые детали простых форм по высоте (9—12); холодная штамповка в вырубных штампах — контурные размеры плоских деталей при зачистке; горячая объемная штамповка без калибровки (9—11)
10		Зенкерование чистовое (10—11); холодная штамповка в вытяжных штампах — полые детали простых форм по диаметру (10—11). См. также методы обработки для 9-го квалитета (возможные пределы колебания квалитетов)
11		Строгание чистовое (11—13), 10 **; фрезерование чистовое (10 **); фрезерование скоростное чистовое (11—13); обтачивание поперечной подачей чистовое (11—13); обтачивание скоростное; подрезка торцов (11—13); сверление по кондуктору (11—13); шабрение грубое; анодно-механическое разрезание заготовки обычное (11—13), специальное; электроконтактное разрезание листов (11—13); литье по выплавляемым моделям — мелкие детали из черных металлов (11—13); холодная штамповка в вытяжных штампах — глубокая вытяжка полых деталей простых форм; холодная штамповка плоских деталей при пробивке. См. также методы обработки для 9 и 10-го квалитетов (возможные пределы колебания квалитетов)

Продолжение табл. 1.94

Квалитеты		Методы обработки (в скобках указаны возможные пределы колебания достижимых квалитетов)
вала	отверстия	
12—13		Строгание черновое (12—14); долбление чистовое; фрезерование черновое (12—14), 11 **; фрезерование скоростное (12—14); обтачивание продольной подачей получистовое (12—14); сверление без кондуктора (12—14); рассверливание (12—14); зенкерование черновое, по корке (12—15); растачивание получистовое (12—14); литье в оболочковые формы — детали из черных металлов (12—14); холодная штамповка в вырубных штампах — контурные размеры плоских деталей при вырубке; отрезка абразивом (12—15)
14—17		Автоматическая газовая резка (15—17); отрезка ножницами и пилами (15—17); отрезка резцом и фрезой (14—16); долбление черновое (14—15); обтачивание продольной подачей обдирочное (15—17); обтачивание поперечной подачей обдирочное (16—17), получистовое (14—15); растачивание черновое (15—17); литье в песчаные формы — черные металлы (14—16); литье в песчаные формы (большие допуски) — цветные сплавы (16—17); литье в кокиль — черные металлы (14—16), цветные сплавы (большие допуски, 14—16); литье по выплавляемым моделям — цветные сплавы при размерах деталей 30—500 мм (14—15); литье в оболочковые формы (большие допуски) — цветные сплавы (15—16); литье под давлением (большие допуски) — цветные сплавы (14—15); центробежное литье (15); горячая ковка в штампах (14—17); горячая вырубка и пробивка (14—16); сварка (16—17)

Примечание. См. также табл. 2.64—2.66.

* Точность размеров, достигаемая при полировании и суперфинишировании, зависит от точности предварительной обработки.

** Является экономической точностью для чугуна.

*** При чистовой обработке крупных деталей (например, станин, рам и т. п.) точность строгания на продольно-строгальных станках может быть получена по 7-му квалитету.

указано выше (см. стр. 331). Аналогично изложенному выбираются квалитеты и при назначении различных посадок с зазором (см. стр. 282).

Квалитет может быть выбран и расчетным путем. Для этого необходимо знать расчетные или полученные из практики значения предельных зазоров или натягов. Например, если при номинальном размере соединения 95 мм установлено, что зазор между шейкой вала и вкладышем подшипника должен находиться в пределах $[S_{max}] = 70$ мкм; $[S_{min}] = 10$ мкм, то согласно формуле (1.23)

$$[T_s] = [S_{max}] - [S_{min}] = 70 - 10 = 60 \text{ мкм}.$$

Распределяя допуск посадки поровну между отверстием и валом, получаем

$$[T_D] = [T_d] = \frac{[T_S]}{2} = 30 \text{ мкм},$$

что соответствует (по табл. 1.8) 6-му, 7-му—квалитетам ($T = IT6 = 22$ мкм, $T = IT7 = 35$ мкм). С учетом большей сложности изготовления отверстия для него можно принять допуск по 7-му квалитету, для вала — по 6-му ($T_S = 35 + 22 = 57$ мкм).

Как известно, в том или ином соединении можно ожидать получения посадки с действительными зазорами или натягами, близкими к их средним значениям (см. стр. 19). При таком положении ожидаемый эксплуатационный запас точности ($\delta_э$), определяющий срок службы соединения (износ при работе подвижного соединения или при многократных разборках и сборках неподвижного соединения, старение материала при длительном эксплуатационном сроке работы машины и т. д.), равен примерно половине допуска посадки. В некоторых случаях с целью повышения надежности и долговечности машины такой эксплуатационный запас может оказаться недостаточным, в связи с чем принимаются специальные меры для его увеличения. К таким мерам, в частности, можно отнести и обоснованное ужесточение допусков на изготовление сопрягаемых деталей [31, 38, 45].

Поясним это на примере. Для подвижного соединения с номинальным диаметром $d_{н.с} = 100$ мм, исходя из условий обеспечения жидкостного режима трения, установлены значения расчетных зазоров (в эксплуатации): $[S_{max}] = 145$ мкм и $[S_{min}] = 40$ мкм, при которых $T_S = 105$ мкм. Таким условиям соответствует посадка $H8/f8$: $S_{max} = 144$ мкм, $S_{min} = 36$ мкм (по табл. 1.47); ожидаемый эксплуатационный запас на износ

$$\delta_э = \frac{T_S}{2} + [S_{max}] - S_{max} = 54 + (145 - 144) = 55 \text{ мкм}.$$

Если вместо посадки $H8/f8$ применить посадку $H7/f7$, для которой $S_{max} = 106$ мкм, $S_{min} = 36$ мкм, $T_S = 70$ мкм (см. табл. 1.47), что, согласно заданным условиям, допустимо, то ожидаемый эксплуатационный запас

$$\delta_э = 35 + (145 - 106) = 74 \text{ мкм},$$

т. е. на 19 мкм больше, чем в первом случае. Гарантированный эксплуатационный запас на износ составит

$$[S_{max}] - S_{max} = 145 - 106 = 39 \text{ мкм}.$$

(в первом случае его практически не было).

Такой способ повышения надежности и долговечности машины не всегда рентабелен. Гораздо чаще с этой целью оказывается целесообразным изменять материалы сопрягаемых деталей, условия смазки и охлаждения узлов трения, шероховатость поверхностей и т. п.

В том случае, когда нет возможности определить расчетным путем нужный квалитет, его надо выбирать по аналогии с теми деталями, работа которых конструктору хорошо известна и дает положительные результаты.

В общих чертах можно указать на следующее применение квалитетов.

4-й и 5-й квалитеты. Применяются сравнительно редко, в особо точных соединениях, требующих высокой однородности зазора или натяга. Примеры: точные шпиндельные и приборные подшипники в корпусах и на валах, высокоточные зубчатые колеса на валах и оправках, плавающий поршневой палец в бобышках поршня и в шатунной головке и т. п. Если по условиям сборки и эксплуатации соединения нет необходимости в обеспечении полной взаимозаменяемости его деталей, то вместо посадок 4—5-го квалитетов прибегают к селективной сборке, применяя более грубые допуски на изготовление деталей. В отдельных случаях при наивысших требованиях к однородности соединения допуски 4—5-го квалитетов также оказываются недостаточными для обеспечения полной взаимозаменяемости и требуется дополнительная сортировка деталей перед сборкой (плунжерные пары, посадки подшипников качения наивысшей точности и т. п.).

6-й и 7-й квалитеты. Применяются для ответственных соединений в механизмах, где к посадкам предъявляются высокие требования в отношении определенности зазоров и натягов для обеспечения механической прочности деталей, точных перемещений, плавного хода, герметичности соединения и других служебных функций, а также для обеспечения *точной сборки* деталей. Примеры: подшипники качения нормальной точности в корпусах и на валах,

зубчатые колеса высокой и средней точности на валах, обычные переходные посадки и посадки с натягами средней величины, подшипники жидкостного трения, соединения деталей гидравлической и пневматической аппаратуры, подвижные соединения в кривошипно-шатунном механизме ответственных двигателей внутреннего сгорания и т. п.

8-й и 9-й квалитеты. Применяются для посадок, обеспечивающих выполнение деталями определенных служебных функций (передачу усилий, перемещения и др.) при относительно меньших требованиях к однородности зазоров или натягов и для посадок, обеспечивающих *среднюю точность сборки*. Примеры: сопрягаемые поверхности в посадках с большими натягами, отверстия в переходных посадках пониженной точности, посадки с зазорами для компенсации значительных погрешностей формы и расположения сопрягаемых поверхностей, опоры быстровращающихся валов средней точности, опоры скольжения средней точности в условиях полужидкостного трения и др. Эти квалитеты имеют преимущественное применение для относительно точных соединений в тракторо-, аппарато- и приборостроении и особо ответственных узлов сельскохозяйственных машин.

10-й квалитет. Применяют в посадках с зазором в тех же случаях, что и 9-й, если для удешевления обработки деталей необходимо расширить допуск, а условия сборки или эксплуатации допускают некоторое увеличение колебания зазоров в соединениях.

11-й и 12-й квалитеты. Применяются в соединениях, где необходимы большие зазоры и допустимы их значительные колебания (*грубая сборка*). Эти квалитеты распространены в неответственных соединениях машин (крышки, фланцы, дистанционные кольца и т. п.), в узлах аппаратов, сельскохозяйственных машин, в соединениях штампованных деталей и деталей из пластмасс и др.

Выбор квалитетов для различных размеров деталей во многих случаях определяется соответствующим решением размерных цепей, в состав которых входят длины, толщины, уступы, глубины впадин и другие размеры (см. гл. 3, ч. II).

МЕТОДЫ ВЫБОРА ПОСАДОК. ТИПИЗАЦИЯ ПОСАДОК

Выбор различных посадок для подвижных и неподвижных соединений можно производить на основании предварительных расчетов, экспериментальных исследований или ориентируясь на аналогичные соединения, условия работы которых хорошо известны.

Расчеты, связанные с выбором подвижных посадок, например при сопряжении цапф с подшипниками скольжения, осуществляются обычно на основе гидродинамической теории трения и заключаются в установлении необходимого зазора для обеспечения жидкостного трения. В других случаях зазоры могут рассчитываться по условию компенсации отклонений формы и расположения поверхностей для обеспечения беспрепятственной сборки деталей. Возможны также расчеты по условиям обеспечения необходимой точности перемещений деталей или фиксации их взаимного расположения, расчеты зазоров для компенсации температурных деформаций деталей и т. п.

Расчеты, связанные с выбором посадок в неподвижных соединениях, сводятся к определению прочности соединения, напряжений и деформаций сопрягаемых деталей, а также к определению усилий запрессовки и распрессовки.

В результате тех или иных расчетов необходимо получить допустимые наибольшие и наименьшие значения расчетных зазоров $[S_{max}]$, $[S_{min}]$ или расчетных натягов $[N_{max}]$, $[N_{min}]$.

Если применяемая методика расчета не учитывает влияние шероховатости сопрягаемых поверхностей, то предварительно определенные расчетные зазоры или натяги (S_p, N_p) должны быть скорректированы, поскольку сглаживание, смятие, срез микронеровностей в процессе приработки подвижных соединений или в процессе запрессовки неподвижных соединений будут увеличивать запроектированный зазор или уменьшать запроектированный натяг.

С учетом влияния шероховатости сопрягаемых поверхностей расчетные зазоры и натяги рекомендуется определять по следующим формулам:

$$\left.\begin{aligned}[S] &= S_{\text{p}} - 2\,(Rz_D + Rz_d) \approx S_{\text{p}} - 8\,(Ra_D + Ra_d);\\ [N] &= N_{\text{p}} + 1{,}2\,(Rz_D + Rz_d) \approx N_{\text{p}} + 5\,(Ra_D + Ra_d),\end{aligned}\right\} \quad (1.62)$$

где индексы D и d относятся соответственно к параметрам шероховатости Rz, Ra (см. п. 2.5) отверстия и вала; $[S]$, $[N]$ — допустимые предельные значения расчетных зазоров (натягов).

При определении расчетных зазоров или натягов необходимо учитывать также температурный режим работы соединения (см. п. 1.3).

По полученным значениям расчетных зазоров или натягов выбирается стандартная посадка таким образом, чтобы ее предельные зазоры или натяги по возможности были близки к расчетным. При этом должны соблюдаться условия:

$$\left.\begin{aligned}S_{\min} &\geqslant [S_{\min}];\\ S_{\max} &\leqslant [S_{\max}];\end{aligned}\right\} \quad (1.63)$$

$$\left.\begin{aligned}N_{\min} &\geqslant [N_{\min}];\\ N_{\max} &\leqslant [N_{\max}].\end{aligned}\right\} \quad (1.64)$$

Предельные зазоры и натяги в посадках определяются по табл. 1.44—1.54 или по формулам (1.21), (1.22), (1.24), (1.25), (1.27), (1.28).

Во многих случаях, особенно в условиях автоматического изготовления деталей в крупносерийном и массовом производстве, выбор посадок целесообразно осуществлять, ориентируясь на вероятностные предельные зазоры или натяги (см. п. 1.1 и [1, 5, 13, 28]). При этом способе выбора посадок должны соблюдаться условия:

$$\left.\begin{aligned}S^{\text{в}}_{\min} &\geqslant [S_{\min}];\\ S^{\text{в}}_{\max} &\leqslant [S_{\max}];\end{aligned}\right\} \quad (1.65)$$

$$\left.\begin{aligned}N^{\text{в}}_{\min} &\geqslant [N_{\min}];\\ N^{\text{в}}_{\max} &\leqslant [N_{\max}],\end{aligned}\right\} \quad (1.66)$$

где $S^{\text{в}}_{\min}$, $S^{\text{в}}_{\max}$, $N^{\text{в}}_{\min}$ и $N^{\text{в}}_{\max}$ — вероятностные предельные зазоры и натяги, определенные по формулам (1.34) и (1.35).

В тех случаях, когда расчетом или иным путем устанавливается также и оптимальное значение зазора или натяга $S_{\text{опт}}$, $N_{\text{опт}}$, при котором соединение функционирует наилучшим образом, посадку следует подбирать так, чтобы ее среднее значение (S_{c} или N_{c}) было как можно ближе к оптимальному.

Пример 1. В результате расчета установлены (без влияния шероховатости поверхностей) наименьший $S_{\text{p min}} = 38$ мкм и наибольший зазоры $S_{\text{p max}} = 100$ мкм при номинальном диаметре соединения 50 мм. Значение параметра шероховатости Ra для отверстия и вала установлено не более 0,8 мкм. Требуется подобрать стандартную посадку.

По формулам (1.62)

$$[S_{\min}] = 38 - 8\,(0{,}8 + 0{,}8) = 25 \text{ мкм};$$

$$[S_{\max}] = 100 - 8\,(0{,}8 + 0{,}8) = 87 \text{ мкм}.$$

По табл. 1.47 этим значениям соответствует посадка $H7/j7$, для которой $S_{\min} = 25$ мкм, а $S_{\max} = 75$ мкм.

Пример 2. При тех же условиях, что и в примере 1, подобрать посадку для соединения, если в рабочем режиме температура деталей отличается от нормальной: $t_D = 35°$ С; $t_d = 75°$ С; $\alpha_D = 11 \cdot 10^{-6}$ град$^{-1}$; $\alpha_d = 13 \cdot 10^{-6}$ град$^{-1}$.

По формуле (1.45)

$$\Delta_t^S = 50\,[11 \cdot 10^{-6}\,(35 - 20) - 13 \cdot 10^{-6}\,(75 - 20)] = -28 \text{ мкм}$$

(зазор в рабочем режиме уменьшается).

Тогда расчетные зазоры:

$$[S_{\min}] = S_{\text{p min}} - \Delta_t^S - 8\,(Ra_D + Ra_d) = 38 - (-28) - 8\,(0{,}8 + 0{,}8) =$$

$$= 53 \text{ мкм};$$

$$[S_{\max}] = 100 - (-28) - 8\,(0{,}8 + 0{,}8) = 115 \text{ мкм}.$$

По табл. 1.47 этим значениям соответствует посадка *H7/e7*, для которой $S_{\min} = 50$ мкм и $S_{\max} = 100$ мкм.

Если из соответствующих таблиц не удается подобрать рекомендуемую стандартную посадку, обеспечивающую требования расчетов, приходится прибегать к использованию других посадок, образованных стандартными полями допусков отверстий и валов, а иногда и к созданию специальных посадок. Однако применение специальных посадок крайне нежелательно и требует тщательного технико-экономического обоснования. В большинстве случаев вместо применения специальных посадок целесообразно произвести перерасчет зазоров или натягов, изменив исходные данные. Например, для подвижных соединений изменить условия охлаждения подшипникового узла, применить другой сорт и метод смазки и т. п., а для неподвижных соединений изменить размеры сопрягаемых элементов или даже характер соединения, применив дополнительное крепление.

При отсутствии расчетных или экспериментальных данных по выбору посадок чаще всего приходится основываться на общих рекомендациях и на аналогиях с соединениями в машинах и узлах, изготавливаемых и эксплуатируемых в сходных условиях. Применительно к этому методу выбора посадок ниже (стр. 297 и далее) приведены краткие характеристики посадок и примеры их применения в различных отраслях машино- и приборостроения.

В связи со спецификой, характерной для деталей приборов (небольшие нагрузки на детали и сравнительно малые их размеры; повышенные требования

1.95. Поправки к выбору посадок [18]

Конкретные условия	Зазоры должны быть	Натяги должны быть
Меньшее допустимое напряжение материала	Уменьшены	Уменьшены
Частый демонтаж	—	»
Ударная нагрузка	Уменьшены	Увеличены
При эксплуатации температура отверстия выше, чем температура вала (материалы деталей одинаковы)	»	»
Температура вала выше, чем отверстия при тех же условиях	Увеличены	Уменьшены
Большая длина соединения	»	»
Большие отклонения формы и расположения сопрягаемых поверхностей	»	»
Возможны перекосы в сборке и деформации деталей	»	»
Большие скорости вращения	»	Увеличены
Осевое перемещение	»	—
Большая вязкость смазочного масла	»	—
Более шероховатая поверхность	Уменьшены	Увеличены
Повышенная точность монтажа	»	Уменьшены
Пониженная точность монтажа	Увеличены	Увеличены

1.96. Типизация посадок по ЕСДП СЭВ [4]

Группа посадок	Сочетание основных отклонений отверстия и вала в посадке		Тип посадки (по классификации, принятой в системе ОСТ — см. табл. 1.68)
	системы отверстия	системы вала	
С зазорами	*H/a*; *H/b*; *H/c*	*A/h*; *B/h*; *C/h*	Посадки с большими зазорами и тепловые посадки
	H/d	*D/h*	Широкоходовая
	H/e	*E/h*	Легкоходовая
	H/f	*F/h*	Ходовая
	H/g	*G/h*	Движения
	H/h	*H/h*	Скользящая
Переходные	*H/js*	*Js/h*	Плотная
	H/k	*K/h*	Напряженная
	H/m	*M/h*	Тугая
	H/n	*N/h*	Глухая
С натягом	*H/p*	*P/h*	Легкопрессовая
	H/r; *H/s*; *H/t*	*R/h*; *S/h*; *T/h*	Прессовые средние
	H/u; *H/x*; *H/z*	*U/h*; *X/h*; *Z/h*	Прессовые тяжелые (с большими натягами)

к точности многих сочленений, а также возможность изготовления деталей сравнительно мелкими партиями на станках высокой точности и пр.), примеры применения посадок в приборостроении систематизированы в отдельных таблицах.

Следует отметить, что при выборе посадок на основе примеров применения недостаточно исходить только из аналогии, которая может оказаться неполной. Необходимо также учитывать общие условия, влияющие на выбор квалитетов или посадок, как, например, длина сопрягаемых поверхностей, требования к монтажу и демонтажу, тепловой режим и общие условия эксплуатации, серийность производства и возможность применения калиброванного материала, специфические требования конструкций, технологический процесс изготовления и др. Влияние некоторых общих факторов на выбор посадок рекомендуется учитывать согласно табл. 1.95.

Характеристика и примеры применения даны для посадок, рекомендуемых в СТ СЭВ 144—75. Учитывая, что в промышленности накоплен значительный опыт применения посадок по системе ОСТ, в тексте и в чертежах рядом с посадками по ЕСДП СЭВ в скобках приведены ближайшие к ним посадки по системе ОСТ. Эти же данные в известной мере могут сориентировать конструкторов при назначении посадок по ЕСДП СЭВ по аналогии с ранее назначавшимися посадками по системе ОСТ. Более подробные сведения о заменах посадок ОСТ см. на стр. 254 и в табл. 1.89.

Данные по выбору посадок приведены ниже для трех основных групп посадок (с зазором, переходных и с натягом), а в пределах каждой группы систематизированы по типам посадок. В ЕСДП СЭВ, как и в системе ИСО, посадки не имеют каких-либо наименований, которые, хотя и условно, могли бы характеризовать тип посадки. Тем не менее примерная типизация посадок в ЕСДП СЭВ возможна (табл. 1.96), причем в качестве признака, определяющего тип посадки, можно принять сочетание основных отклонений (букв в обозначениях) сопрягаемых отверстия и вала, независимо от допусков деталей (в пределах тех квалитетов, в которых эти посадки установлены в отборах) [4]. Для условной краткой

характеристики типов посадок в ЕСДП СЭВ чаще всего оказывается возможным использовать наименования аналогичных посадок в системе ОСТ. Согласно принятой типизации, основными признаками однотипности посадок являются:

1) в посадках с зазором — одинаковый наименьший (гарантированный) зазор;

2) в переходных посадках — примерно одинаковая вероятность получения натягов и зазоров в посадке;

3) в посадках с натягом — уровень гарантированных или средних натягов (для посадок с натягом типизация дана укрупненно).

Характеристика отдельных типов посадок, приведенная далее, одинаково применима для одноименных (обозначаемых одинаковыми буквами) посадок в системе отверстия и системе вала. Эта характеристика и указанные примеры применения посадок относятся в основном к соединениям с номинальными размерами от 1 до 500 мм.

ВЫБОР ПОСАДОК С ЗАЗОРОМ

Назначение посадок с зазором

Посадки с зазором предназначены для подвижных и неподвижных соединений деталей. В подвижных соединениях зазор служит для обеспечения свободы перемещения, размещения слоя смазки, компенсации температурных деформаций, а также компенсации отклонений формы и расположения поверхностей, погрешности сборки и др. Для наиболее ответственных соединений, которые должны работать в условиях жидкостного трения, зазоры подсчитываются на основе гидродинамической теории трения (см. ниже). В случаях, когда допускается работа соединения в условиях полужидкостного, полусухого и сухого трения, выбор посадок чаще всего производится по аналогии с посадками известных и хорошо работающих соединений. При этом следует вносить поправки с учетом конкретных особенностей параметров и условий работы соединений в соответствии с табл. 1.95.

В неподвижных соединениях посадки с зазором применяются для обеспечения беспрепятственной сборки деталей (в особенности сменных). Их относительная неподвижность обеспечивается дополнительным креплением шпонками, винтами, болтами, штифтами и т. п. Выбор посадки для неподвижного соединения производится таким образом, чтобы наименьший зазор обеспечивал компенсацию отклонений формы и расположения сопрягаемых поверхностей, если они не ограничиваются полями допусков размеров этих поверхностей (см. гл. 2). Кроме того, наименьший зазор должен включать, если это необходимо, запас на регулирование взаимного расположения деталей в сборе, их центрирование и т. п., а также запас на свободное вхождение одной детали в другую, что особенно важно в условиях автоматической сборки. Наибольший зазор в посадках неподвижных соединений определяется из допустимого эксцентриситета e или смещения осей (плоскостей симметрии) сопрягаемых деталей, который может быть ограничен либо гребованиями к точности механизма, либо для уменьшения динамических воздействий (вибраций, ударов и т. п.). При этом должно соблюдаться условие:

$$\left.\begin{aligned} S_{\max} &\leqslant 2e - 1{,}2\ (Rz_D + Rz_d); \\ S_{\max} &\leqslant 2e - 5\ (Ra_D + Ra_d), \end{aligned}\right\} \qquad (1.67)$$

где Rz_D, Ra_D и Rz_d, Ra_d параметры шероховатости поверхности соответственно отверстия и вала.

В тех случаях, когда рабочая температура для деталей соединения существенно отличается от нормальной, выбор посадки рекомендуется производить с учетом формулы (1.45).

Расчет посадок с зазором для подшипников жидкостного трения

Для реальных подшипников задача решается приближенно с введением ряда допущений и использованием опытных данных.

Ниже рассматривается упрощенный метод расчета зазоров и выбора посадок для подшипников скольжения с гидродинамическим режимом работы [1]

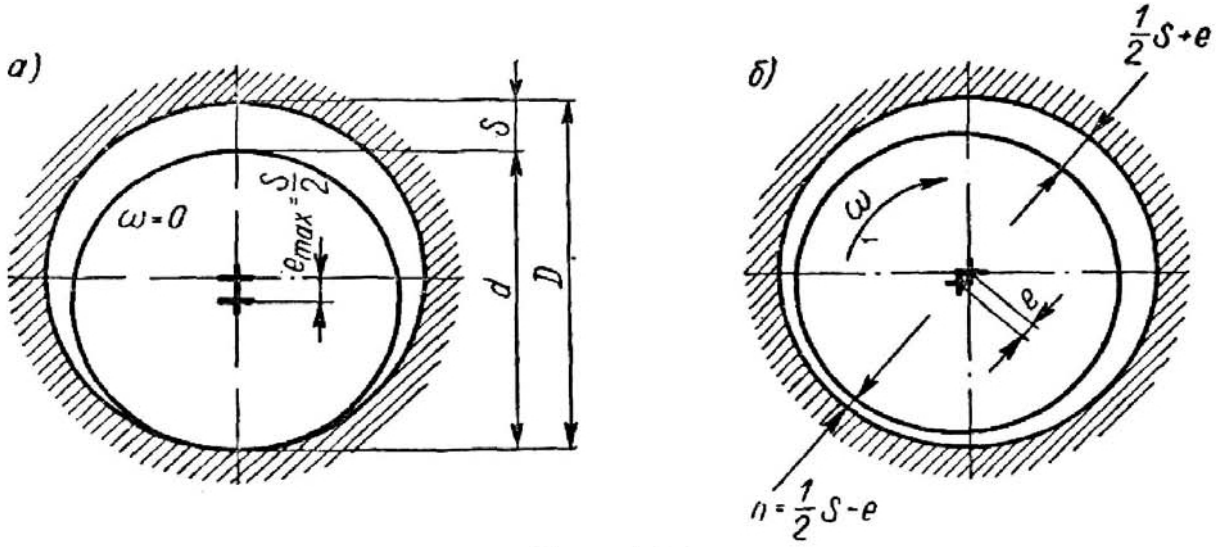


Рис. 1.24

По гидродинамической теории трения несущая способность подшипников при неразрывности слоя смазки определяется формулой [12, 32].

$$R = \frac{\mu\omega}{\psi^2} l d_{н.\,с} C_R, \tag{1.68}$$

где R — радиальная нагрузка на цапфу, $Н$; μ — динамическая вязкость смазочного масла при рабочей температуре подшипника $t_п$, $Н \cdot с/м^2$; ω — угловая скорость вала, рад/с, $\omega = \pi n/30$; n — частота вращения вала, об/мин; ψ — относительный зазор, $\psi = S/d_{н.\,с}$; S — диаметральный расчетный зазор, м, $S = D - d$ (рис. 1.24, *а*); l, $d_{н.\,с}$ — длина подшипника и номинальный диаметр соединения, м; C_R — коэффициент нагруженности подшипника — безразмерная величина, зависящая от положения вала в подшипнике.

В табл. 1.97 приведены значения C_R в зависимости от отношения $l/d_{н.\,с}$ и величины относительного эксцентриситета χ, $\chi = 2e/S$, где e — абсолютный эксцентриситет вала в подшипнике при зазоре S (рис. 1.24 *б*).

При установившемся режиме работы положение вала относительно центра отверстия вкладыша подшипника, характеризуемое абсолютным эксцентриситетом e и относительным эксцентриситетом χ, определяется величиной среднего удельного давления ($Н/м^2$)

$$p = \frac{R}{l d_{н.\,с}}, \tag{1.69}$$

вязкостью масла μ, угловой скоростью вала ω и диаметральным зазором S.

Толщина масляного слоя h в месте наибольшего сближения поверхностей отверстия и вкладыша подшипника (рис. 1.24, *б*)

$$h = \frac{S}{2} - e = \frac{S}{2}\left(1 - \frac{2e}{S}\right) = \frac{S}{2}(1 - \chi) \tag{1.70}$$

[1] По сравнению с предыдущим в настоящем издании метод расчета зазоров в подшипниках скольжения изменен [45]. Приведенный метод обеспечивает получение более достоверных результатов, так как в данном расчете использованы более точные значения коэффициента нагруженности (см. ниже).

1.97. Коэффициент нагруженности C_R для половинных * подшипников [32]

Относительный эксцентриситет χ	Коэффициент нагруженности C_R при $l/d_{н.с}$											
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0
0,3	0,089	0,133	0,182	0,234	0,287	0,339	0,391	0,440	0,487	0,529	0,610	0,763
0,4	0,141	0,209	0,283	0,361	0,439	0,515	0,589	0,658	0,723	0,784	0,891	1,091
0,5	0,216	0,317	0,427	0,538	0,647	0,754	0,853	0,947	1,033	1,111	1,248	1,483
0,6	0,339	0,493	0,655	0,816	0,972	1,118	1,253	1,377	1,489	1,590	1,763	2,070
0,65	0,431	0,622	0,819	1,014	1,199	1,371	1,528	1,669	1,796	1,912	2,099	2,446
0,7	0,573	0,819	1,070	1,312	1,538	1,745	1,929	2,097	2,247	2,379	2,600	2,981
0,75	0,776	1,098	1,418	1,720	1,965	2,248	2,469	2,664	2,838	2,990	3,242	3,671
0,8	1,079	1,572	2,001	2,399	2,754	3,067	3,372	3,580	3,787	3,968	4,266	4,778
0,85	1,775	2,428	3,036	3,580	4,053	4,459	4,808	5,106	5,364	5,586	5,947	6,545
0,9	3,195	4,261	5,214	6,029	6,721	7,294	7,772	8,186	8,533	8,831	9,304	10,091
0,925	5,055	6,615	7,956	9,072	9,992	10,753	11,38	11,91	12,35	12,73	13,34	14,34
0,95	8,393	10,706	12,64	14,14	15,37	16,37	17,18	17,86	18,43	18,91	19,68	20,97
0,975	21,00	25,62	29,17	31,88	33,99	35,66	37,00	38,12	39,04	39,81	41,07	43,11
0,99	65,26	75,86	83,21	88,90	92,89	96,35	98,95	101,2	102,9	104,4	106,8	110,8

Определение толщины масляного слоя h при данном зазоре S: относительный зазор $\psi = S/d_{н.с}$, коэффициент нагруженности $C_R = \frac{p\psi^2}{\mu\omega}$; из таблицы по C_R определяется χ; толщина масляного слоя $h = S/2\,(1 - \chi)$.

Примечание. Промежуточные значения следует получать интерполяцией табличных данных.

* У половинных подшипников (с углом охвата 180°) масляный слой создается на половине длины окружности.

является при прочих равных условиях функцией расчетного (начального) зазора S. Для получения подобной зависимости используем приближенную формулу для определения C_R [27]

$$C_R = \frac{m_1}{1-\chi} - m_2, \tag{1.71}$$

где m_1 и m_2 — величины, постоянные для данного $l/d_{н.с}$. С учетом соотношений (1.68), (1.69), (1.71) формулу (1.70) запишем в виде

$$h = \frac{m_1 S}{2\left(\frac{pS^2}{d^2\mu\omega} + m_2\right)}. \tag{1.72}$$

Примерный график зависимости (1.72) толщины масляного слоя h от величины зазора S приведен (с учетом экспериментальных данных) на рис. 1.25. Из рис. 1.25 следует:

при зазоре, называемом оптимальным[1],

$$S_{опт} \approx d_{н.с}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}\,m_2} \quad (m_2 \approx 1 \text{ при } l/d_{н.с} \geqslant 0{,}7), \tag{1.73}$$

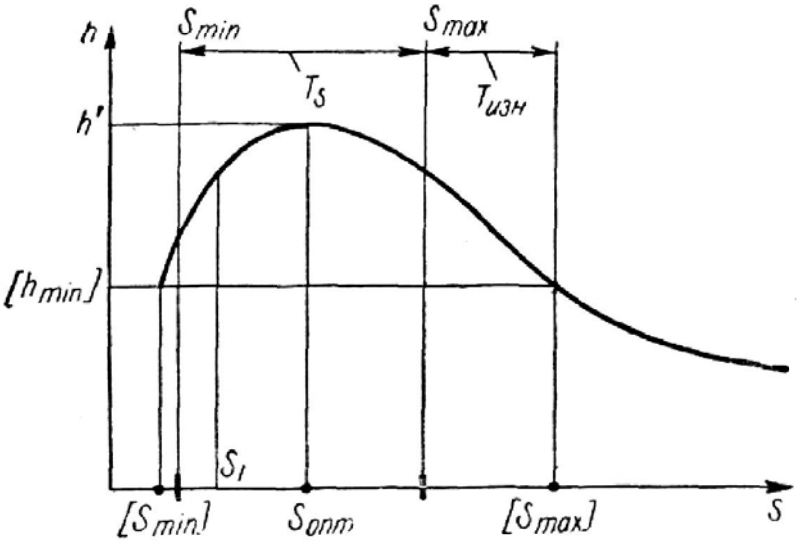


Рис. 1.25

толщина масляного слоя достигает максимального при данных условиях значения h'

$$h' \approx \frac{S_{опт}}{4}\,\frac{m_1}{m_2} \quad \left(\frac{m_1}{m_2} \approx 1 \text{ при } l/d_{н.с} > 0{,}8\right); \tag{1.74}$$

определенной толщине масляного слоя соответствуют два зазора. Например, толщина масляного слоя, равная $[h_{min}]$, устанавливается при зазоре $[S_{min}]$ и зазоре $[S_{max}]$;

в подшипнике с первоначальным (сборочным) зазором S_i толщина масляного слоя h при эксплуатации вследствие увеличения зазора S_i из-за износа (интенсивного в периоды пусков и остановок машины) будет вначале возрастать, а затем снижаться вплоть до разрыва масляной пленки и прекращения режима жидкостного трения (отказ машины).

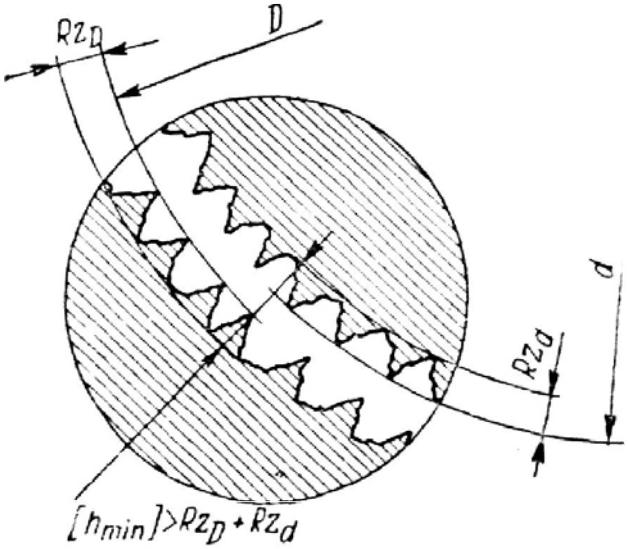


Рис. 1.26

Допускаемая минимальная толщина масляного слоя $[h_{min}]$, при которой еще обеспечивается жидкостное трение, принимается с учетом шероховатости поверхностей вала и вкладыша (рис. 1.26), погрешности их изготовления и сборки, упругой деформации деталей, отклонений температуры, нагрузки и т. д. [45]

$$[h_{min}] \geqslant Rz_D + Rz_d + \gamma_ф + \gamma_р + \gamma_и + \gamma_{др}, \tag{1.75}$$

где Rz_d, Rz_D — средняя высота неровностей поверхностей вала и вкладыша; $\gamma_ф$, $\gamma_р$, $\gamma_и$, $\gamma_{др}$ — добавки, учитывающие влияние соответственно погрешностей

[1] Зависимость получена при исследовании на экстремум.

формы $\gamma_ф$ и расположения $\gamma_р$ поверхностей вала и вкладыша, упругого изгиба $\gamma_и$ вала, отклонения скорости, нагрузки, температуры от расчетных значений ($\gamma_{др}$). При практических расчетах зависимость (1.75) заменяют упрощенной формулой [32, 45]

$$[h_{min}] = k\,(Rz_D + Rz_d + \gamma_д) \approx k\,(4Ra_D + 4Ra_d + \gamma_д), \qquad (1.76)$$

где $k \geqslant 2$ — коэффициент запаса надежности по толщине масляного слоя; $\gamma_д$ — добавка на неразрывность масляного слоя, $\gamma_д = 2 \div 3$ мкм.

Для обеспечения жидкостного трения необходимо соблюдение условия

$$h \geqslant [h_{min}]. \qquad (1.77)$$

Следовательно, условия подбора посадки (см. рис. 1.25) должны быть следующими.

1. Минимальный зазор в подобранной посадке

$$S_{min} \geqslant [S_{min}], \qquad (1.78)$$

где $[S_{min}]$ — минимальный допускаемый зазор, при котором толщина масляного слоя равна допускаемой минимальной величине $[h_{min}]$. При малых зазорах могут возникнуть самовозбуждающиеся колебания вала в подшипнике, если $\chi < 0{,}3$ [45, 48]. Относительный эксцентриситет χ_{min}, соответствующий зазору S_{min}, должен быть не меньше 0,3,

$$\chi_{min} \geqslant 0{,}3. \qquad (1.79)$$

2. Максимальный зазор в подобранной посадке с учетом износа и шероховатости поверхностей вала и вкладыша

$$S_{max} < [S_{max}] - 2\,(Rz_D + Rz_d) \approx [S_{max}] - 8\,(Ra_D + Ra_d), \qquad (1.80)$$

где $[S_{max}]$ — максимальный допускаемый зазор, при котором толщина масляного слоя равна допускаемой минимальной величине $[h_{min}]$.

Для определения $[S_{min}]$ и $[S_{max}]$ используем полученную в [30] из (1.70) с учетом (1.68) формулу

$$h = \frac{d_{н.с}}{2}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}}\,[(1-\chi)\sqrt{C_R}], \qquad (1.81)$$

где $[(1-\chi)\sqrt{C_R}] = A$ — величина, зависящая от относительного эксцентриситета χ и отношения $l/d_{н.с}$.

Значения A приведены в табл. 1.98, зависимости для половинного подшипника $A = f(\chi)$ показаны на рис. 1.27.

Пользуясь рис. 1.27 или данными табл. 1.98, можно определить $[S_{min}]$, $[S_{max}]$ и оптимальный зазор $S_{опт}$, при котором толщина масляного слоя достигает своего наибольшего значения h' (рис. 1.25).

$$S_{опт} = d_{н.с}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}}\,\frac{A_{опт}}{1-\chi_{опт}}, \qquad (1.82)$$

где $A_{опт}$ — максимальное значение A при данном $l/d_{н.с}$; $\chi_{опт}$ — значение χ, при котором $A = A_{опт}$. Если известно значение A при данной толщине масляного слоя h_{min} $A_h = \dfrac{2\,[h_{min}]}{d_{н.с}\sqrt{\dfrac{\mu\omega}{p}}}$, то

$$S_{опт} = \frac{2\,[h_{min}]}{1-\chi_{опт}}\,\frac{A_{опт}}{A_h}; \qquad (1.83)$$

$$h' = d_{н.с}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}}\,\frac{A_{опт}}{2} = [h_{min}]\,\frac{A_{опт}}{A_h}. \qquad (1.84)$$

1.98. Значения $A = (1 - \chi)\sqrt{C_R}$ для половинных подшипников

χ	Значения $A = (1 - \chi)\sqrt{C_R}$ при $l/d_{н.с}$											
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0
0,3	0,209	0,255	0,299	0,339	0,375	0,408	0,438	0,464	0,488	0,509	0,547	0,611
0,4	0,225	0,274	0,319	0,360	0,397	0,431	0,461	0,487	0,510	0,531	0,566	0,626
0,5	0,232	0,282	0,327	0,367	0,402	0,434	0,462	0,487	0,508	0,527	0,558	0,609
0,6	0,233	0,281	0,324	0,361	0,394	0,423	0,448	0,469	0,488	0,504	0,531	0,576
0,65	0,230	0,276	0,317	0,352	0,383	0,410	0,433	0,452	0,469	0,484	0,507	0,547
0,7	0,227	0,271	0,310	0,344	0,372	0,396	0,417	0,434	0,450	0,463	0,484	0,518
0,75	0,220	0,262	0,298	0,328	0,351	0,375	0,393	0,408	0,421	0,432	0,450	0,479
0,8	0,208	0,251	0,283	0,310	0,332	0,350	0,367	0,378	0,389	0,398	0,413	0,437
0,85	0,200	0,234	0,261	0,284	0,302	0,317	0,329	0,339	0,347	0,354	0,366	0,384
0,9	0,179	0,206	0,228	0,246	0,259	0,270	0,279	0,286	0,292	0,297	0,305	0,318
0,925	0,169	0,193	0,212	0,226	0,237	0,246	0,253	0,259	0,264	0,268	0,274	0,284
0,95	0,145	0,164	0,178	0,188	0,196	0,202	0,207	0,211	0,215	0,217	0,222	0,229
0,975	0,115	0,127	0,135	0,141	0,146	0,149	0,152	0,154	0,156	0,158	0,160	0,164
0,99	0,081	0,087	0,091	0,095	0,096	0,098	0,100	0,101	0,101	0,102	0,103	0,105

Определение величины зазора S, при котором устанавливается данная толщина масляного слоя h: рассчитывается (при данном h) $A_h = \dfrac{2h}{d_{н.с}\sqrt{\dfrac{\mu\omega}{p}}}$; из таблицы по A_h определяется χ; зазор $S = \dfrac{2h}{1 - \chi}$.

При известных d, l, R, ω, μ расчеты зазоров и выбор посадки можно вести в следующем порядке.

1. Определяется среднее удельное давление p (Н/м²) в подшипнике по формуле (1.69).

2. Устанавливается допускаемая минимальная толщина масляного слоя $[h_{min}]$ по формуле (1.76).

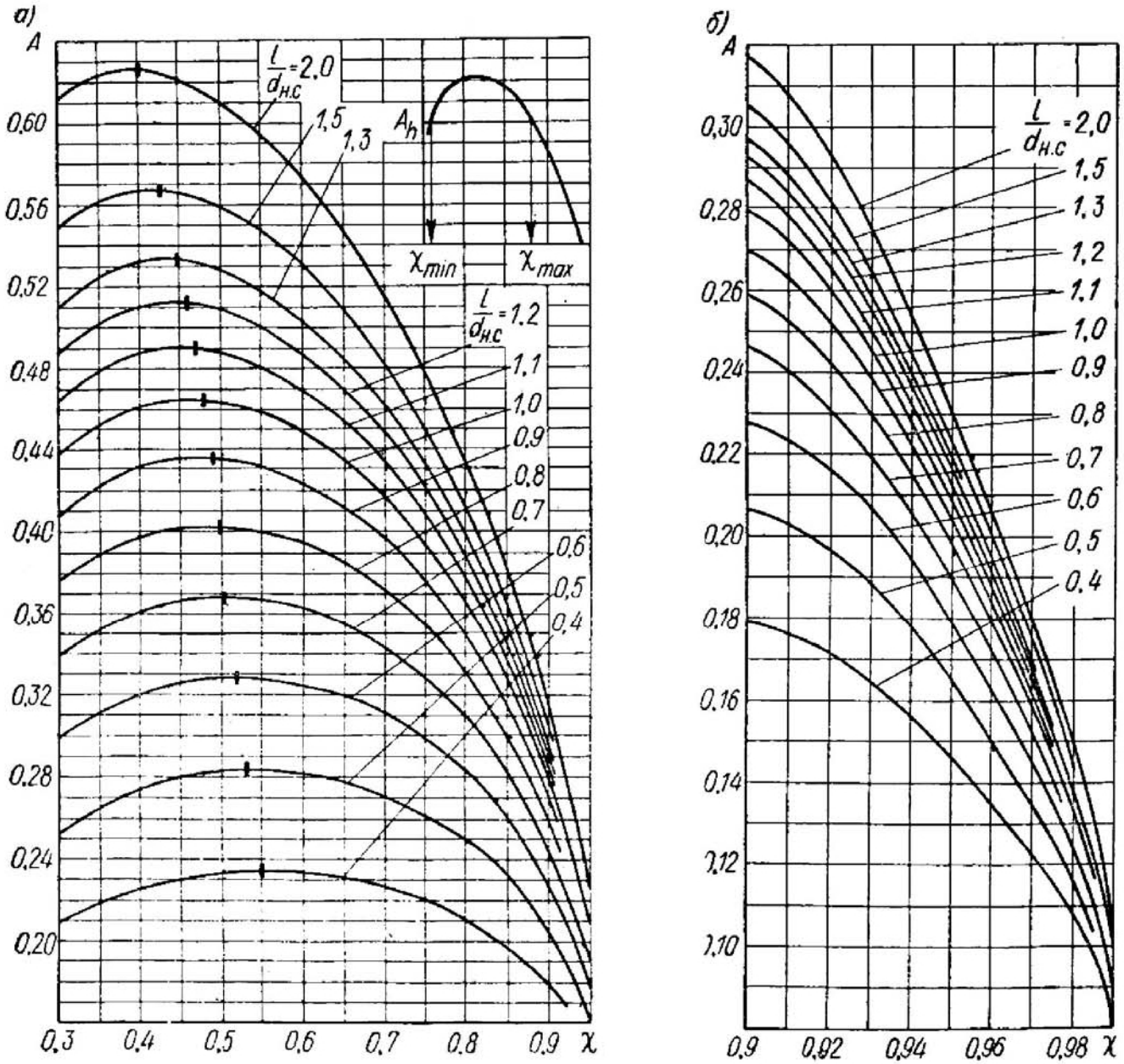


Рис. 1.27

Рекомендации по нормированию шероховатости поверхности. см. п. 2.5 табл. 2.68.

3. Задаются рабочей температурой подшипника $t_п$. Правильность назначения температуры подшипника проверяется тепловым расчетом (см. стр. 295). Рабочая температура подшипника должна быть не выше 60—75° С. Для предварительных расчетов $t_п = 50°$ С.

В соответствии с принятой температурой $t_п$ и маркой масла (табл. 1.99) определяется динамическая вязкость масла

$$\mu = \mu_{табл} \left(\frac{50}{t_п}\right)^{2,8}, \qquad (1.85)$$

где $\mu_{табл}$ — динамическая вязкость при $t_п = 50°$ С по табл. 1.99.

4. Рассчитывается значение A_h по формуле

$$A_h = \frac{2\,[h_{\min}]}{d_{\text{н. с}}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}}}. \tag{1.86}$$

5. По найденному значению A_h определяется из рис. 1.27 или табл. 1.98 (при данном $l/d_{\text{н. с}}$) минимальный относительный эксцентриситет $\chi_{\min}$, при котором толщина масляного слоя равна $[h_{\min}]$

По найденному значению $\chi_{\min}$ рассчитывается минимальный допускаемый зазор $[S_{\min}]$

$$[S_{\min}] = \frac{2\,[h_{\min}]}{1-\chi_{\min}}. \tag{1.87}$$

Если величина $\chi_{\min}$ оказывается меньше 0,3, то для определения $[S_{\min}]$ поступают следующим образом:

а) определяется по рис. 1.27 или табл. 1.98 значение A при заданном отношении $l/d_{\text{н. с}}$ и $\chi = 0{,}3$ (A_χ);

б) рассчитывают минимальный допускаемый зазор $[S_{\min}]$

$$[S_{\min}] = 2{,}857\,[h_{\min}]\,\frac{A_\chi}{A_h}. \tag{1.88}$$

6. По найденному в п. 4 значению A_h определяется из рис. 1.27, *а* или *б* (при $\chi \geqslant 0{,}9$) максимальный относительный эксцентриситет $\chi_{\max}$, при котором толщина масляного слоя равна $[h_{\min}]$; $\chi_{\max}$ можно также определить по табл. 1.98, применяя линейную интерполяцию. Затем по найденному значению $\chi_{\max}$ рассчитывается максимальный допускаемый зазор $[S_{\max}]$

$$[S_{\max}] = \frac{2\,[h_{\min}]}{1-\chi_{\max}}. \tag{1.89}$$

7. По таблицам системы допусков и посадок (табл. 1.47 и др.) подбирается посадка, при которой выполняются условия (1.78) и (1.80). Если коэффициенты линейных расширений материалов вала и втулки различны или температуры соединяемых деталей существенно отличаются, то расчетные зазоры следует выбирать с учетом формулы (1.45). Если известен минимально допустимый запас на износ $T_{\text{изн}}$, рассчитанный по требуемой долговечности подшипника и скорости изменения зазора (износа) во времени, то условие (1.80) можно конкретизировать, записав его в виде

$$S_{\max} \leqslant [S_{\max}] - 2\,(Rz_D + Rz_d) - T_{\text{изн}} \approx [S_{\max}] - \\ - 8\,(Ra_D + Ra_d) - T_{\text{изн}}. \tag{1.90}$$

Далее производится упрощенный тепловой расчет подшипника скольжения с зазорами $S_{\min}$ и $S_{\max}$ (см. также [16, 40, 48]). Поскольку наибольшее тепловыделение в подшипнике происходит при минимальном зазоре $S_{\min}$, то тепловой расчет ведем для $S_{\min}$.

8. Определяется коэффициент трения в подшипнике (при минимальном зазоре $S_{\min}$) по формуле

$$f = \frac{C_{\text{м}}}{\sqrt{C_R}}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}}, \tag{1.91}$$

где $C_{\text{м}}$ — коэффициент сопротивления, определяемый по табл. 1.100 в зависимости от отношения $l/d_{\text{н. с}}$ и χ, соответствующего зазору $S_{\min}$; C_R — коэффициент нагруженности (по табл. 1.97), в зависимости от $l/d_{\text{н. с}}$ и χ соответствующего зазору $S_{\min}$.

1.99. Основные смазочные масла для машино- и приборостроения [32]

Наименование и марка масла*	ГОСТ	Вязкость		Температура		Область применения
		кинематическая **, сСт	динамическая **, $\mu \cdot 10^3$, Н·с/м²	вспышки	застывания	
		Вязкость при 50° С				
Легкие индустриальные И-5А (велосит)	20799—75	4,0—5,0	3,6—4,5	120	—25	Для точных механизмов, работающих при малых нагрузках со скоростью 1500—2000 рад/с (примерно 15 000—20 000 об/мин) или 4,5—6 м/с на цапфе вала: шпиндели токарных, шлифовальных и других высокоскоростных станков, подшипники маломощных электродвигателей и т. п. Используется для смазки прядильных и других подобных машин, а также контрольно-измерительных приборов
И-8А (вазелиновое)	20799—75	6—8	5,4—7,2	130	—20	Для механизмов, работающих при малых нагрузках со скоростью 1000—1500 рад/с (примерно 10 000—15 000 об/мин) или 3—4,5 м/с на цапфе вала: шпиндели шлифовальных и других станков, подшипники электродвигателей и т. п. Используется для смазки легких трикотажных машин и контрольно-измерительных приборов
Сепараторное Л	176—50	6,0—10,0	5,4—9	135	+5	То же, что и для марки И-8А. Используется в основном для смазки центрифуг и сепараторов
Приборное МВП	1805—76	6,5—8,0	5,8—7,2	125	—60	Для контрольно-измерительных приборов, работающих на низких температурах. Заполнение масляно-пневматических амортизаторов
Средние индустриальные И-12К (И-12)	20799—75	10—14	9—12,6	165	—30	Для механизмов, работающих со скоростью до 1000 рад/с (примерно 10 000 об/мин) или до 3 м/с на цапфе вала: шпиндели шлифовальных и других станков, подшипники маломощных электродвигателей с кольцевой системой смазки и т. п. Заполнение гидросистем станков и легких механизмов

епараторное Т	176—50	14—17	12,6—15,3	165	+5	Для тяжелых сепараторов и центрифуг, а также для высокоскоростных механизмов, работающих со средними или малыми нагрузками
И-20А(И-20)	20799—75	17—23	15,3—20,7	180	—15	Для малых и средних станков, работающих при повышенных скоростях; для текстильных машин, электродвигателей средней мощности с кольцевой системой смазки, пневматических устройств и т. п. Заполнение гидросистем механизмов средней мощности
И-25А(ИС-25)	20799—75	24—27	21,6—24,2	180	—15	То же, что и для марки И-20А
И-30А(И-30)	20799—75	28—33	25,2—29,7	190	—15	Широко применяется во многих отраслях промышленности металлообрабатывающей (крупные и тяжелые станки, гидравлические системы с поршневыми регулирующими насосами), металлургической, бумажной, легкой, на транспорте и др. Основной смазочный материал в среднем машиностроении. Используется для заполнения гидросистем средней мощности
И-40А(И-45)	20799—75	35—45	31,5—40,5	200	—15	То же, что и для марки 30 при бо́льших нагрузках. Для тяжелых станков, работающих с малыми скоростями
И-50А(И-50)	20799—75	47—55	42,3—49,5	200	—20	Для ответственных сильно нагруженных механизмов, работающих со скоростью менее 1 м/с и частыми остановками
И-70А(ИС-65)	20799—75	65—75	58,5—67,5	200	—10	

Продолжение табл. 1.99

Наименование и марка масла	ГОСТ	Вязкость		Температура		Область применения
		кинематическая **, сСт	динамическая ** $\mu \cdot 10^3$, Н·с/м²	вспышки	застывания	
Турбинные:						
T_{22} (Л)	32—74	20—23	18—20,7	189	—15	Для смазывания подшипников и вспомогательных механизмов турбоагрегатов, а также для работы в системе регулирования этих машин в качестве гидравлической жидкости
T_{30} (УТ)		28—32	25,2—28,8	180	—10	
T_{46} (Т)		44—48	39,6—43,2	195	—10	
T_{57} (турборедукторное)		55—59	49,5—53,1	195	—	
		Вязкость при 100 °С				
Тяжелые индустриальные						
Цилиндровое 38 (цилиндровое 6)	6411—76	32—50	28,8—45	300	+17	Для тяжело нагруженных зубчатых и червячных передач, а также для смазывания паровых машин, работающих на перегретом паре, и механизмов, работающих с большими нагрузками и малыми скоростями
Цилиндровое 52 (вапор)	6411—76	50—70	45—63	310	—5	
Для прокатных станов П-28	6480—53	26—30	23,4—27	285	—10	—
Автомобильные:						
АС-6	10541—63	⩾6	⩾5,4	190	—30	Для смазывания карбюраторных двигателей, автомобилей и тракторов
АС-8		8±0,5	7,2±0,45	200	—25	
АС-10		10±0,5	9±0,45	200	—15	

Трансформаторные: ТК$_П$ ТК	982—68	9,0 *** 9,6 ***	8,1 *** 8,6 ***	135 135	—45 —45	Для заливки трансформаторов, масляных выключателей и другой высоковольтной аппаратуры
Компрессорные: К-12 К-19	1861—73	11—14 17—21	9 9—12,6 15,3—18,9	216 245	—25 —5	Для смазки поршневых и ротационных компрессоров и воздуходувок

Определение динамической вязкости μ (Н·с/м^2) по величине μ, заданной в других единицах (пз, спз, кгс/м^2), а также по кинематической ν (Ст, сСт, м^2/с) и условной вязкости (°УВ, при плотности масла ~900 кг/м^3): μ (Н·с/м^2) = 0,1μ (пз) = = 0,001μ (спз) = 9,81μ (кгс/м^2) ≈ 0,09ν (Ст) ≈ 0,0009ν (сСТ) ≈ 900ν (м^2/с). Здесь μ (Н·с/м^2) — динамическая вязкость в СИ (1 Н·с/м^2 = 10 пз = 1000 спз = 0,102 кгс/м^2); μ (пз) — динамическая вязкость в пуазах (1 пз = 100 спз = 0,0102 кгс/м^2 = = 0,1Н·с/м^2); μ (спз) — динамическая вязкость в сантипуазах (1 спз = 0,01 пз); μ (кгс/м^2) — динамическая вязкость в МкГС (1 кгс/м^2 = 98,1 пз = 9810 спз = 9,81 Н·с/м^2); ν (Ст) — кинематическая вязкость в стоксах (1 Ст = 100 сСТ = 1 см^2/с = = 0,0001 м^2/с); ν (сСт) — кинематическая вязкость в сантистоксах (1 сСТ = 0,01 Ст = 0,01 см^2/с = 10^{-6} м^2/с); ν (м^2/с) — кинематическая вязкость в СИ (1 м^2/с = 10^4 см^2/с = 10^6 Ст = 10^8 сСТ).

Пример 1. Определить μ (Н·с/м^2), если ν = 14 сСТ (масло индустриальное 12): $\mu = 0{,}0009 \cdot 14 = 12{,}6 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м^2.

Пример 2. Определить μ (Н·с/м^2), если $\nu = 14 \cdot 10^{-6}$ м^2/с (масло индустриальное 12): $\mu = 900 \cdot 14 \cdot 10^{-6} = 12{,}6 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м^2.

Пример 3. Определить μ (Н·с/м^2), если условная вязкость равна 2,26° УВ (масло индустриальное 12): $\mu \approx 0{,}0068 \cdot 2{,}26 - \frac{0{,}0055}{2{,}26} \approx 12{,}7 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м^2.

Примечания: 1. При смазке подшипников скольжения рабочих машин применяются преимущественно индустриальные масла. При выборе смазочных масел руководствуются следующим: а) марка масла выбирается по требуемой вязкости при рабочей температуре масла; б) при большой окружной скорости цапфы и малом удельном давлении следует применять менее вязкое масло; в) требуемая вязкость масла в подшипнике жидкостного трения определяется в соответствии с условиями гидродинамической теории трения; г) с возрастанием вязкости ухудшается подвижность масла, что затрудняет его циркуляцию и проникновение в малые зазоры подшипника. 2. В таблице приведены наиболее употребительные масла из большого числа моторных, индустриальных, турбинных, трансмиссионных, автотракторных, авиационных, компрессорных и др., технические условия на которые приведены в соответствующих ГОСТах.

* В скобках указаны соответствующие марки по старым стандартам.

** Кинематической вязкостью пользуются при производстве масел. Динамическая вязкость используется во всех гидродинамических расчетах. Она определена по формуле μ (Н·с/м^2) ≈ $\nu\rho$, где ν — кинематическая вязкость, м^2/с; ρ — плотность масла, ρ = 900 кг/м^3.

*** При t = 50° С.

1.100. Коэффициент сопротивления вращению $C_м$ для половинных подшипников с учетом трения в нерабочей части [16]

Относительный эксцентриситет χ	Значения коэффициента $C_м$ при $l/d_{н.с}$											
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0
0,3	3,303	3,308	3,314	3,320	3,327	3,334	3,340	3,346	3,352	3,357	3,366	3,385
0,4	3,449	3,460	3,471	3,483	3,495	3,507	3,518	3,529	3,539	3,548	3,564	3,595
0,5	3,666	3,685	3,704	3,725	3,745	3,764	3,782	3,800	3,815	3,830	3,855	3,897
0,6	3,997	4,028	4,061	4,094	4,126	4,156	4,146	4,209	4,232	4,253	4,288	4,351
0,65	4,225	4,266	4,308	4,350	4,389	4,425	4,459	4,489	4,516	4,541	4,581	4,655
0,7	4,525	4,579	4,634	4,687	4,737	4,782	4,822	4,859	4,892	4,921	4,969	5,053
0,75	4,920	4,991	5,062	5,127	5,192	5,244	5,294	5,336	5,375	5,408	5,464	5,558
0,8	5,473	5,581	5,676	5,763	5,841	5,910	5,977	6,023	6,068	6,108	6,174	6,286
0,85	6,336	6,474	6,601	6,715	6,814	6,900	6,973	7,036	7,090	7,137	7,212	7,338
0 9	7,827	8,034	8,219	8,377	8,510	8,621	8,714	8,793	8,862	8,918	9,011	9,163
0,925	9,124	9,389	9,616	9,793	9,963	10,09	10,20	10,29	10,36	10,43	10,53	10,70
0,95	11,38	11,74	12,04	12,28	12,47	12,63	12,76	12,86	12,95	13,03	13,15	13,35
0,975	16,68	17,24	17,66	17,99	18,25	18,45	18,61	18,74	18,86	18,95	19,10	19,35
0,99	27,66	28,54	29,15	29,62	29,95	30,23	30,45	30,63	30,78	30,90	31,10	31,43

Если $S_{min} \approx [S_{min}]$, то χ равно χ_{min} или 0,3 (см. п. 5.)

Если S_{min} отличается от $[S_{min}]$, то величину χ (по которой определяются $C_м$ и C_R) устанавливают следующим образом:

а) рассчитывают коэффициент нагруженности

$$C_R = \frac{pS_{min}^2}{d_{н.\,с}^2 \mu\omega}; \tag{1.92}$$

б) по табл. 1.97 при известных C_R и $l/d_{н.\,с}$ определяют χ;

в) по табл. 1.100 при известных $l/d_{н.\,с}$ и χ определяют $C_м$.

9. Определяется мощность теплообразования (Вт)

$$Q = R\omega \frac{d_{н.\,с}}{2} f. \tag{1.93}$$

При большой частоте вращения и относительно малой нагрузке мощность теплообразования (Вт) может быть подсчитана по Н. П. Петрову [26] (при зазоре S)

$$Q = 1{,}57 \frac{\omega^2 \mu d_{н.\,с}^3 l}{S}, \tag{1.94}$$

10. Определяется теплоотвод (Вт) через корпус и выходящий из корпуса вал подшипника по формуле [32]

$$Q_1 = k_т F (t_п - t_о), \tag{1.95}$$

где $k_т$ — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м^2·°С), можно определить [32] по формуле [1]

$$k_т = 6{,}7 + 11{,}7\sqrt{v_в}, \tag{1.96}$$

$v_в$ — скорость омывания (м/с) корпуса воздухом, зависящая от скорости вращения вала и находящихся на нем деталей; минимальное значение $k_т \approx 18{,}5$ Вт/(м^2·°С); F — свободная теплоотдающая поверхность корпуса и приведенная поверхность вала, м^2,

$$F \approx (12 \div 40)\, l d_{н.\,с}. \tag{1.97}$$

В среднем $F \approx 25\, l d_{н.\,с}$, м^2; $t_о$ — температура окружающей среды, обычно $t_о = 20$°С.

Если тепловыделение превышает теплоотвод через корпус ($Q \gg Q_1$), то принимают ряд мер для увеличения Q_1: принудительный обдув корпуса (увеличивается $k_т$), увеличение фактической температуры подшипника (увеличение $t_п - t_о$), использование оребрения для увеличения F и т. д. В случае изменения $t_п$ необходимо внести коррективы в подобранную посадку, так как μ будет иметь несколько иную величину из-за различия расчетной (см. п. 3) и фактической температуры.

Избыточная теплота ($Q - Q_1$) удаляется принудительной прокачкой масла через подшипник.

11. Объем масла (м^3/с), прокачиваемого через подшипник, определяют по формуле

$$W = \frac{Q - Q_1}{c\rho (t_{вых} - t_{вх})}, \tag{1.98}$$

где c — теплоемкость масла, дж/(кг·°С), $c = 1660 \div 2100$ дж/(кг·°С); ρ — плотность масла, кг/м^3; $\rho \approx 870 \div 890$ кг/м^3; $t_{вых}$, $t_{вх}$ — температура масла соответственно на выходе из подшипника и на входе в подшипник.

---

[1] Для нормальных корпусов подшипников качения принимают $k_т = 31 \div 42$ Вт/(м^2·°С). При интенсивном движении воздуха коэффициент $k_т$ в 1,5—2 раза больше.

Пример. Определить величины зазоров и подобрать посадку для подшипника скольжения, работающего в условиях жидкостного трения при следующих данных: $d_{н.с} = 75$ мм, $l = 75$ мм, $p = 1{,}47 \cdot 10^6$ Н/м^2 (15 кгс/см^2), $\omega = 157$ рад/с (1500 об/мин). Смазка централизованная маслом марки турбинное 22 (Л) с динамической вязкостью при $t_п = 50°$ $\mu = 19 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м^2 (см. табл. 1.99). Подшипник половинный (имеются масляные канавки в плоскости разъема).

Расчет посадки выполняем в соответствии с указанной выше последовательностью.

1. По условию среднее удельное давление $p = 1{,}47 \cdot 10^6$ Н/м^2.

2. Задаваясь высотами неровностей трущихся поверхностей $Ra_D = Ra_d = 0{,}8$ мкм (см. табл. 2.62), по формуле (1.76) определим допускаемую толщину масляного слоя

$$[h_{min}] = 2\,(4Rz_D + 4Rz_d + 2)\,10^{-6} = 2\,(3{,}2 + 3{,}2 + 2)\,10^{-6} = 16{,}8 \cdot 10^{-6}\ \text{м}.$$

3. Задаемся рабочей температурой подшипника $t_п = 50°$ С, при которой $\mu = \mu_{табл} = 19 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м^2.

4. Рассчитываем значение A_h по формуле (1.86)

$$A_h = \frac{2\,[h_{min}]}{d_{н.с}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}}} = \frac{2 \cdot 16{,}8 \cdot 10^{-6}}{75 \cdot 10^{-3}\sqrt{\frac{19 \cdot 10^{-3} \cdot 157}{1{,}47 \cdot 10^6}}} \approx 0{,}314.$$

5. По рис. 1.27 определяем, используя найденное значение $A_h = 0{,}314$ и $l/d_{н.с} = 1$, минимальный относительный эксцентриситет χ_{min}, при котором толщина масляного слоя равна $[h_{min}]$. χ_{min} меньше 0,3 и поэтому условие (1.79) не выполнено.

По рис. 1.27 находим значение $A_\chi = 0{,}438$ при $\chi = 0{,}3$ и $l/d_{н.с} = 1$ и затем по формуле (1.88) определяем минимальный допускаемый зазор $[S_{min}]$ (толщина масляной пленки при этом зазоре больше $[h_{min}]$)

$$[S_{min}] = 2{,}857\,[h_{min}]\frac{A_\chi}{A_h} = 2{,}857 \cdot 16{,}8 \cdot 10^{-6}\,\frac{0{,}438}{0{,}314} \approx 67 \cdot 10^{-6}\ \text{м} = 67\ \text{мкм}.$$

6. По найденному ранее значению $A_h = 0{,}314$ из рис. 1.27 находим максимальный относительный эксцентриситет $\chi_{max} = 0{,}87$, при котором $h = [h_{min}]$.

По формуле (1.89) определяем максимальный допускаемый зазор

$$[S_{max}] = \frac{2\,[h_{min}]}{1 - \chi_{max}} = \frac{2 \cdot 16{,}8 \cdot 10^{-6}}{1 - 0{,}87} \approx 258 \cdot 10^{-6}\ \text{м} = 258\ \text{мкм}.$$

7. Для выбора посадки наряду с (1.78) и (1.80) используем дополнительное условие, что средний зазор S_c в посадке должен быть примерно равен оптимальному $S_{опт}$.

Оптимальный зазор $S_{опт}$ рассчитаем по формуле (1.83)

$$S_{опт} = \frac{2\,[h_{min}]}{1 - \chi_{опт}}\,\frac{A_{опт}}{A_h} = \frac{2 \cdot 16{,}8 \cdot 10^{-6}}{1 - 0{,}48}\,\frac{0{,}464}{0{,}314} \approx 96 \cdot 10^{-6}\ \text{м} = 96\ \text{мкм},$$

где из рис. 1.27 $\chi_{опт} = 0{,}48$ и $A_{опт} = 0{,}464$. Максимальную толщину масляного слоя h' при оптимальном зазоре определим по формуле (1.70)

$$h' = \frac{S_{опт}}{2}(1 - \chi_{опт}) = \frac{96}{2}(1 - 0{,}48) = 25\ \text{мкм}.$$

По табл. 1.47 определим, что условиям подбора посадки наиболее близко соответствует предпочтительная посадка

$$\varnothing 75\,\frac{H7}{e8}\left(\frac{+0{,}030}{-0{,}060}_{-0{,}106}\right),$$

для которой $S_c = 98$ мкм $\approx S_{опт}$, $S_{min} = 60$ мкм, $S_{max} = 136$ мкм.

Условие (1.78) можно считать выполненным, так как получение зазора $S_{min} = 60$ мкм маловероятно.

Практически при сборке зазоров, меньших, чем вероятностный минимальный зазор $S^{в}_{min}$ не будет

$$S^{в}_{min} = S_c - 0{,}5\sqrt{T_D^2 + T_d^2} = 98 - 0{,}5\sqrt{30^2 + 46^2} = 70{,}5 \text{ мкм}.$$

Для данной посадки минимальный запас на износ

$$T_{изн} = [S_{max}] - 2(Rz_D + Rz_d) - S_{max} = 258 - 2(3{,}2 + 3{,}2) - 136 = 109 \text{ мкм}.$$

8. По формуле (1.91) определяем коэффициент трения при минимальном зазоре $S^{в}_{min}$. Предварительно по формуле (1.92) определим коэффициент нагруженности C_R

$$C_R = \frac{p\left(S^{в}_{min}\right)^2}{d^2_{н.\,с}\mu\omega} = \frac{1{,}47\cdot 10^6 (70{,}5\cdot 10^{-6})^2}{(75\cdot 10^{-3})^2\, 19\cdot 10^{-3}\cdot 157} \approx 0{,}439.$$

По табл. 1.97 при $l/d_{н.\,с} = 1$ находим, что значению $C_R = 0{,}439$ соответствует $\chi = 0{,}34$. По табл. 1.100 при $\chi = 0{,}34$ и $l/d_{н.\,с} = 1$ находим $C_м = 3{,}41$. Тогда

$$f = \frac{C_м}{\sqrt{C_R}}\sqrt{\frac{\mu\omega}{p}} = \frac{3{,}41}{\sqrt{0{,}439}}\sqrt{\frac{19\cdot 10^{-3}\cdot 157}{1{,}47\cdot 10^6}} \approx 0{,}0072.$$

9. По формуле (1.94) определяем мощность теплообразования

$$Q = 1{,}57\frac{\omega^2\mu d^3_{н.\,с} l}{S^{в}_{min}} = 1{,}57\frac{157^2\cdot 19\cdot 10^{-3}(75\cdot 10^{-3})^3\, 75\cdot 10^{-3}}{70{,}5\cdot 10^{-6}} \approx 330 \text{ Вт}.$$

10. Определяем теплоотвод через корпус и вал подшипника по формуле (1.95)

$$Q_1 = k_т 25 l d_{н.\,с}(t_п - t_о) = 18{,}5\cdot 25\cdot 75\cdot 10^{-3}\, 75\cdot 10^{-3}\ (50 - 20) = 78 \text{ Вт}.$$

В связи с тем, что теплообразование существенно превышает теплоотвод через корпус и вал, избыточная теплота будет удаляться принудительной прокачкой масла.

11. Определяем по формуле (1.98) объем масла, прокачиваемого через подшипник

$$W = \frac{Q - Q_1}{c\rho(t_{вых} - t_{вх})} = \frac{330 - 78}{1900\cdot 890\,(50 - 35)} \approx 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с} \approx 0{,}6 \text{ л/мин}.$$

Применение посадок с зазором

Посадки H/h — «скользящие». Наименьший зазор в посадках равен нулю. Установлены во всем диапазоне точностей сопрягаемых размеров (4—12-й квалитеты). Скользящие посадки часто применяются для неподвижных соединений с дополнительным креплением при необходимости их частой разборки (сменные детали). В квалитетах с 8 по 12-й скользящие посадки могут частично заменить отсутствующие в них переходные посадки. Скользящие посадки применяются для центрирования неподвижно соединенных деталей, если нет необходимости в более точном центрировании.

В подвижных соединениях скользящие посадки служат для медленных перемещений деталей обычно в продольном направлении; для точного направления при возвратно-поступательном движении; для соединений, детали которых должны легко передвигаться или проворачиваться относительно друг друга при настройке,

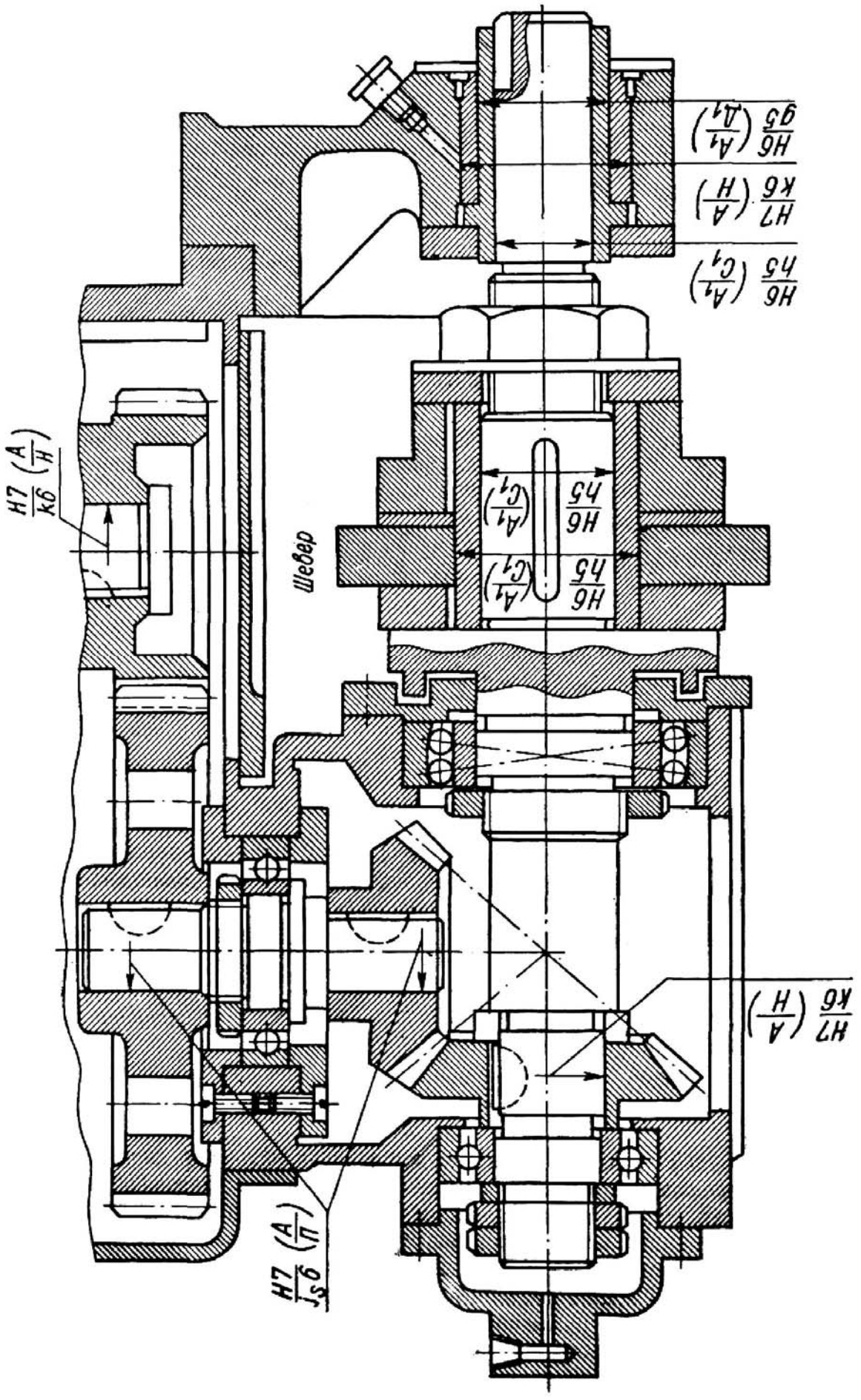

$\frac{H6}{g5}\left(\frac{A_1}{Д_1}\right)$
$\frac{H7}{k6}\left(\frac{A}{H}\right)$
$\frac{H6}{h5}\left(\frac{A_1}{C_1}\right)$
$\frac{H7}{кб}\left(\frac{A}{Н}\right)$
Шевер
$\frac{H6}{h5}\left(\frac{A_1}{C_1}\right)$
$\frac{H6}{h5}\left(\frac{A_1}{C_1}\right)$
$\frac{H7}{k6}\left(\frac{A}{H}\right)$
$\frac{H7}{Js6}\left(\frac{A}{П}\right)$

Рис. 1.28

регулировке или затяжке в рабочее положение и т. п. Так как получение соединений с нулевым зазором практически маловероятно, скользящие посадки в некоторых случаях используются и для подвижных соединений вращательного движения (обычно при небольших скоростях вращения), а в ответственных случаях — с применением сортировки и подбора деталей.

Посадки высокой точности $H5/h4$ (A_{09}/C_{08}; C_{09}/B_{08}); $H6/h5$ (A_1/C_1; C_1/B_1). Применяются в неподвижных соединениях при их частой разборке или для сменных деталей при особо высоких требованиях к их центрированию. Примеры: измерительные зубчатые колеса на шпинделях зубоизмерительных приборов,

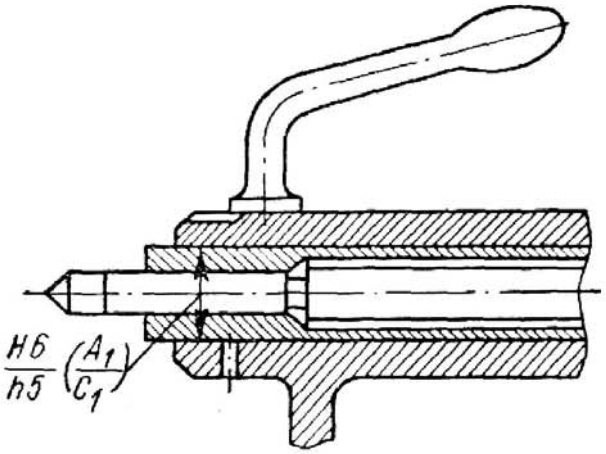


Рис. 1.29

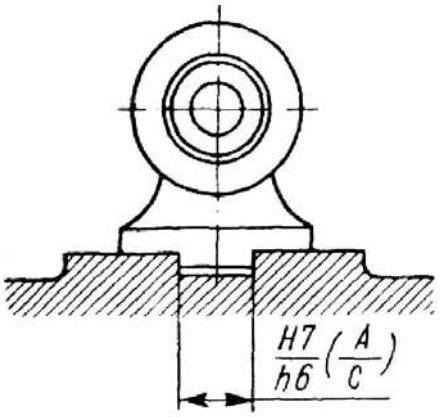


Рис. 1.30

втулка под шевер на валу шевинговального станка и шевер на этой втулке (рис. 1.28), шпиндель в корпусе зубодолбежного станка, пиноль в корпусе задней бабки токарного станка. В отдельных случаях эти посадки применяются для подвижных соединений при продольном перемещении деталей с невысокой скоростью и особыми требованиями к точности центрирования и направления, например шпиндель в корпусе задней бабки станка (рис. 1.29). В целом применение посадок высокой точности носит ограниченный характер ввиду значительной сложности изготовления деталей.

Посадка $H7/h6$ (A/C; C/B) — широко распространенная, предпочтительная по СТ СЭВ 144—75. Применяется в неподвижных соединениях, при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей: сменные шестерни на валах металлообрабатывающих станков, фрикционные муфты и установочные кольца на валах, фрезы на оправках, центрирующие корпуса под подшипники качения в станках, автомобилях и других машинах, центрирующие фланцы клапанов, центрирующие выступы в гнездах (рис. 1.30) и др.; для деталей, которые должны легко передвигаться одна в другой при настройках и регулировках: шпиндельная головка шевинговального станка в станине, направляющий поясок микровинта микрометра в расточке ниусного барабана, неразрезные кулачки на валах (положение кулачков на валу регулируется и фиксируется штифтом).

В подвижных соединениях посадка применяется при возвратно-поступательных перемещениях и высоких требованиях к точности направления: поршневой шток в направляющих (рис. 1.31), поршни в цилиндрах пневматических сверлильных машин (рис. 1.32), салазки поперечины радиально-сверлильных машин, шпиндель в корпусе сверлильного станка, хвостовики пружинных клапанов в направляющих. Для таких соединений в отдельных случаях может потребоваться сортировка или подбор деталей. При этом условии посадка может заменить посадки $H6/g5$ или $H7/g6$.

Посадка $H8/h7$ (A_{2a}/C_{2a}; C_{2a}/B_{2a}) имеет примерно то же назначение, что и посадка $H7/h6$, но характеризуется более широкими допусками, облегчающими изготовление деталей. Является предпочтительной посадкой по СТ СЭВ 144—75. Применяется при большой длине соединения и когда требования к точности

центрирования или направления могут быть несколько снижены по сравнению с условиями применения посадки $H7/h6$, например соединение сменных измерительных наконечников со стержнями приборов, неподвижные соединения зубчатых колес относительно невысокой точности с длинными гладкими валами (посадка $H7/h8$).

Посадки $H8/h8$; $H8/h9$; $H9/h8$; $H9/h9$ (A_3/C_3; C_3/B_3) достаточно широко используются для подвижных и неподвижных соединений и относятся к числу предпочтительных. Применяются в неподвижных соединениях при невысоких требованиях к соосности для установки на валы деталей, передающих крутящие моменты через шпонки (штифты и др.) при небольших и спокойных нагрузках; для неподвижных осей и пальцев в опорах; для закрепляемых компенсационных втулок в корпусах; для центрирующих цилиндрических выступов и заточек во фланцевых соединениях; для центрируемых частей машин, используемых в качестве корпусов подшипников; для соединения деталей, которые должны легко передвигаться при настройках и регулировках с последующей затяжкой в рабочем положении и т. п.: передвижные кронштейны на колонках приборов, закрепляемые винтовым зажимом; сменные шестерни на валах сельскохозяйственных машин, шкивы на концах валов барабана молотилки, эксцентрик на валу эксцентрикового пресса (рис. 1.33), эксцентрик на эксцентриковом валу насоса, неподвижная ось привода в опорах мешалки для химического производства, центрирование фланцев картера коробки передач и картера маховика автомобиля, центрирование плиты для опок встряхивающего механизма формовочной ма-

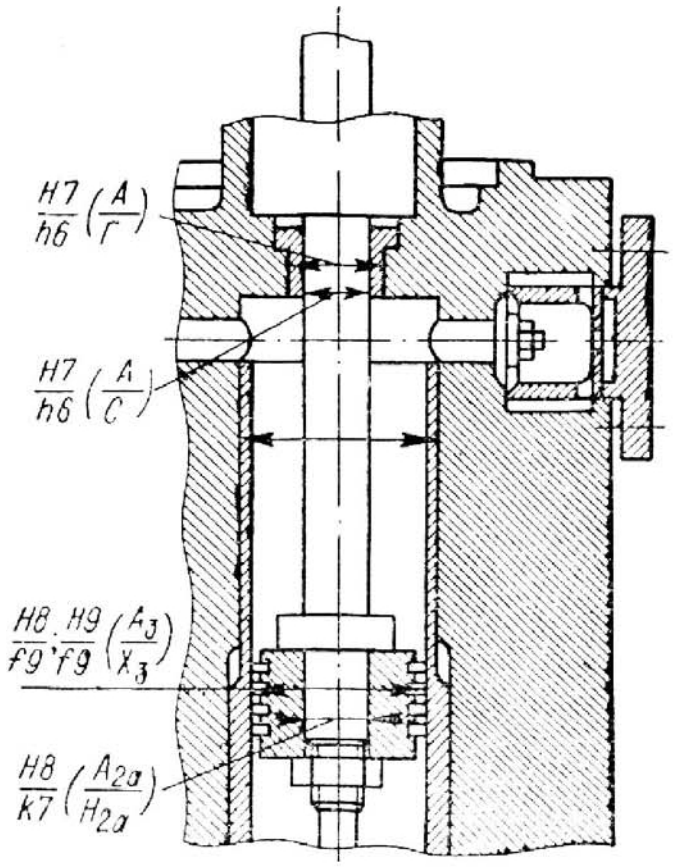


Рис. 1.31

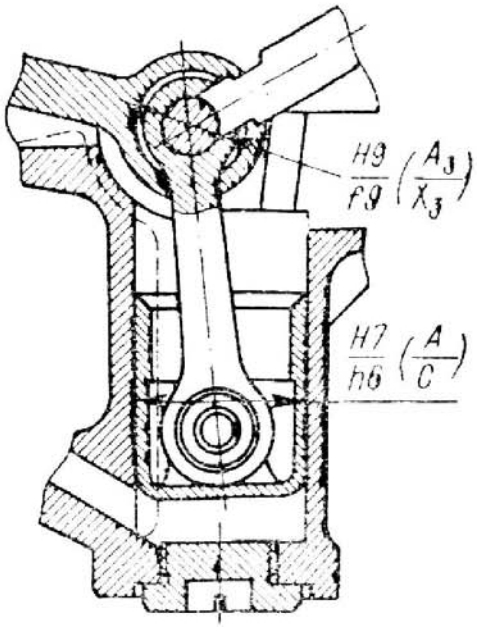


Рис. 1.32

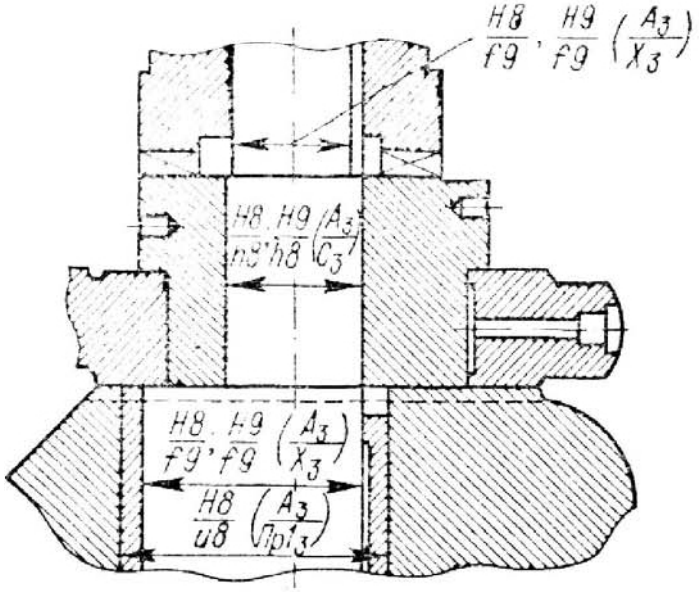


Рис. 1.33

шины, болты в головках шатунов (рис. 1.34), поршневой шток в головке крейцкопфа (рис 1.35), лопастный винт мешалки на валу (рис. 1.36), предохранительные муфты на валу скребкового конвейера (рис. 1.37), вкладыши в корпусе разъемного подшипника скольжения (рис. 1.38), вкладыши шатуна по ширине между бортами вала (рис. 1.34).

Для подвижных соединений эти посадки применяются при невысоких требованиях к точности: ползуны на призматических шпонках включающих механизмов, направляющие стержни в опорах, соединительные муфты на валах, поршни и поршневые золотники в цилиндрах, шпиндели клапанов в направляющих некоторых двигателей внутреннего сгорания, шатуны между буртами вкла-

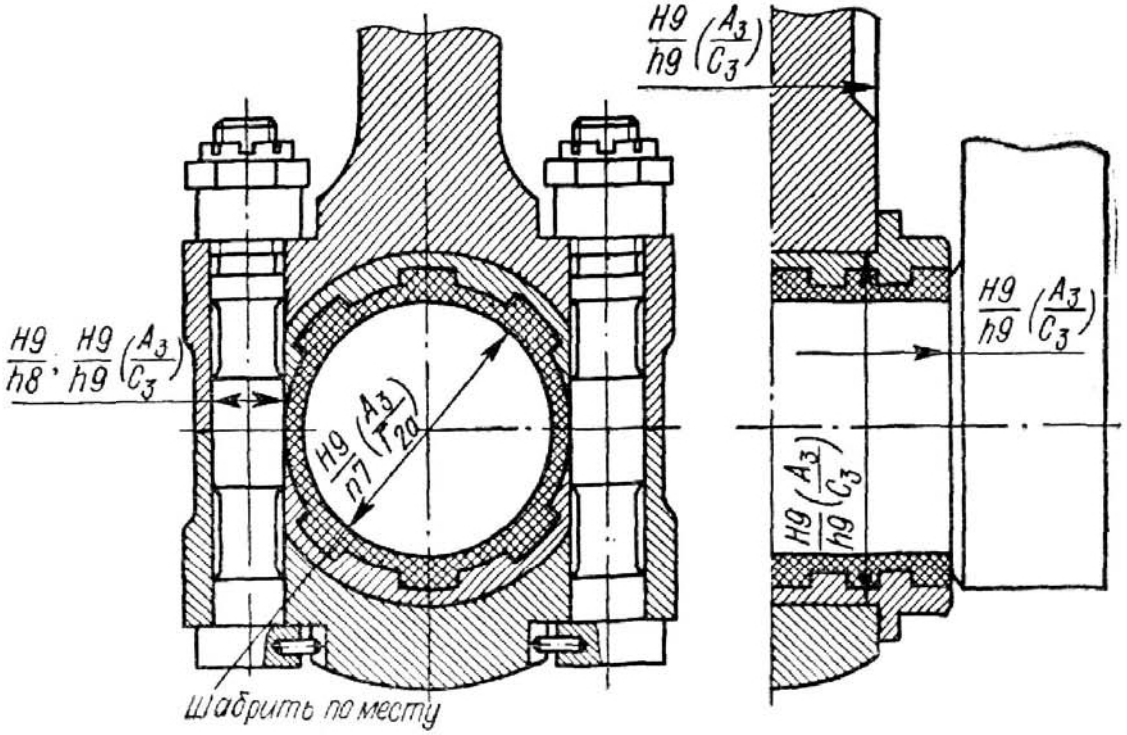


Рис. 1.34

дышей шатунных головок компрессора (см. рис. 1.34), шестерни, зубчатые торцовые муфты и тому подобные детали на валах при медленных или периодических поступательных и вращательных движениях и др.

Посадка $H10/h10$ (A_{3a}/C_{3a}; C_{3a}/B_{3a}) не включена в число предпочтительных и применяется в основном вместо посадки $H9/h9$, если условия экономичного изготовления требуют некоторого расширения допусков, а условия работы соединения допускают некоторое снижение точности.

Посадки низкой точности $H11/h11$ (A_4/C_4; C_4/B_4) и $H12/h12$ (A_5/C_5; C_5/B_5) предназначены для неподвижных и подвижных соединений малой точности. Предпочтительной по СТ СЭВ 144—75 является посадка $H11/h11$. Применяются в неподвижных соединениях для центрирующих фланцев крышек и корпусов арматуры, для соединений, детали которых подлежат сварке или пайке и т. п.; крышки сальников в корпусах (рис. 1.39); неподвижные соединения деталей электрической арматуры, пишущих машинок; звездочки тяговых цепей на валах (рис. 1.40); сопряжения распорных втулок, расклепываемых частей колонок, желобчатых штифтов и др. В подвижных соединениях эти посадки применяются для неответственных шарниров и роликов, вращающихся на осях; для соединений, в которых одна деталь должна свободно скользить относительно другой при регулировке, затяжке и т. п.: подвижные соединения деталей электроарматуры, шарнир шпренгеля вагонной рамы с башмаком (рис. 1.41), шарнир соломоотреза молотилки (рис. 1.42), фланцевые соединения корпуса арматуры по внутреннему диаметру (рис. 1.43) и др.

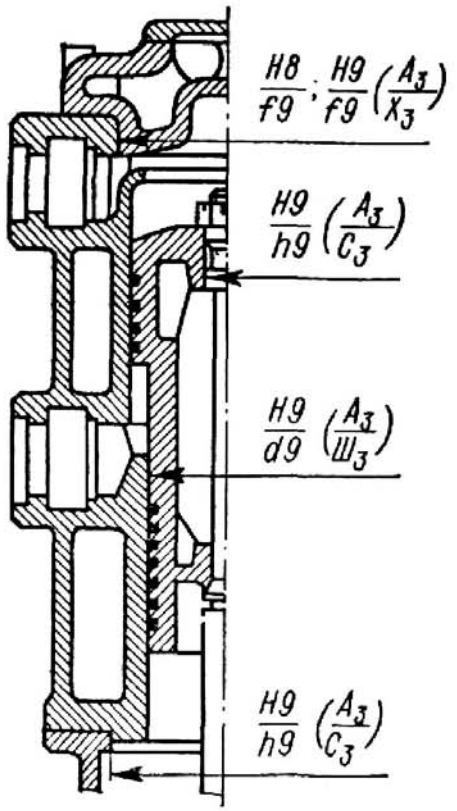


Рис. 1.35

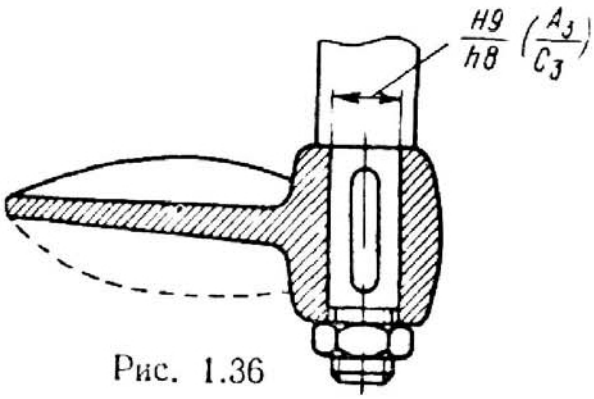


Рис. 1.36

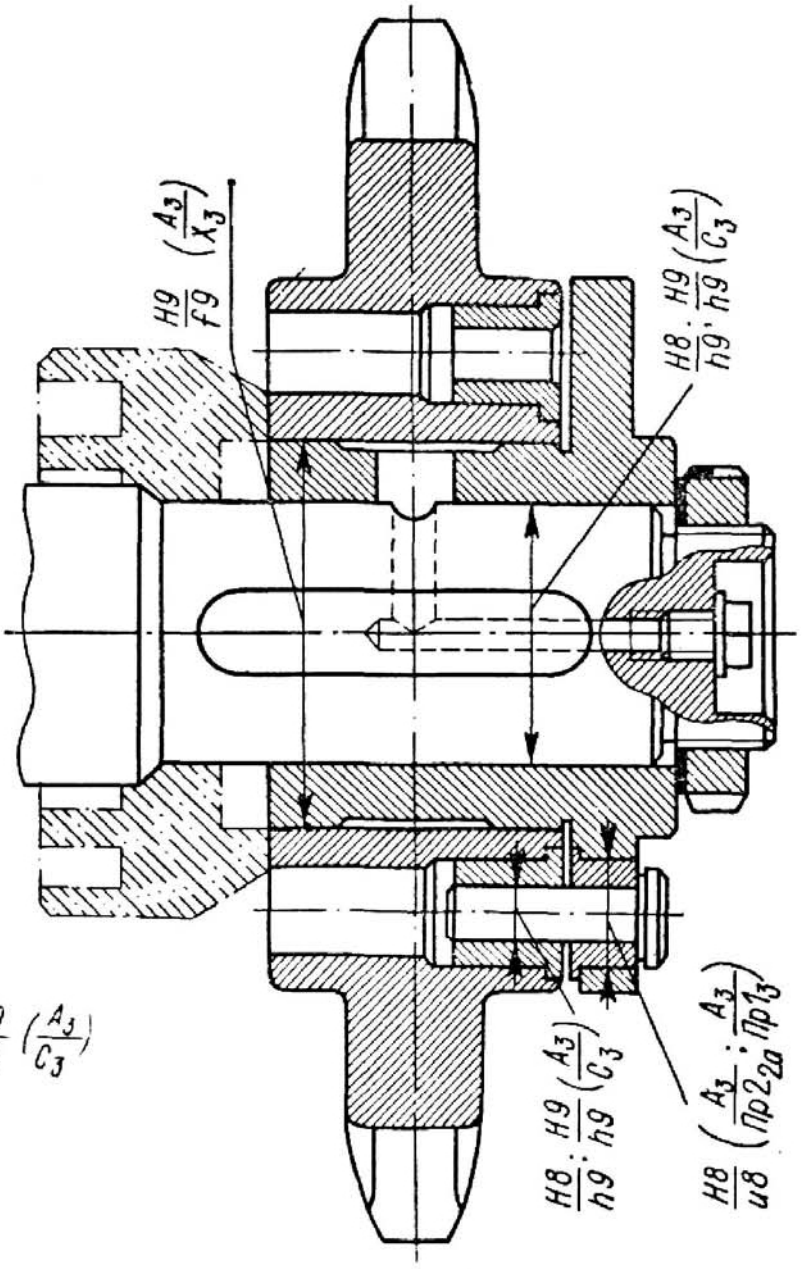
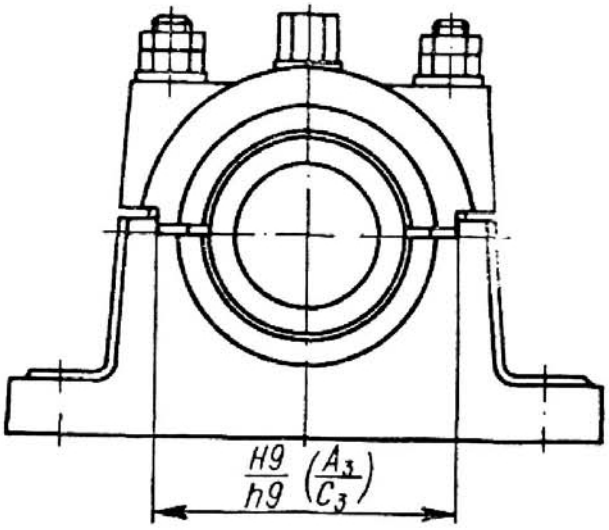


Рис. 1.37



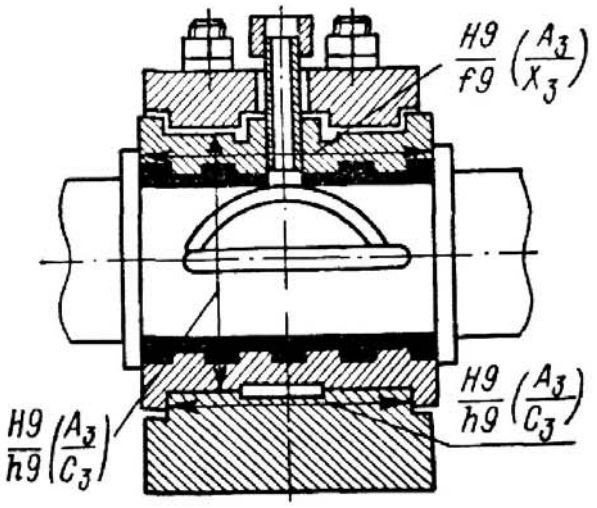


Рис. 1.38

Поля допусков H11, *h*11 и *H*12, *h*12 часто применяются для элементов, между которыми в узлах предусматриваются конструктивные зазоры, например высота шпонок, нецентрирующие диаметры шлицевых валов и втулок, диаметры проходных отверстий под крепежные детали при высокой точности сборки и др.

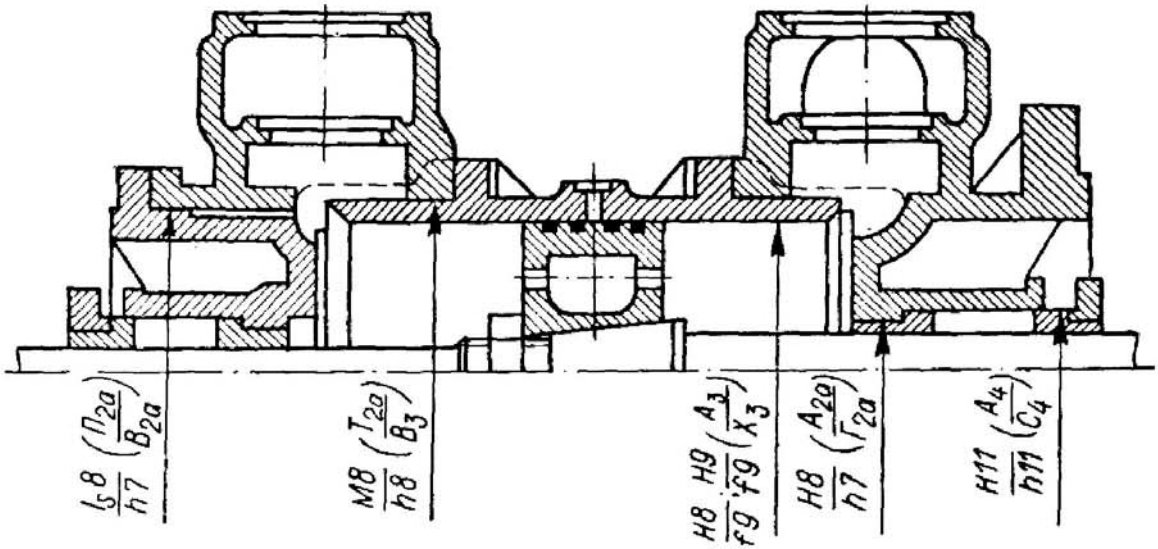


Рис. 1.39

Посадки *H/g*; *G/h* — «движения». Установлены только при относительно высоких точностях изготовления деталей (валы 4—6-го квалитетов, отверстия 5—7-го квалитетов) и в диапазоне этих точностей характеризуются минимальными по сравнению с другими посадками гарантированными зазорами. Применяются в основном для особоточных и точных подвижных соединений, в которых требуется обеспечить плавность и точность перемещений (чаще всего возвратно-поступательного) и ограничить зазор во избежание нарушения соосности, возникновения ударов (при реверсивных движениях) или для сохранения герметичности. При вращательном движении деталей эти посадки обычно не применяются за исключением подшипников особо точных механизмов при малых нагрузках на вал и незначительных отклонениях рабочей температуры от нормальной. В неподвижных соединениях применяются для обеспечения легкой установки деталей (например, сменных) при достаточно точной фиксации расположения.

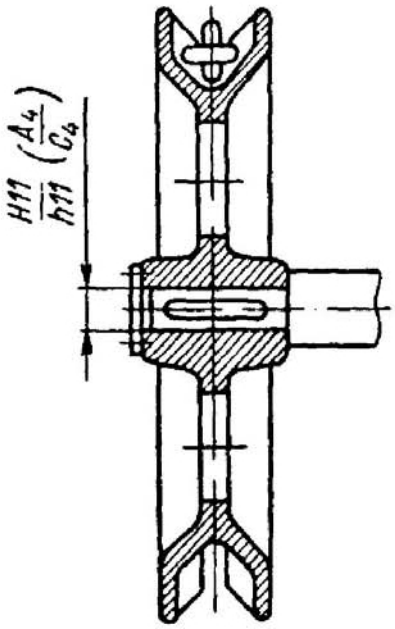


Рис. 1.40

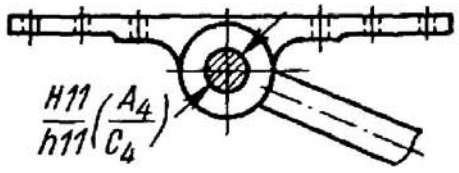


Рис. 1.41

Посадка H7/g6 (А/Д) является предпочтительной по СТ СЭВ 144—75 в группе посадок движения — в системе вала ей соответствует посадка *G7/h6 (Д/В)*. Примеры применения: шпиндели точных станков и делительных головок в направляющих, поршни в цилиндрах индикаторов, ползуны в направляющих долбежных станков, клапанные шпиндели в направляющих втулках, клапанные коромысла на осях в механизме распределения двигателей, передвижные

шестерни на валах коробок передач, шпиндель в направляющей втулке прибора Роквелла, золотник во втулке пневматической сверлильной машины, шатунная головка с шейкой коленчатого вала трактора (рис. 1.44), наперстковые клапаны компрессоров в коробке (рис. 1.45), шток предохранительного клапана во втулке и опорная крышка в клапанной коробке (рис. 1.46), сменные втулки при установке в кондукторах (рис. 1.47), изделия на пальцах приспособлений и др.

Посадки высокой точности $H6/g5$ $(A_1/Д_1)$; $G6/h5$ $(Д_1/B_1)$ и $H5/g4$ $(A_{09}/Д_{08})$; $G5/h4$ $(Д_{09}/B_{08})$ применяются в особо точных механизмах, например плунжерные и золотниковые пары, втулка вала в подшипнике шевинговального станка (см. рис. 1.28), шпиндель делительной головки, подшипники точных шатунных механизмов.

Посадки H/f; F/h — «х о д о в ы е». Характеризуются умеренным гарантированным зазором, достаточным для обеспечения свободного вращения в под-

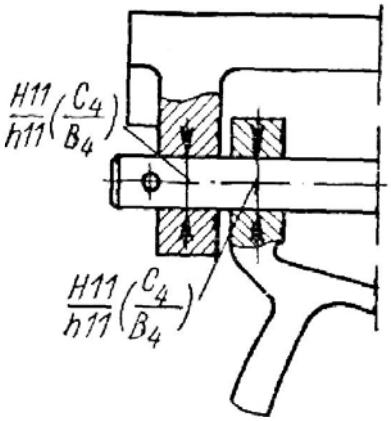


Рис. 1.42

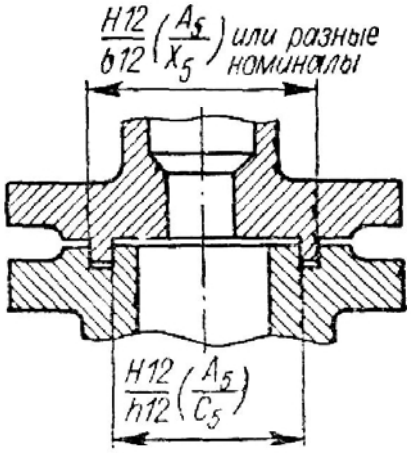


Рис. 1.43

шипниках скольжения при консистентной и жидкой смазке в легких и средних режимах работы (умеренные скорости — до 150 рад/с, нагрузки, небольшие температурные деформации). Применяются и в опорах поступательного перемещения, не требующих столь высокой точности центрирования, как в точных посадках движения или скользящих. В неподвижных соединениях применяются для обеспечения легкой сборки и разборки при невысоких требованиях к точности центрирования деталей.

Посадки $H7/f7$ (A/X) и $F8/h6$ (X/B) являются предпочтительными по СТ СЭВ 144—75 для данного типа посадок и чаще всего применяются в точных соединениях. К этой же группе могут быть отнесены посадки $H8/f7$ (A_{2a}/X); $F7/h7$ (X_1/B_{2a}); $F8/h7$ (X/B_{2a}). Примеры применения: подшипники валов в коробках передач, главных валов токарных, фрезерных и сверлильных станков; ползуны в направляющих, трансмиссионные валы в подшипниках; валы в подшипниках малых и средних электромашин, центробежных насосов и других ротативных машин; пальцы кривошипов в головках шатунов (рис. 1.48), цапфы в подшипниках эксцентриков, ролики в направляющих, шатунная шейка валов в подшипниках автомобилей, поршни в цилиндрах компрессоров, поршень в цилиндре гидравлического пресса, поршень в тормозном цилиндре автомобиля, свободно вращающиеся на валах зубчатые колеса (рис. 1.49) и шкивы; перемещающиеся вдоль валов зубчатые колеса и муфты и др.

Посадки высокой точности $H6/f6$ (A_1/X_1); $F7/h5$ (X_1/B_1); $F7/h6$ (X_1/B) применяются при повышенных требованиях к точности центрирования в механизмах высокой точности. Примеры: коренные шейки коленчатого вала и шейки распределительного вала в подшипниках автомобильных двигателей повышенной точности, посадочные места (поле допуска $f6$) под подшипники качения при местном нагружении внутреннего кольца.

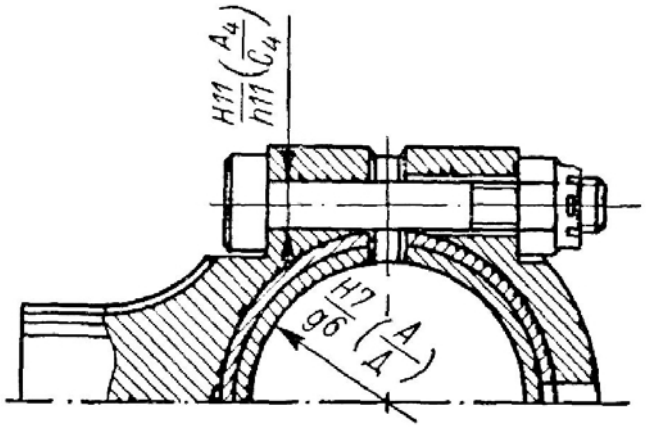


Рис. 1.44

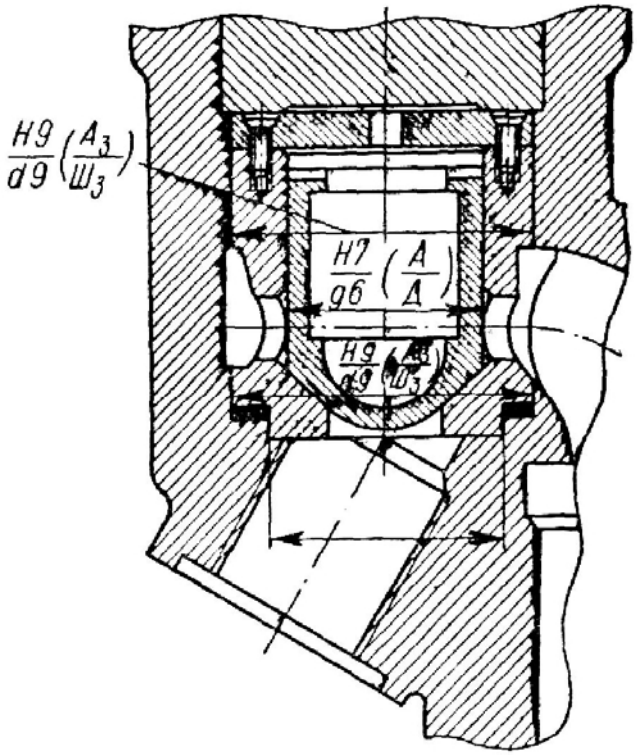


Рис. 1.45

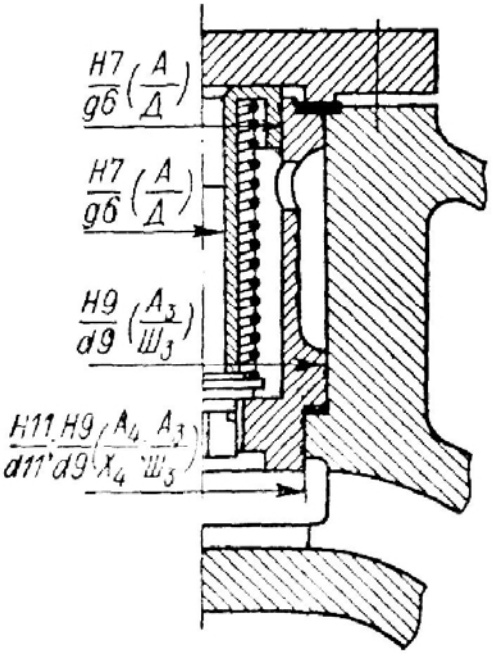


Рис. 1.46

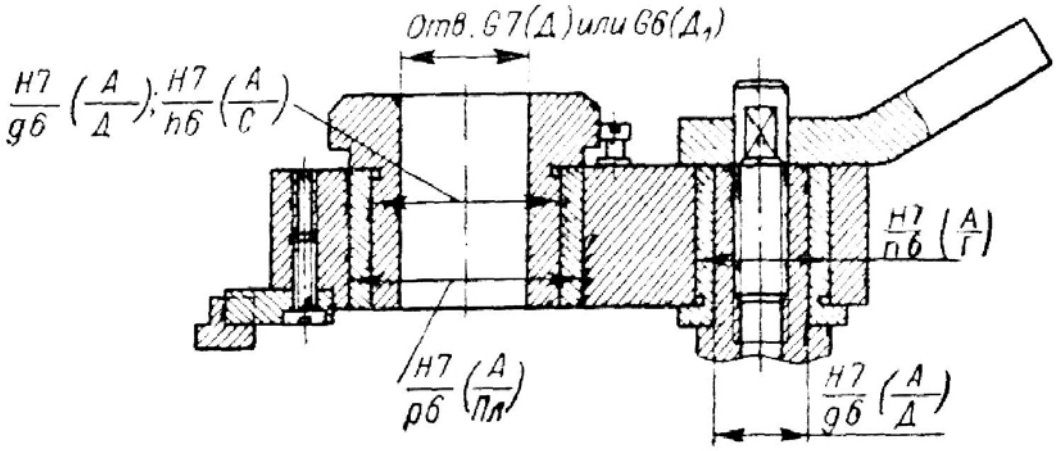


Рис. 1.47

Посадки пониженной точности $H8/f8$ (A_{2a}/X_{2a}); $F8/h8$ (X/B_3); $H8/f9$ и $H9/f9$ (A_3/X_3); $F9/f8$ и $F9/h9$ (X_3/B_3) предназначены для соединений с гарантированным зазором при невысоких требованиях к точности. Они широко применяются для подшипников скольжения при значительных скоростях вращения двухопорных валов; для крупных валов в подшипниках тяжелого машиностроения и для валов в длинных подшипниках, в далеко расставленных опорах и при нескольких опорах; для поршней в цилиндрах машин с дополнительным направлением штоков, для направления поршневых и золотниковых штоков и плунжерных скалок в сальниках; для свободно вращающихся на валах зубчатых колес и других деталей, включаемых сцепными муфтами; для сцепных муфт на валах; для центрирования крышек цилиндров и других деталей при невысоких требованиях к их соосности; для соединений со значительным зазором при небольших рабочих ходах, регулировках, затяжке и др. Примеры: валы в подшипниках центробеж-

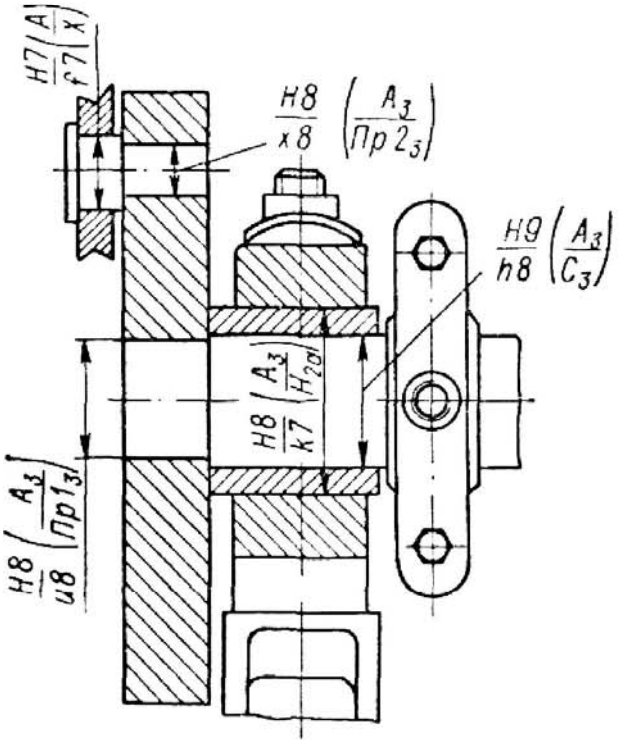


Рис. 1.48

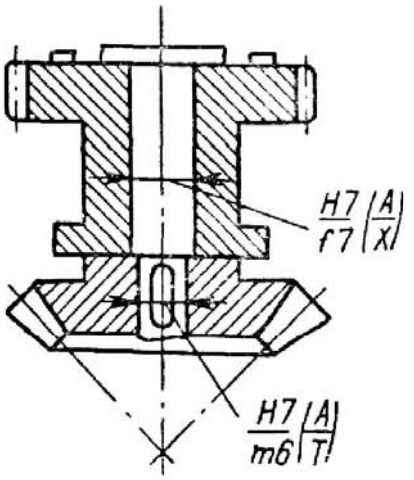


Рис. 1.49

ных насосов, эксцентриковый вал пресса в опорах, поршни в цилиндре циркуляционного насоса высокого давления, вал барабана молотилки в опорах, плунжеры в цилиндрах гидроподъемников и домкратов, плунжер насоса и скалка в грунд-буксах (рис. 1.50), крышка золотниковой коробки в корпусе паровой машины (рис. 1.51), дроссель во втулке клапана паровоздушного молота (рис. 1.52) соединения в вертикальном домкрате породопроходческого комбайна (рис. 1.53), шпиндель в грунд-буксе сальников, поршневой и золотниковый штоки в грунд-буксе сальников, холостые шкивы на валах, кулисные камни в направляющих и др.

Посадки H/e; E/h — «легкоходовые». Характеризуются значительным гарантированным зазором (вдвое большим, чем для ходовых посадок), обеспечивающим свободное вращательное движение при повышенных режимах работы (значительные нагрузки, высокие скорости вращения — свыше 150 рад/с, небольшие температурные изменения зазора) или осложненных условиях монтажа — разнесенные опоры, многоопорные валы, увеличенная длина соединения. Применяются в неподвижных соединениях для деталей, требующих значительных зазоров при установках и регулировках.

Посадки $H7/e8$ $(A/Л)$; $H8/e8$ $(A_{2a}/Л)$ и $E9/h8$ $(Л/B_3)$ являются предпочтительными по СТ СЭВ 144—75 для данного типа посадок. К этой же группе средней точности относятся посадки в системе вала $E8/h8$ $(Л/B_3)$ и $E8/h7$ $(Л/B_{2a}$; $Л/B)$ Примеры применения: подшипники жидкостного трения для валов турбогенераторов, больших электромашин, центробежных насосов; приводной вал в подшипниках круглошлифовальных станков, коренные шейки коленчатого вала и шейки

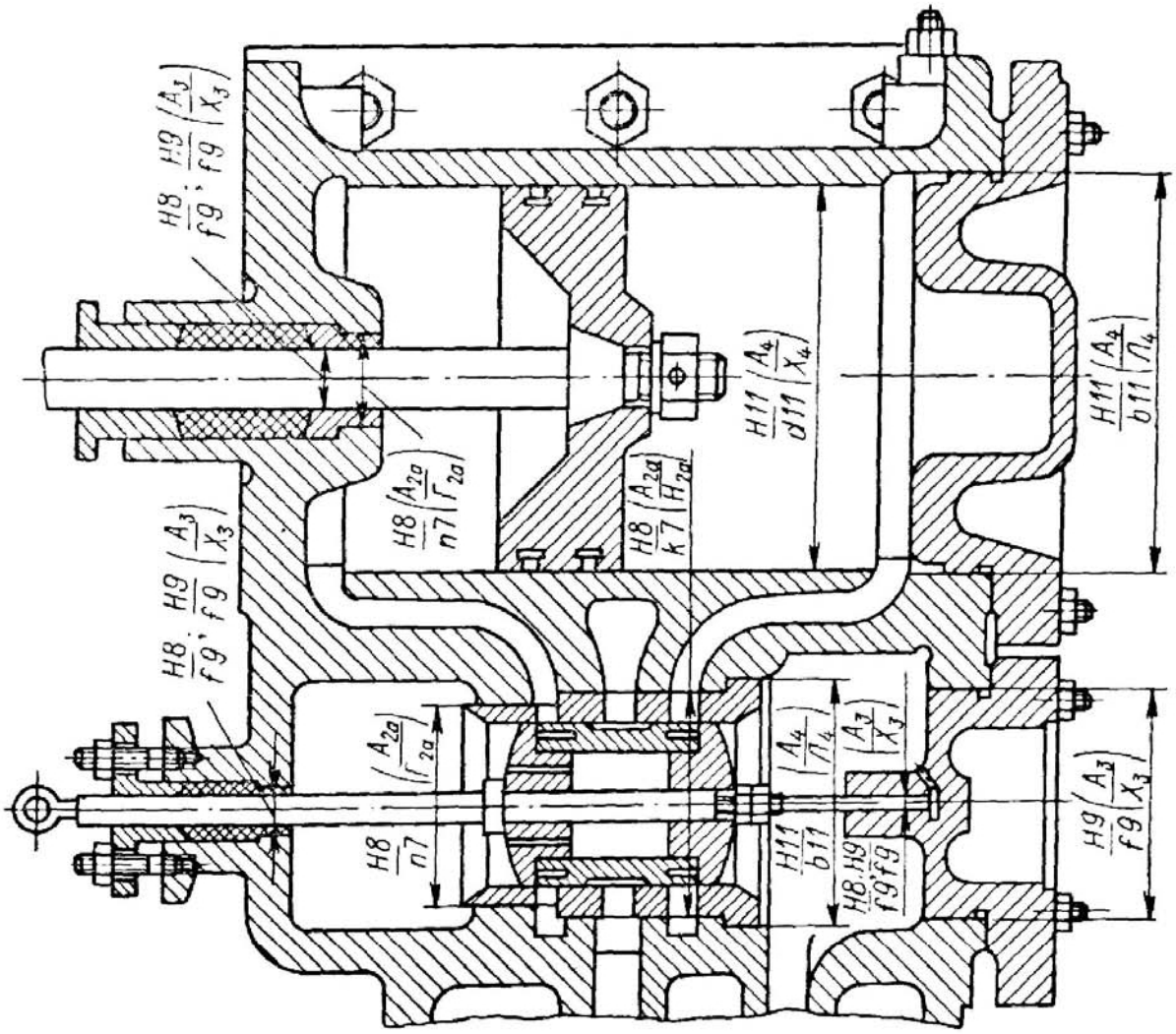


Рис. 1.51

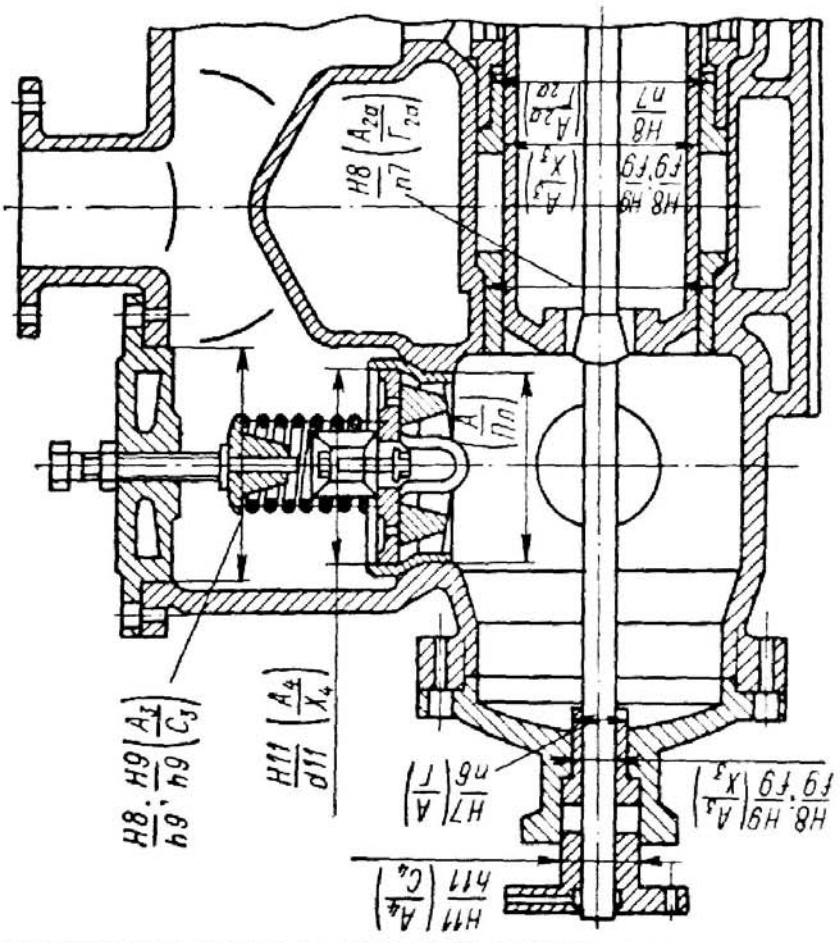


Рис. 1.50

распределительного вала в подшипниках двигателей внутреннего сгорания, впускные клапаны в направляющих автомобильного двигателя, блоки зубчатых колес заднего хода на оси в грузовых автомобилях, стержни вилок переключения скоростей в направляющих, крышки коробки передач автомобилей, ходовые винты суппортов и др.

Посадки высокой точности *H6/e7*; *H7/e7* и *E8/h6* (в системе ОСТ аналогичных посадок не было) предназначены главным образом для подшипников жидкостного трения в машинах повышенной точности и долговечности и применяются, в частности, в коренных подшипниках коленчатых валов и распределительных валов ответственных двигателей внутреннего сгорания.

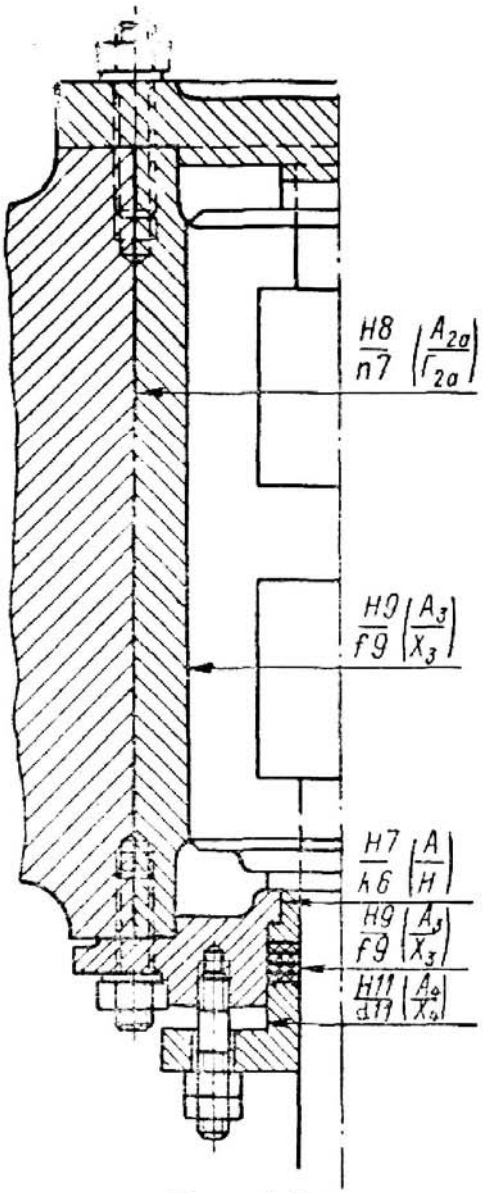


Рис. 1.52

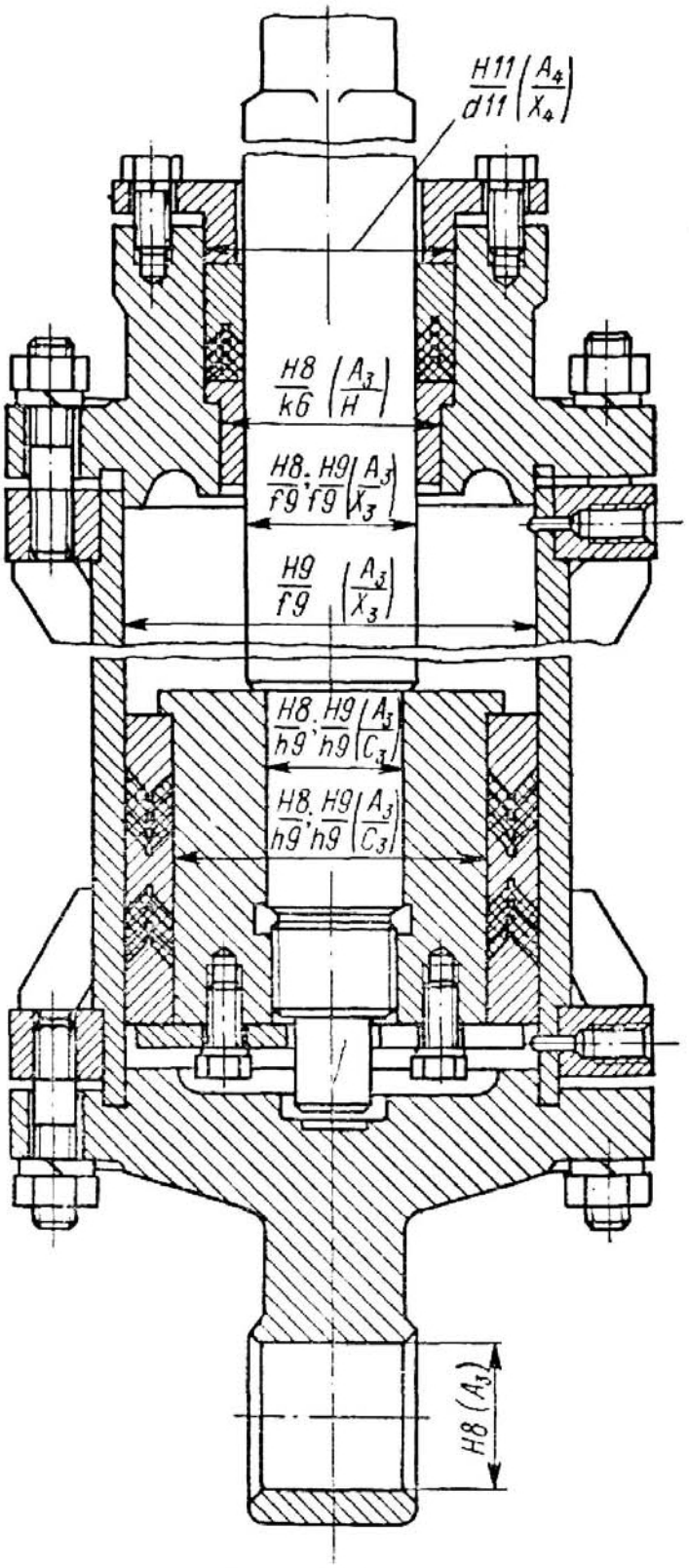


Рис. 1.53

Посадки пониженной точности *H8/e9*; *H9/e9*; *E9/h9* (близки по характеру и допускам к посадкам A_3/X_3 и X_3/B_3 в системе ОСТ, но имеют несколько больший гарантированный зазор) используются примерно там, где и посадки H9/*f9*; *F9/h9*. Применяются в менее ответственных подшипниках скольжения для вращательного или поступательного перемещения и в неподвижных соединениях

при относительно невысокой точности центрирования, если требуется увеличить гарантированный зазор для компенсации отклонений расположения сопрягаемых поверхностей, температурных деформаций и др.

Посадки H/d; D/h — «широкоходовые». Характеризуются большим гарантированным зазором, позволяющим компенсировать значительные отклонения расположения сопрягаемых поверхностей и температурные деформации и обеспечить свободное перемещение деталей или их регулировку и сборку.

Посадки $H7/d8$ (A/Ш); $H8/d8$ (A_{2a}/Ш); ($D8/h6$ и $D8/h7$ (Ш/B) относятся к числу посадок повышенной точности и предназначены в основном для точных подвижных соединений при тяжелых режимах работы и больших температурных деформациях. Примеры применения: подшипники жидкостного трения в турбинах, шаровых мельницах, для валков прокатных станов и в другом крупном металлургическом оборудовании, валы в подшипниках быстроходных трансмиссий и контрприводов, впускные и выпускные клапаны в направляющих двигателей внутреннего сгорания, поршневые кольца в канавках поршня (по ширине), быстроходные холостые шкивы и зубчатые колеса, шатунные шейки паровой машины.

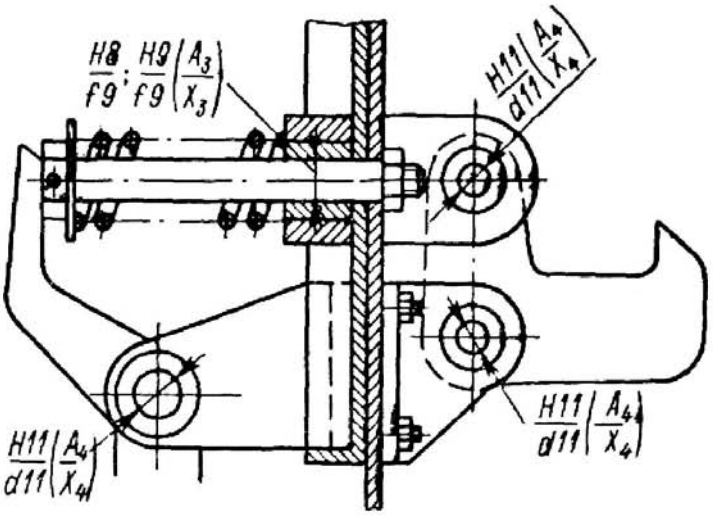


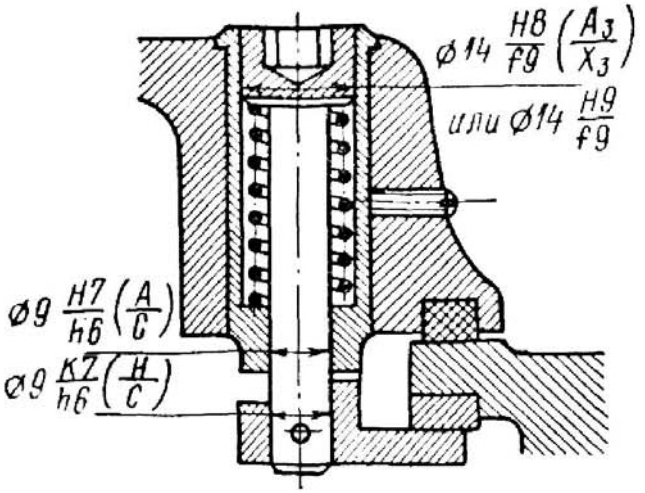
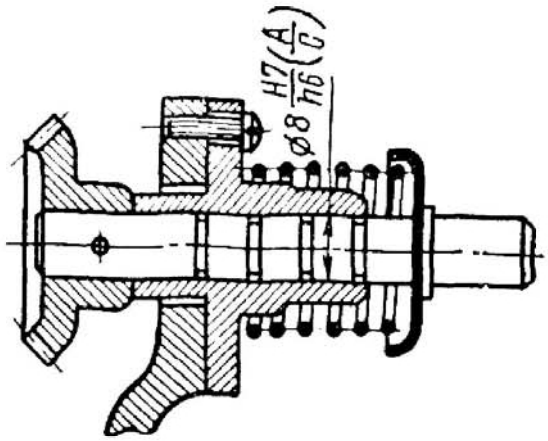
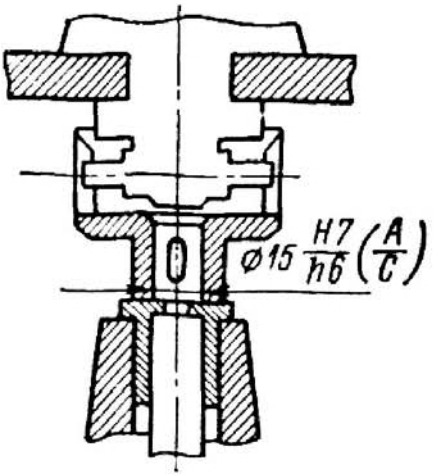
Рис. 1.54

Посадки $H8/d9$; $H9/d9$; $H8/d10$; $H9/d10$ (все близки к посадке ОСТ A_3/Ш$_3$) и $D9/h8$; $D9/h9$; $D10/h9$ (Ш$_3$/B_3) предназначены для соединений при невысоких требованиях к точности. Предпочтительно применение посадок с полем допуска вала $d9$. Примеры: трансмиссионные валы в подшипниках, холостые шкивы на валах, сальники, поршни в цилиндрах компрессоров, клапанные коробки в корпусах компрессоров, для удобства разборки которых при образовании нагара и высокой температуре необходим значительный зазор (см. рис. 1.45 и 1.46).

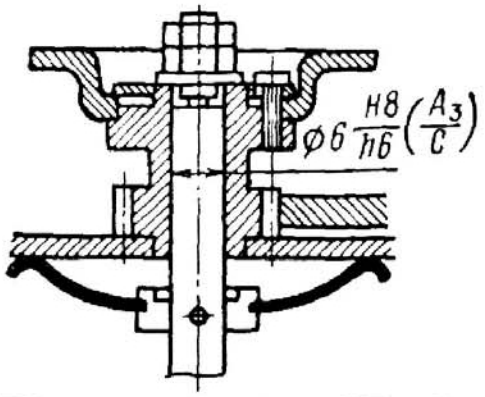
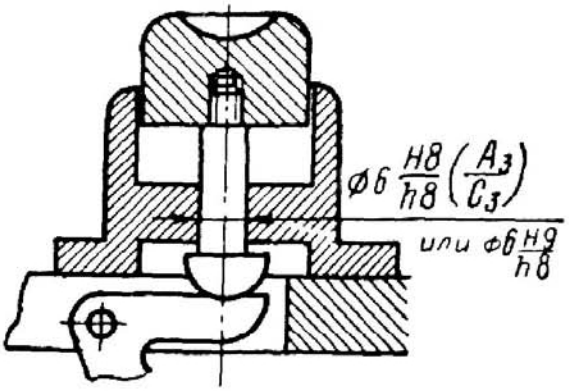
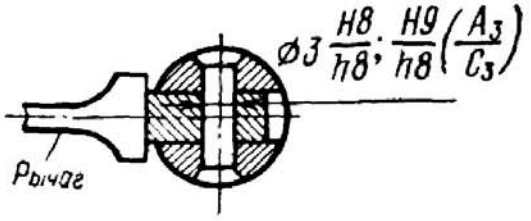
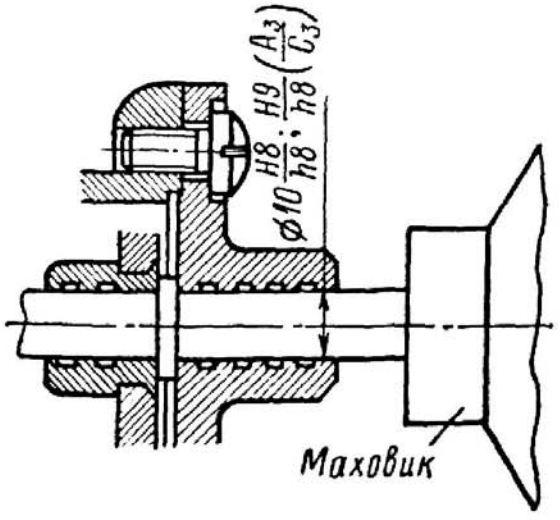
Посадки низкой точности $H11/d11$ (A_4/X_4); $D11/h11$ (X_4/B_4) предназначены для подвижных соединений, не требующих точности перемещения, и для неподвижных грубоцентрированных соединений. В грубых квалитетах (11, 12-й) — это предпочтительные посадки с минимальным гарантированным зазором, необходимым для компенсации отклонений расположения сопрягаемых поверхностей, защитных покрытий, наносимых на поверхности, или обеспечения подвижности соединения в условиях запыления и загрязнения и т. п. Примеры: грубые направляющие прямолинейного движения, направление шпинделей арматуры по внутреннему диаметру грунд-букс и букс, шарниры и ролики на осях, крышки подшипников и распорные втулки в корпусах; валы в подшипниках, шестерни и муфты, свободно сидящие на валах грубых механизмов; шарнирные соединения тяг, рычагов и т. п. (рис. 1.54), маслосбрасывающие поршневые кольца в канавках по ширине и др.

Посадки H/a; H/b; H/c и A/h; B/h; C/h с большими зазорами. Характеризуются гарантированными зазорами в пределах (0,006—0,02) $d_{н.с}$ при размерах до 30 мм, (0,002—0,005) $d_{н.с}$ при размерах 30—80 мм (0,001—0,0035) $\times$ $\times d_{н.с}$ при размерах свыше 120 мм. Применяются в основном в грубых квалитетах (11, 12-й) для конструкций малой точности, где большие зазоры необходимы для компенсации отклонений расположения сопрягаемых поверхностей (несоосности, несимметричности, неперпендикулярности и т. п.), для применения грубообработанных или необработанных чистотянутых материалов малой точности, для компенсации размерных изменений деталей в процессе эксплуатации под воздействием температуры, водо-и маслопоглощения (в посадках деталей из пластмасс),

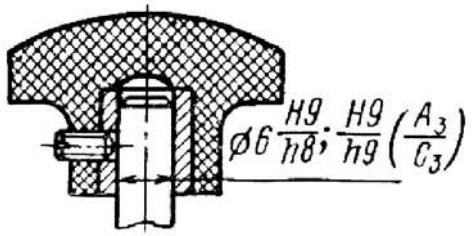
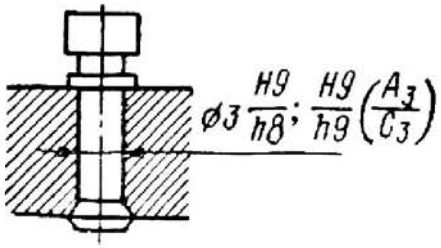
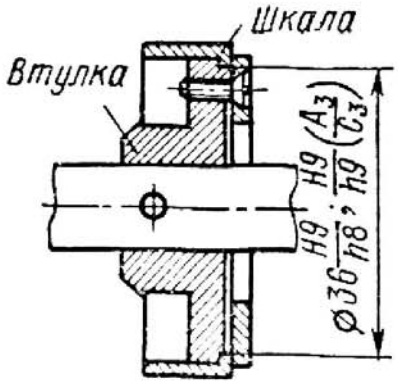
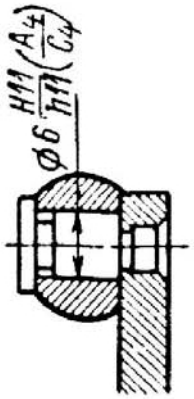
1.101. Примеры применения посадок с зазорами в приборостроении [34]

Эскиз	Область применения
Посадки $H7/h6$ (A/C); $H8/h8$; $H9/h8$; $H9/h9$ (A_3/C_3); $H11/h11$ (A_4/C_4); $H12/h12$ (A_5/C_5) — *«скользящие»*	
	Ось замка перемещается во втулке (вдоль оси). В данном случае возможно применение посадки с гарантированным зазором, например $H7/g6$ или $H7/f7$. При применении посадки $H7/h6$ учитывают вероятностный зазор и небольшую длину соединения (по второй ступени предусмотрен гарантированный зазор). Поле допуска $h6$ позволяет соединить с валиком упор по наиболее распространенной в приборостроении переходной посадке — напряженной без уступа на валике (в системе вала)
	Валик вращается во втулке. Скользящая посадка назначена по той же причине, что и в предыдущем примере, но ввиду большой длины соединения (четыре пояска) сборку следует осуществлять методом подбора
	Типовое соединение деталей (в данном случае поводка с валиком) при дополнительном креплении шпонкой

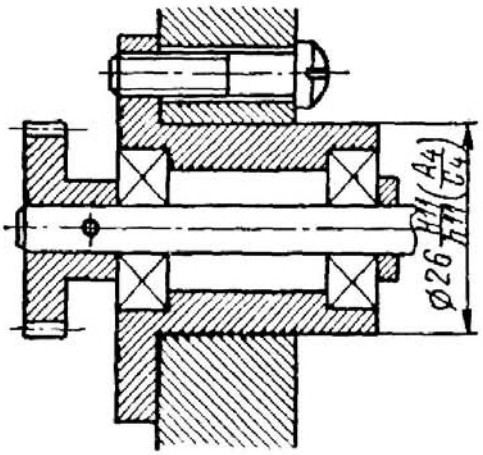
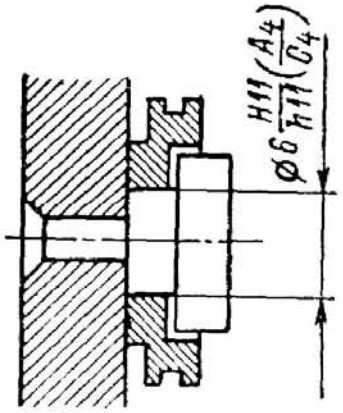
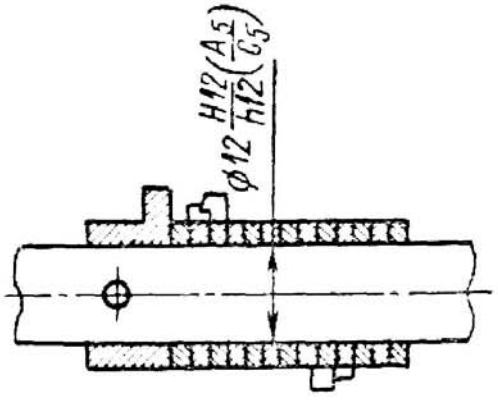
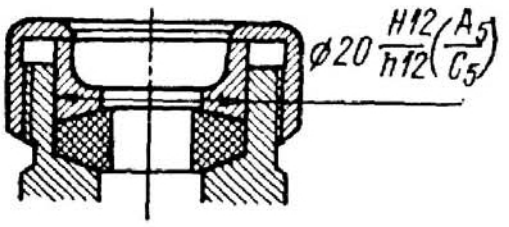
Продолжение табл. 1.101

Эскиз	Область применения
	Узел сбрасывателя. Применение поля допуска *H8* упрощает обработку отверстия
	Ось кнопки перемещается в корпусе вдоль своей оси. Точность соединения невысокая
	Рычаг качается на оси. Точность соединения невысокая
	Маховик перемещается вдоль своей оси и одновременно вращается. Маловероятные случаи нулевых зазоров могут быть устранены подбором деталей. Подбора можно избежать применением посадки *H8/f8*

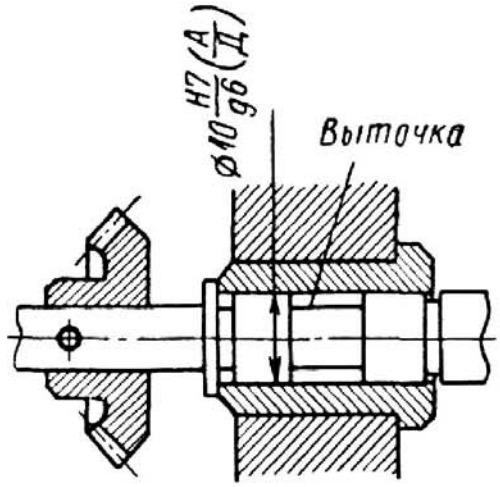
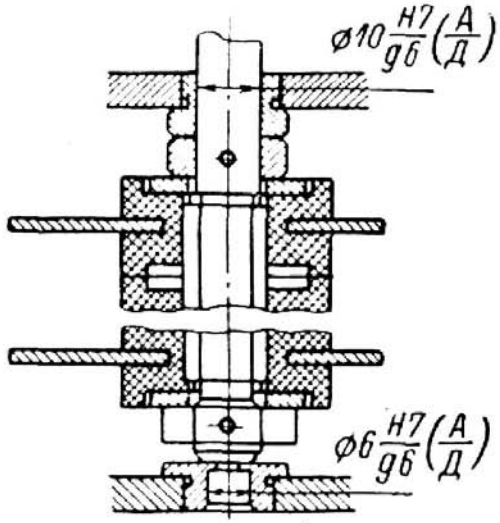
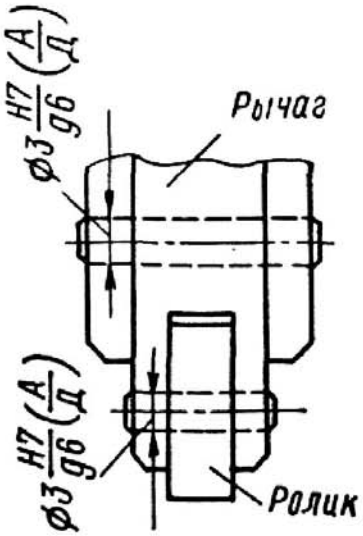
Продолжение табл. 1 101

Эскиз	Область применения
	Соединение ручки с осью. Дополнительное крепление винтом
	Посадка упора; дополнительное крепление развальцовкой. Большая длина соединения обеспечивает отсутствие качки
	Соединение шкалы с втулкой с помощью винтов. Посадка обеспечивает центрирование шкалы
	Посадка применена для вращающейся детали (ролика)

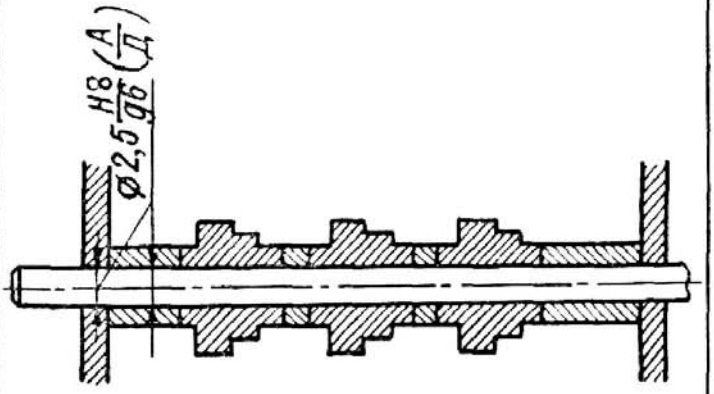
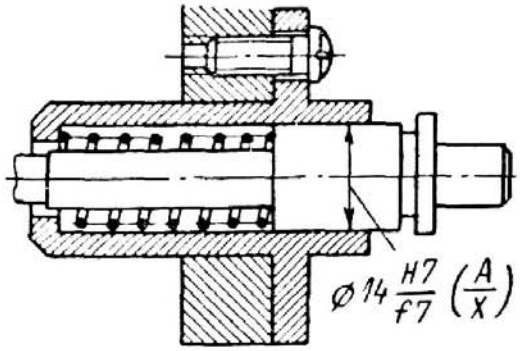
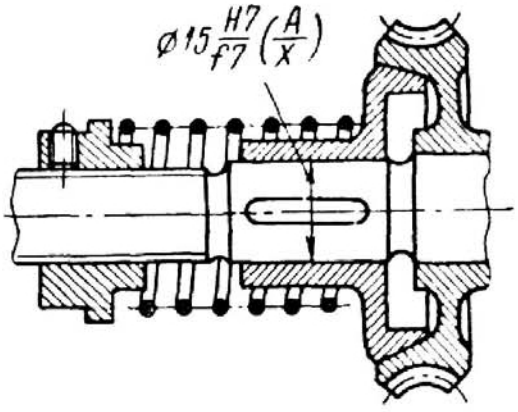
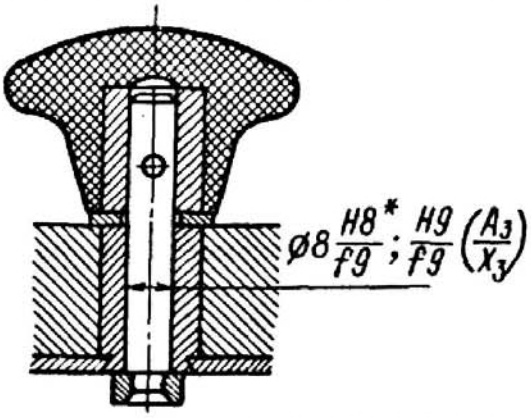
Продолжение табл. 1.101

Эскиз	Область применения
	Соединение стакана подшипника с корпусом винтами. Посадка обеспечивает фиксацию положения стакана. Аналогично фиксируется положение накладных кондукторов
	Ролик вращается на оси. Незначительная длина соединения обеспечивает зазор практически во всех случаях
	Шайба дискового стопора свободно вращается на валике. Вероятность получения зазоров, близких к нулю, мала
	Соединение шайбы с корпусом сальника. Посадка обеспечивает легкость сборки и экономически выгодные допуски

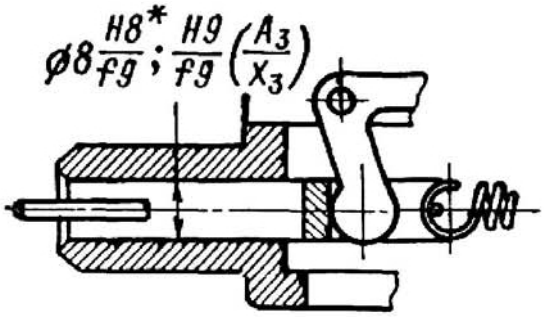
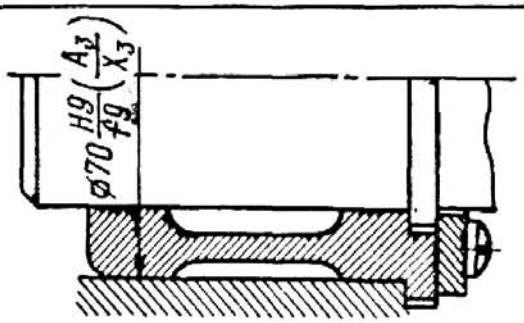
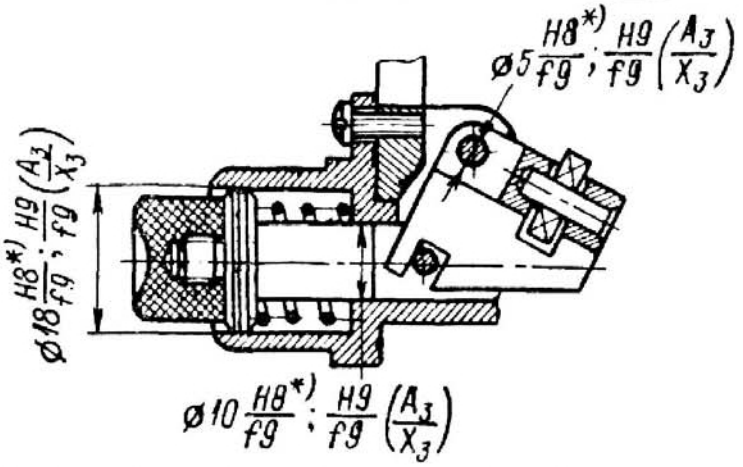
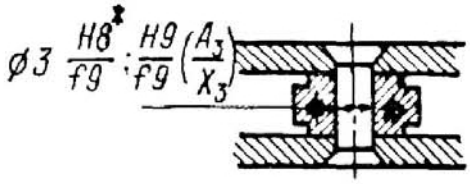
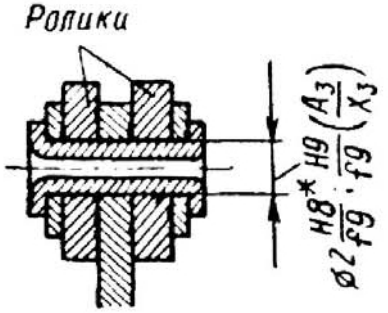
Продолжение табл. 1.101

Эскиз	Область применения
Посадка H7/g6 (А/Д) — «движения»	
	Валик вращается в запрессованной втулке. Для уменьшения влияния отклонений формы и повышения технологичности валика на нем предусмотрена выточка
	Валик переключателя вращается в двух опорах. Посадка обеспечивает легкость проворачивания
	Рычаг качается в корпусе. Соединение осуществлено через ось. Такая же посадка предусмотрена и для соединения оси ролика с рычагом

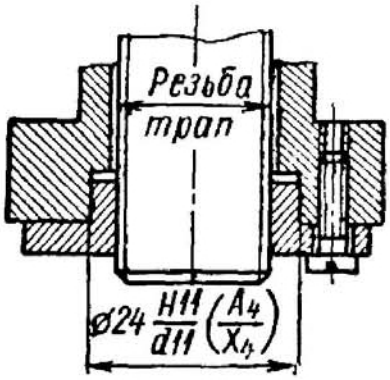
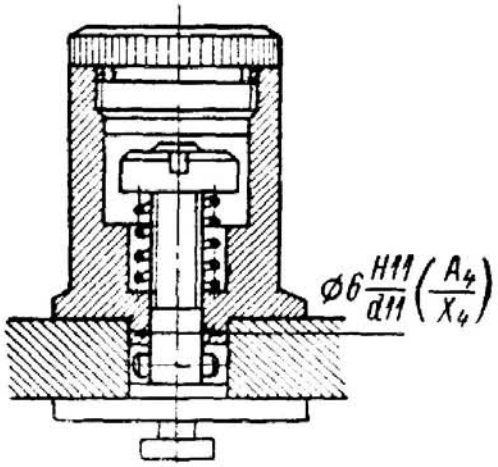
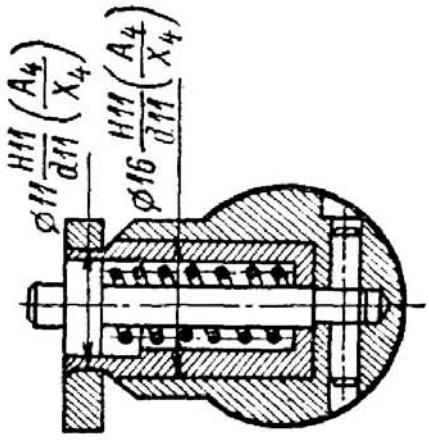
Продолжение табл. 1.101

Эскиз	Область применения
	Валик со звездочками счетчика. Посадка обеспечивает легкое вращение валика. Применение поля допуска *H8* позволяет облегчить изготовление отверстия
Посадки H7/f7 (A/X); H8/f9; H9/f9 ($A_з/X_з$) — «ходовые»	
	Валик имеет осевое перемещение. Возврат валика производится пружиной. Гарантированный зазор посадки обеспечивает свободное перемещение валика
	Пружина поджимает фрикционную муфту; условия работы соединения аналогичны предыдущему примеру
	Ось вращается во втулке вручную. Точность не имеет существенного значения

Продолжение табл. 1.101

Эскиз	Область применения
	Ось перемещается в корпусе в продольном направлении. Применение скользящей посадки не гарантирует свободного перемещения ввиду большой длины соединения
	Стакан устанавливается в корпусе. Посадка обеспечивает свободную сборку и относительно высокую точность центрирования мотора, монтируемого в стакане. Применение скользящих посадок $H9/h9$ или $H11/h11$ в данном случае затрудняет сборку
	Узел сбрасывателя. Посадка обеспечивает поворот рычага на оси ⌀ 5 мм и перемещение вдоль оси кнопки (⌀ 10 и 18 мм)
	Ролик вращается на оси. Требования к точности невысокие
	Соединение роликов с втулкой. Посадка обеспечивает легкость вращения роликов

Продолжение табл. 1.101

Эскиз	Область применения
Посадка H11/d11 (A_4/X_4) — с большим зазором	
	Значительный зазор в посадке обеспечивает легкое продвижение оси движка в прямоугольном пазу
	Втулка устанавливается в корпусе. Гарантированный зазор посадки облегчает сборку и дает возможность выбирать эксцентриситет за счет сдвига втулки
	Узел ручки. Посадка обеспечивает свободное вращение ручки. Требования к точности относительно низкие, что позволяет повысить технологичность конструкции

Примечание. Применение отверстия *H8* в посадках, отмеченных знаком *, позволяет повысить запас на износ по сравнению с ранее применявшейся посадкой по системе ОСТ или может быть целесообразно, если на предприятии ограничено применение отверстия *H9*.

для обеспечения свободного вращения или поступательного перемещения в условиях запыления и загрязнения и т. п.

В отдельных случаях, обоснованных расчетом (см. стр. 283), посадки с большими зазорами применяются и в более точных подвижных соединениях (8, 9-го квалитетов), работающих при особо тяжелых нагрузках или при высоких температурах, когда рабочий зазор может значительно уменьшиться из-за неравномерных температурных деформаций деталей. Из этих посадок в основной набор по СТ СЭВ144 —75 включена *посадка H8/c8 (A/TX)* типа *«тепловой ходовой»*. Примеры применения этой посадки: поршни в цилиндрах и выпускные клапаны в направляющих втулках двигателей внутреннего сгорания и других сильно разогревающихся машин, подшипники жидкостного трения быстроходных тяжелонагруженных валов в прокатных станах, крупных турбинах, насосах, компрессорах и т. п.

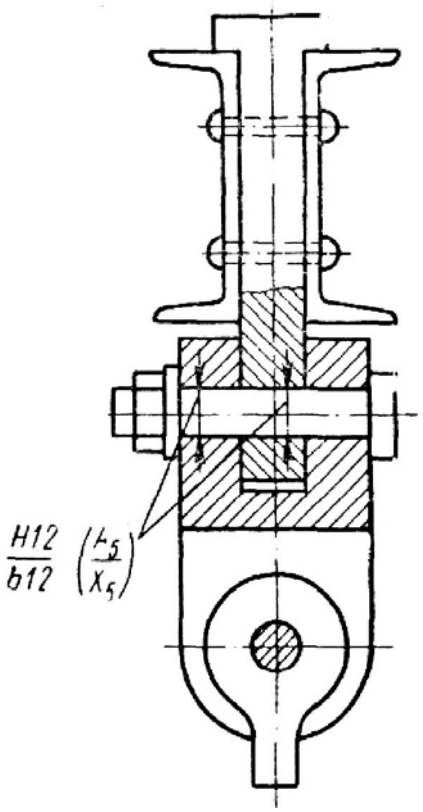


Рис. 1.55

Приведем примеры применения грубых посадок с большими зазорами.

Посадки H11/c11; H11/b11 (обе близки к посадке $A_4/Л_4$ по ОСТ), *C11/h11; B11/h11* ($Л_4/B_4$) — крышки подшипников, фланцевые соединения, линзы в оправах (соединение деталей с последующим центрированием), валы в подшипниках сельскохозяйственных машин; буферные тарелки, собачки пусковых рычагов, валы тормозных тяг и другие детали на осях; центрирующие фланцы золотникового цилиндра в корпусе паровой машины (см. рис. 1.51); соединения деталей под припой.

Посадки H12/b12 (A_5/X_5); *B12/h12* (X_5/B_5) — грубообработанные или необработанные валы в подшипниках сельскохозяйственных и других машин; соединение люлечной вагонной подвески с осью (рис. 1.55); соединения шарнирных неответственных болтов; детали электроарматуры; центрирующие фланцы крышек и корпусов грубой арматуры; сменные рычаги и рукоятки, сальники арматурные и др.

Посадки H11/a11 ($A_4/Ш_4$); *A11/h11* ($Ш_4/B_4$) — соединения рессорных и тормозных подвесок, шарнирных неответственных болтов, подшипников тормозных валов и др.

Перечисленные посадки не являются предпочтительными и при возможности для грубых соединений с большими зазорами следует применять предпочтительную посадку *H11/d11*.

Примеры применения посадок с зазором в приборостроении приведены в табл. 1.101.

ВЫБОР ПЕРЕХОДНЫХ ПОСАДОК

Назначение переходных посадок

Переходные посадки предназначены для неподвижных, но разъемных соединений деталей и обеспечивают хорошее центрирование соединяемых деталей. При выборе переходных посадок необходимо учитывать, что для них характерна возможность получения как натягов, так и зазоров. Натяги, получающиеся в переходных посадках, имеют относительно малую величину и обычно не требуют проверки деталей на прочность, за исключением отдельных тонкостенных деталей. Эти натяги недостаточны для передачи соединением значительных крутящих моментов или усилий. К тому же получение натяга в каждом из собранных соединений без предварительной сортировки деталей не гарантировано. Поэтому переходные посадки применяют с дополнительным креплением соединяемых де-

талей шпонками, штифтами, винтами и др. Иногда эти посадки применяют без дополнительного крепления, например, когда сдвигающие силы весьма малы, при значительной длине соединения, если относительная неподвижность деталей в соединении не является обязательным условием их качественной работы и т. д.

Зазоры, в отдельных случаях получающиеся в переходных посадках, также относительно малы, что предотвращает значительное смещение (эксцентриситет) соединяемых деталей.

Системой допусков и посадок предусматривается несколько типов переходных посадок, различающихся вероятностью получения натягов или зазоров (см. табл. 1.102.) Чем больше вероятность получения натяга, тем более прочной является посадка. Более прочные посадки назначают для более точного центрирования деталей, при ударных и вибрационных нагрузках, при необходимости обеспечить неподвижное соединение деталей без дополнительного крепления. Однако сборка соединений с более прочными посадками усложняется и требует значительных усилий, поэтому, если ожидается частая разборка и повторная сборка, если соединение труднодоступно для монтажных работ или необходимо избежать повреждения сопрягаемых поверхностей, применяют менее прочные переходные посадки.

Поля допусков для переходных посадок образуют довольно плотный ряд и значительно перекрывают друг друга. Это облегчает выбор посадок для соединений, чувствительных к изменению натягов и зазоров. Однако в условиях одного предприятия или отрасли число применяемых переходных посадок можно сократить.

Стандартные поля допусков для переходных посадок очень широко применяют для посадочных поверхностей валов и корпусов, соединяемых с подшипниками качения (см. п. 4.15, ч. II), но характер посадок подшипников качения в силу особого расположения полей допусков колец отличается от обычных переходных посадок.

Переходные посадки установлены в относительно точных квалитетах: валы в 4—7-м, отверстия в 5—8-м. Отверстие в переходных посадках, как правило, принимают на один квалитет грубее вала. Основной ряд переходных посадок образуется валами 6-го квалитета и отверстиями 7-го квалитета (в этих квалитетах установлены предпочтительные поля допусков для переходных посадок). Для более точных посадок характерно повышение точности сборки: абсолютные значения наибольших натягов и зазоров уменьшаются, благодаря чему возрастает точность центрирования и снижается сборочное усилие. Вероятности получения зазоров и натягов остаются теми же, что и для одноименных посадок средней точности, в отдельных случаях вероятность получения натяга увеличивается (посадки $H5/n4$ $H6/n5$; уже относятся к группе посадок с гарантированным натягом). Для менее точных посадок (сочетание отверстий 8-го квалитета с валами 7-го квалитета) вероятность получения зазора сохраняется той же или увеличивается (соединение получается менее прочным). Абсолютные значения наибольших натягов и зазоров увеличиваются, т. е. снижается точность центрирования и увеличивается максимальное усилие сборки. В отдельных случаях возможно применение переходных посадок с другим соотношением допусков отверстия и вала (квалитет отверстия либо равен квалитету вала, либо на два квалитета грубее, чем у вала).

Выбор переходных посадок чаще всего производится по аналогии с известными и хорошо работающими соединениями. Расчеты выполняются реже и в основном как поверочные. Они могут включать: 1) расчет вероятности получения зазоров и натягов в соединении (см. ниже); 2) расчет наибольшего зазора по известному предельно допустимому эксцентриситету соединяемых деталей — см. формулу (1.67); например, для зубчатых колес необходимо ограничить биение зубчатого венца, а в реверсивных механизмах — смещение деталей для уменьшения динамических воздействий; 3) расчет прочности деталей (только для тонкостенных) и наибольшего усилия сборки при наибольшем натяге посадки: выполняется по формулам (1.115)—(1.118).

Расчет переходных посадок на вероятность получения натягов и зазоров

Трудоемкость сборки и разборки соединений с переходными посадками, так же как и характер этих посадок, во многом определяется вероятностью (частостью) получения в них натягов и зазоров.

При расчете вероятности натягов и зазоров обычно исходят из нормального закона распределения размеров деталей при изготовлении (см. п.1.1). Распределение натягов и зазоров в этом случае также будет подчиняться нормальному закону (рис. 1.56), а вероятности их получения определяются с помощью интегральной функции вероятности $\Phi(z)$ (см. табл. 1.1). Расчет проводится следующим образом.

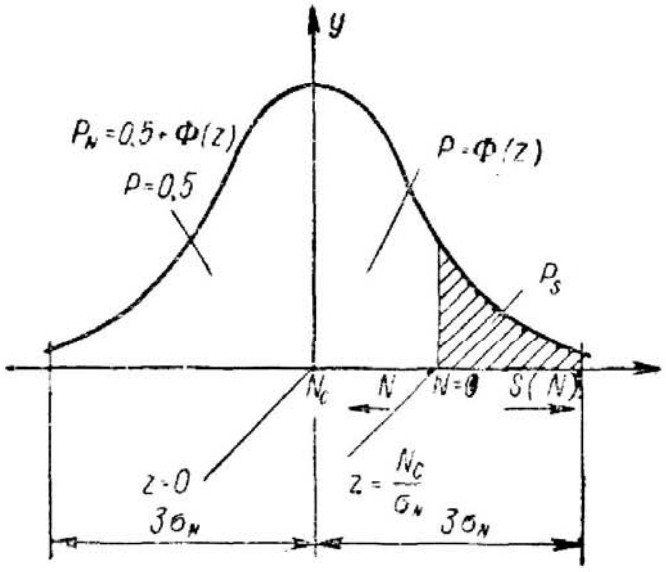


Рис. 1.56

1. Рассчитывается посадка и определяется N_{max}, N_{min}, N_c, T_D, T_d (по формулам, приведенным в п. 1.1).

2. Определяется среднее квадратичное отклонение натяга (зазора) по формуле

$$\sigma_N = \frac{1}{6}\sqrt{T_D^2 + T_d^2}. \qquad (1.99)$$

3. Определяется предел интегрирования, равный (при $N_i = 0$)

$$z = N_c/\sigma_N. \qquad (1.100)$$

4. Из табл. 1.1 по найденному значению z определяется функция $\Phi(z)$.

5. Рассчитывается вероятность натягов (или процент натягов) и вероятность зазора (или процент зазоров):

вероятность натяга P'_N

$$P'_N = 0,5 + \Phi(z), \quad \text{если } z > 0; \qquad (1.101)$$

$$P'_N = 0,5 - \Phi(z), \quad \text{если } z < 0; \qquad (1.101а)$$

процент натягов (процент соединений с натягом)

$$P_N = 100P'_N; \qquad (1.102)$$

вероятность зазора P'_S

$$P'_S = 0,5 - \Phi(z), \quad \text{если } z > 0; \qquad (1.103)$$

$$P'_S = 0,5 + \Phi(z), \quad \text{если } z < 0; \qquad (1.103а)$$

процент зазоров (процент соединений с зазором)

$$P_S = 100P'_S. \qquad (1.104)$$

Значения P_N и P_S для переходных посадок по СТ СЭВ 144—75 приведены в табл. 1.102.

Пример. Рассчитать ожидаемую при сборке долю соединений с натягом (вероятность натяга) и долю соединений с зазором (вероятность зазора) для посадки $\varnothing 65 \frac{H7}{n6}\left(\begin{matrix}+0,030\\+0,039\\+0,020\end{matrix}\right)$.

1. По формулам (1.15), (1.16), (1.27), (1.28) и (1.32) определяем:

$$N_{max} = 39 - 0 = 39 \text{ мкм}; \quad N_{min} = 20 - 30 = -10 \text{ мкм};$$

$$N_c = \frac{39 + (-10)}{2} = 14{,}5 \text{ мкм}; \quad T_D = 30 - 0 = 30 \text{ мкм};$$

$$T_d = 39 - 20 = 19 \text{ мкм}.$$

2. По формуле (1.99):

$$\sigma_N = \frac{1}{6}\sqrt{T_D^2 + T_d^2} = \frac{1}{6}\sqrt{30^2 + 19^2} \approx 5{,}9 \text{ мкм}.$$

3. По формуле (1.100):

$$z = \frac{14{,}5}{5{,}9} = 2{,}46.$$

4. Из табл. 1.1 по значению $z = 2{,}46$ определяем $\Phi\ (2{,}46) = 0{,}493$.

1.102. Процент натягов P_N для переходных посадок по СТ СЭВ 144—75 (при размерах от 1 до 500 мм)

Посадка		Процент натягов P_N, %	Посадка		Процент натягов P_N, %
H5/m4	*M5/h4*	99,93—99,98 (96)	*H7/m6*	*M7/h6*	80—85 (50)
H5/k4	*K5/h4*	38—68 (27)	*H7/k6*	*K7/h6*	24—34 (15)
H5/j$_s$4	—	0,5—1,0	*H7/j*	*J7/h6*	0,5—4,0
—	*J$_s$5/h4*	3—6	*H7/j$_s$6*	—	0,5—0,6
H6/m5	*M6/h5*	94—99 (80)	—	*J$_s$7/h6*	5—6
H6/k5	*K6/h5*	38—50 (20)	*H8/n7*	*N8/h7*	88—93 (76)
H6/j5	*J6/h5*	0,1—2,6	*H8/m7*	*M8/h7*	50—71 (50)
H6/j$_s$5	—	0,5—0,8	*H8/k7*	*K8/h7*	24—29
—	*J$_s$6/h5*	4—5	*H8/j7*	*J8/h7*	0,6—2,7
H7/n6	*N7/h6*	99,1—99,6 (85)	*H8/j$_s$7*	—	0,6—0,7
			—	*J$_s$8/h7*	4—5

Примечания: 1. В скобках приведены значения P_N для размеров меньше 3 мм. 2. Процент P_S зазоров определяется по формуле: $P_S = 100 - P_N$. Например, при $P_N = 24\%$ $P_S = 100 - 24 = 76\%$.

5. По формуле (1.102), так как $z \geqslant 0$, находим:

$$P'_N = 0{,}5 + 0{,}493 = 0{,}993.$$

6. По формуле (1.103): $P'_S = 0{,}5 - 0{,}493 = 0{,}007$.

Следовательно, при сборке примерно 99,3% всех соединений (993 из 1000) будут с натягами и 0,7% соединений (7 из 1000) — с зазорами.

Применение переходных посадок

П о с а д к и H/j_s; J_s/h — «п л о т н ы е». Для этих посадок более вероятно получение зазора, но возможны и небольшие натяги (до половины допуска вала), поэтому при сборке и разборке необходимо предусматривать применение усилий; обычно достаточно использования деревянного молотка. Плотные посадки применяются в том случае, если при центрировании деталей допускаются небольшие зазоры или требуется обеспечить легкую сборку, при необходимости в частых сборках и разборках, например для сменных деталей. Эти посадки применяют взамен напряженных (см. ниже) при относительно большой длине соединения (свыше трех—четырех диаметров) или когда сборка и разборка затруднена компоновкой узла, массой и размерами деталей. Сборочные единицы, образованные деталями, соединяемыми по плотной посадке, обычно либо неподвижны, либо перемещаются с малой скоростью при небольшой массе деталей. В отдельных случаях эти посадки применяют для плотных подвижных соединений, когда детали должны перемещаться относительно друг друга без ощутимого качания (при этом необходим подбор деталей по размеру, исключающий натяг).

Приведем примеры применения плотных посадок. Посадки $H7/j_s6$ $(A/П)$; $Js7/h6(П/B)$ — предпочтительные по СТ 144—75: гильзы в корпусе шпиндельной головки расточных станков, зубчатые колеса шпиндельной головки шлифовальных станков (см. рис. 1.28), небольшие шкивы и ручные маховички на концах валов, съемные муфты на концах валов малых электромашин, стаканы подшипников в корпусах (станкостроение).

Посадки повышенной точности $H6/j_s5$ $(A_1/П_1)$; $J_s6/h5(П_1/B_1)$: подшипниковый щит в станине электрических машин высокой точности, конусная втулка в подшипнике передней бабки токарных станков, подвижная пиноль задней бабки токарных станков (с подбором).

Посадки пониженной точности $H8/j_s7$ $(A_{2a}/П_{2a})$; $J_s8/h7$ $(П_{2a}/B_{2a})$: центрирование передней крышки электромашины в корпусе, центрирующие элементы полумуфт.

П о с а д к и H/k; K/h — «н а п р я ж е н н ы е». Наиболее характерный и применяемый тип переходных посадок. Вероятности получения натягов и зазоров в соединении примерно одинаковые. Однако из-за влияния отклонений формы, особенно при большой длине соединения (свыше двух-трех диаметров), зазоры в большинстве случаев не ощущаются. Сборка и разборка производится без значительных усилий, например, при помощи ручных молотков. Небольшой натяг, получающийся в большинстве соединений, достаточен для центрирования деталей и предотвращения их вибраций в подвижных узлах при вращении со средними скоростями.

Приведем примеры применения напряженных посадок.

Посадки $H7/k6$ (A/H); $K7/h6$ (H/B) — предпочтительные по СТ СЭВ 144—75: зубчатые колеса на валах редукторов станков и других машин (рис. 1.57, 1.58 и 1.28), шкивы, маховики, рычаги и неразъемные эксцентрики на валах, съемные муфты на валах средних электромашин, втулки в головках шатуна тракторного двигателя (рис. 1.59), подшипниковые щитки в корпусах крановых электродвигателей, грунд-буксы и подшипниковые втулки в корпусах (см. рис. 1.52);

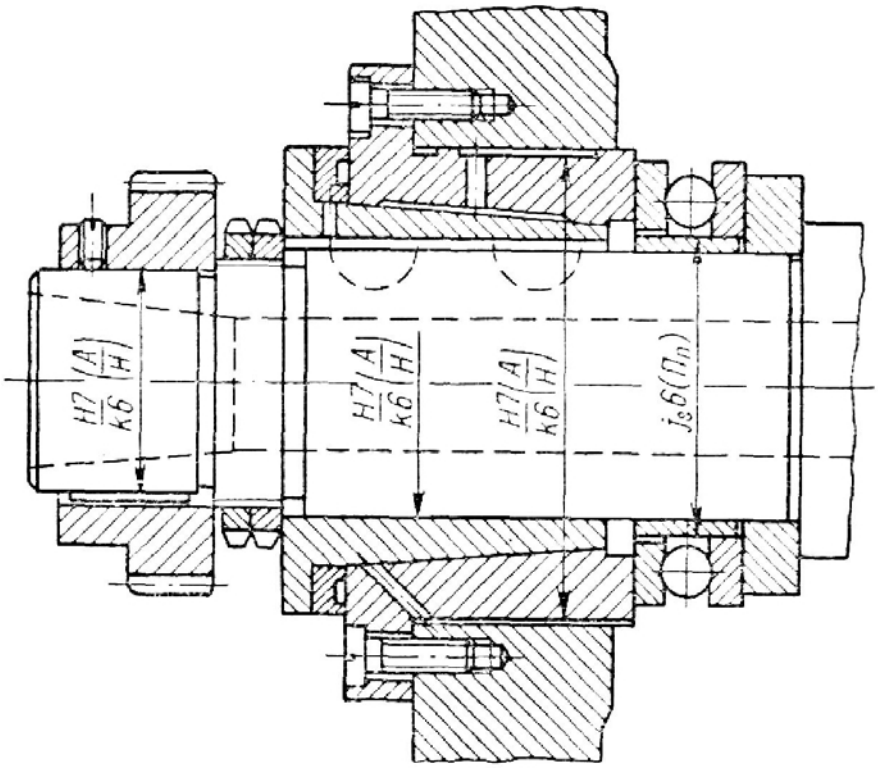


Рис. 1.57

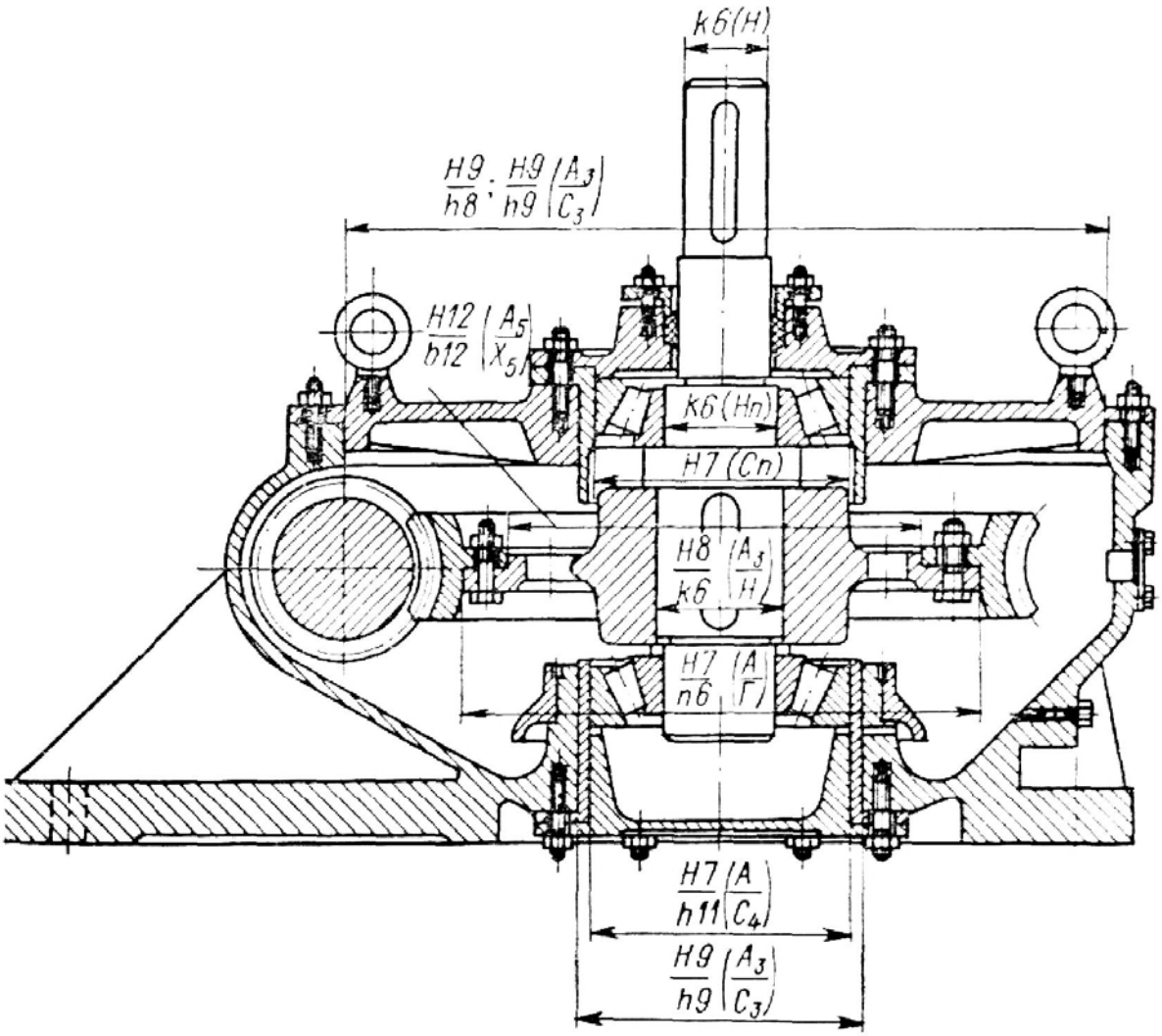


Рис. 1.58

втулки, закрепляемые в ступицах вращающихся на валах зубчатых колес, и др.

Посадки повышенной точности $H6/k5$ (A_1/H_1); $K6/h5$ (H_1/B_1) — поршневой палец в бобышках поршня, шестерни на валу отсчетного устройства в станках.

Посадки пониженной точности $H8/k7(A_{2a}/H_{2a})$; $K8/h7$ (H_{2a}/B_{2a})—применяются при пониженных требованиях к точности, в частности, в тракторном, дорожном, химическом, сельскохозяйственном машиностроении: крейцкопфный валик в отверстиях шатуна компрессора (рис. 1.60), поршень на штоке циркуляционного насоса (см. рис. 1.31).

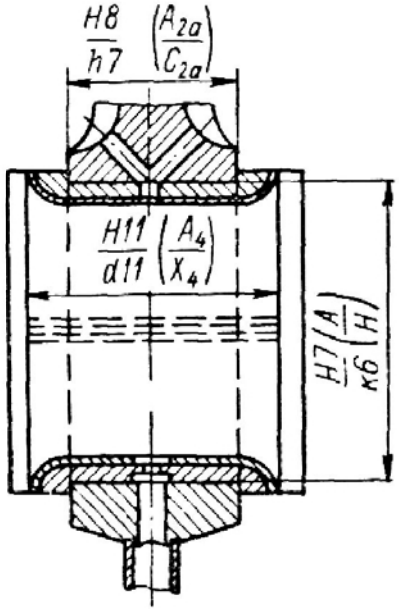


Рис. 1.59

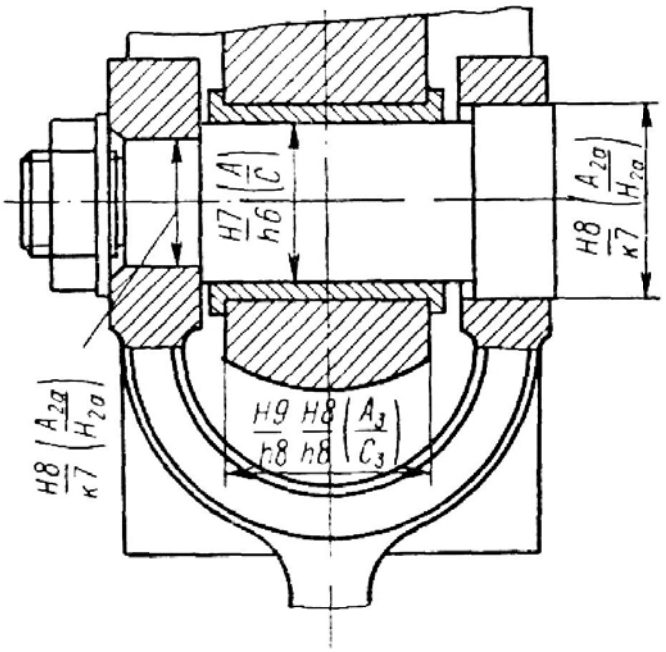


Рис. 1.60

Посадки H/m; M/h — «тугие». Обеспечивают преимущественно натяг. Вероятность получения зазоров (небольших) относительно мала. Эти зазоры, как правило, не ощущаются за счет отклонений формы, особенно при увеличенных длинах соединения. Тугие посадки применяются для неподвижных соединений деталей на быстровращающихся валах с дополнительным креплением или без него (при малых нагрузках и больших длинах соединения). Применяются и взамен более прочных посадок (типа глухих) при увеличенных длинах соединения (свыше 1,5—2 диаметров) или когда недопустимы большие деформации деталей.

Приведем примеры применения тугих посадок.

Посадки $H7/m6$ (A/T); $M7/h6$ (T/B) — зубчатые колеса на валах редукторов (см. рис. 1.49), посадки штифтов, посадки деталей на конец вала электромашин, подшипниковые щитки в корпусах электромашин, тонкостенные втулки, втулки в корпусах из цветных сплавов, центрирование кулачков на распределительном валу и др. Поля допусков $m6$ и $M7$ не относятся к числу предпочтительных и по возможности должны заменяться ближайшими предпочтительными полями. В частности, к посадке $H7/m6$ близки по характеру посадки $H8/n6$ (менее точная) и $H6/k6$ (более точная), образованные предпочтительными полями допусков.

Посадки повышенной точности $H6/m5$ (A_1/T_1); $M6/h5$ (T_1/B_1) — поршневые пальцы в бобышках поршней компрессоров (рис. 1.61), втулка фиксатора в корпусах станочных приспособлений (без дополнительного крепления).

Посадки пониженной точности $H8/m7$ (A_{2a}/T_{2a}); $M8/h7$ (T_{2a}/B_{2a}) — соединение барабанчика с зубчатым колесом и втулки с корпусом в оптико-меха-

нических приборах, пальцы крейцкопфа компрессора в башмаках (рис. 1.62), клапанные коробки в цилиндре паровой машины (см. рис. 1.39).

П о с а д к и *H/h*; *N/n* — «глухие». Являются наиболее прочными из переходных посадок. Зазоры при сборке практически не возникают. Для сборки и разборки деталей требуется значительное усилие: применяются прессы, распрессовочные приспособления, иногда термические методы сборки. Разборка соединений производится редко, обычно только при капитальном ремонте. Применяются для центрирования деталей в неподвижных соединениях, передающих большие усилия, при наличии вибраций и ударов (с дополнительным креплением).

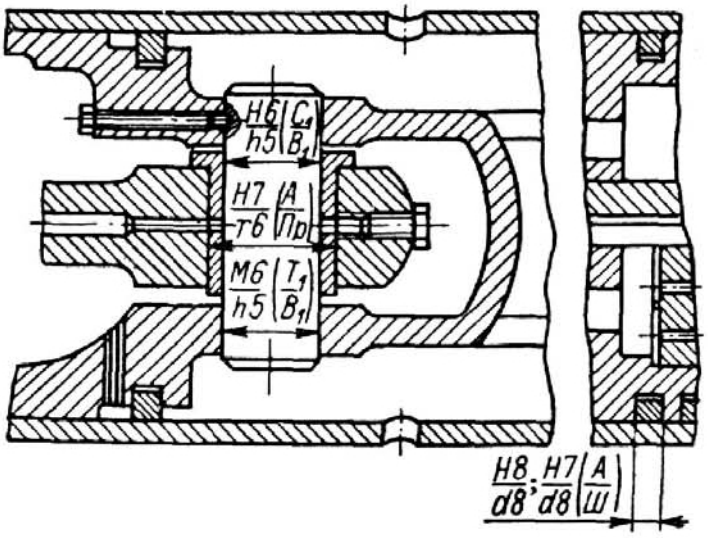


Рис. 1.61

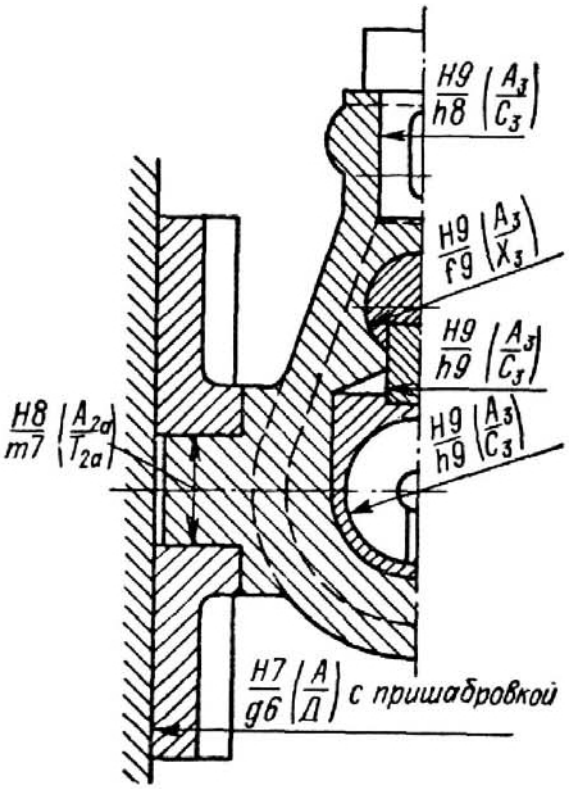


Рис. 1.62

При небольших нагрузках, например в приборостроении, обеспечивают неподвижность соединения без дополнительного крепления.

Приведем примеры применения глухих посадок.

Посадки H7/n6 (А/Г); N7/h6 (Г/В) — предпочтительные по СТ СЭВ 144—75: тяжелонагруженные зубчатые колеса, муфты, кривошипы и другие детали на валах, зубчатые колеса на валах ковочных машин (рис. 1.63), зубчатые колеса на валах встряхивающих механизмов и камнедробилок, червячные колеса на валах, бронзовые венцы чревячных колес на чугунных ступицах, кулачковые полумуфты на валах (рис. 1.64), съемные полумуфты на валах больших электромашин, втулки в цилиндре циркуляционного насоса высокого давления (см. рис. 1.31), постоянные кондукторные втулки в корпусах кондукторов (рис. 1.65), ступица вентилятора на валу, обойма коммутатора на валу, установочные пальцы и контрольные штифты станочных приспособлений и кондукторов, втулки в корпусах подшипников скольжения, втулки толкателя в блоке цилиндров тракторного двигателя, установочные кольца на валах и др.

Посадки повышенной точности H6/n5 ($A_1/Г_1$); *N6/h5* ($Г_1/B_1$)— поршневой палец в бобышках поршня тракторного двигателя (рис. 1.66).

Посадки пониженной точности H8/n7 ($A_{2a}/Г_{2a}$); *N8/h7* ($Г_{2a}/B_{2a}$) — грундбуксы в корпусах сальников, цилиндровый стакан золотника в корпусе паровой машины (см. рис. 1.51), гильза дроссельного клапана паровоздушного молота (см. рис. 1.52) и др.

Примеры применения переходных посадок в приборостроении приведены в табл. 1.103.

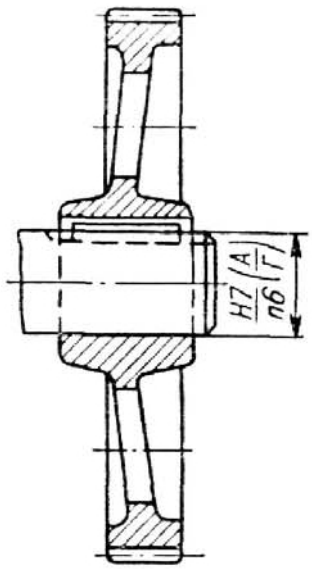


Рис. 1.63

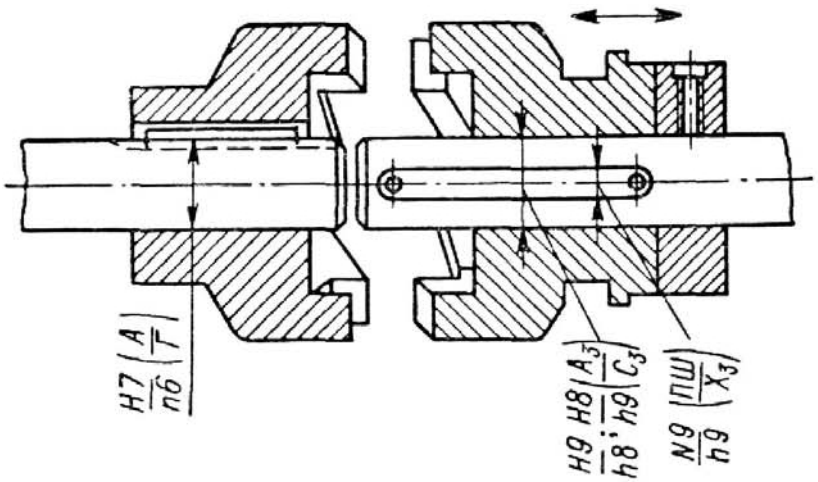


Рис. 1.64

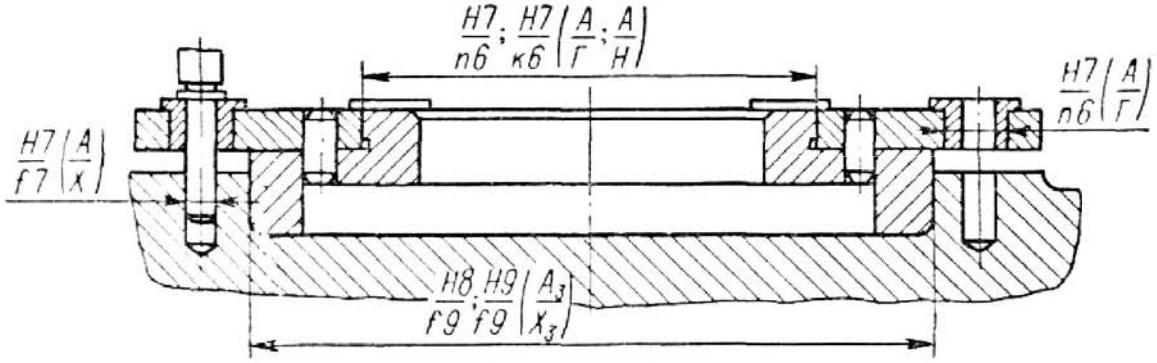


Рис. 1.65

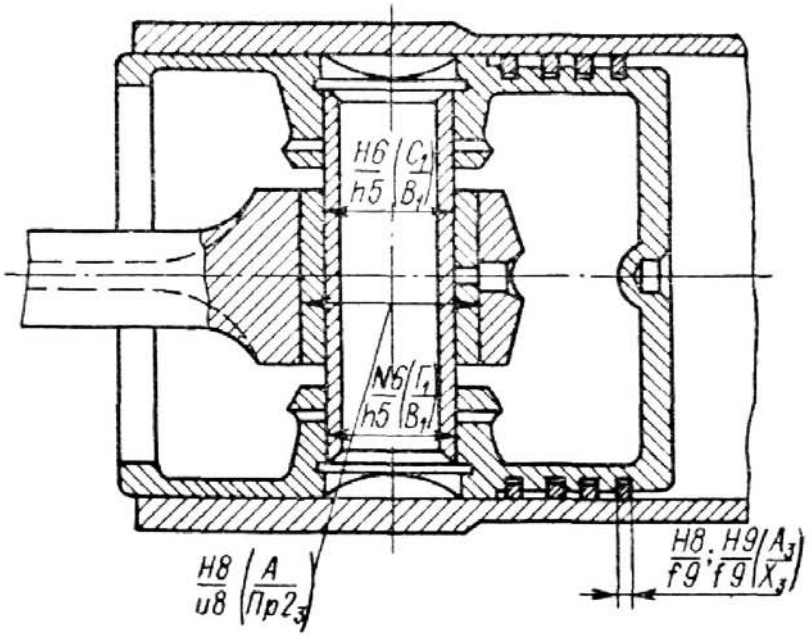
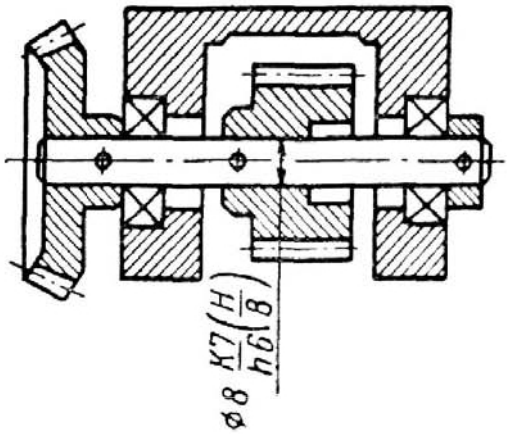
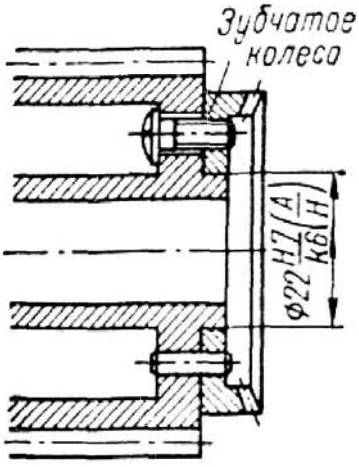
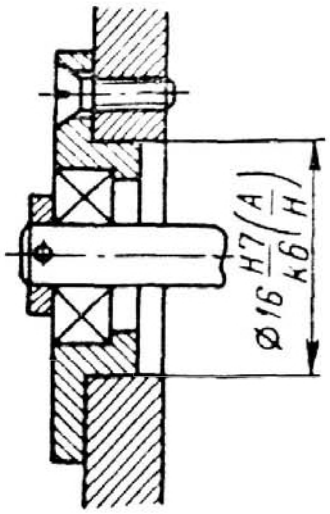
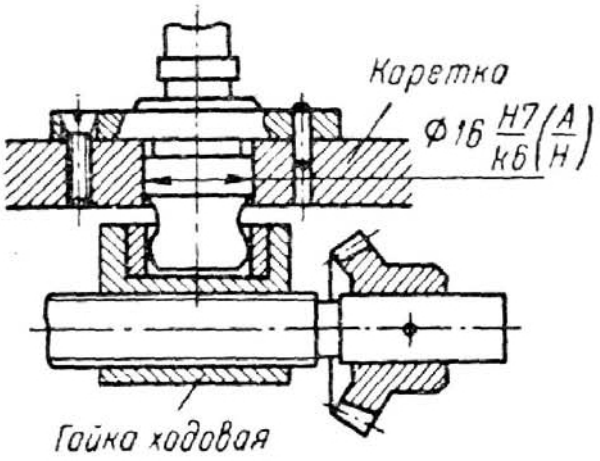
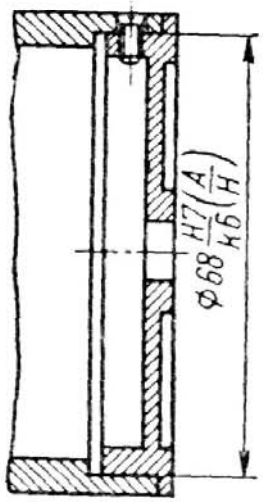
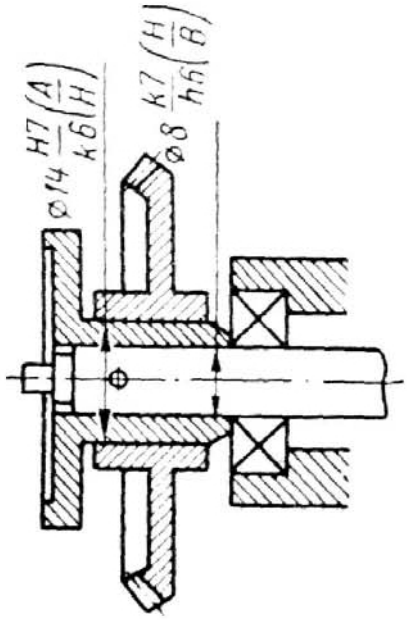


Рис. 1.66

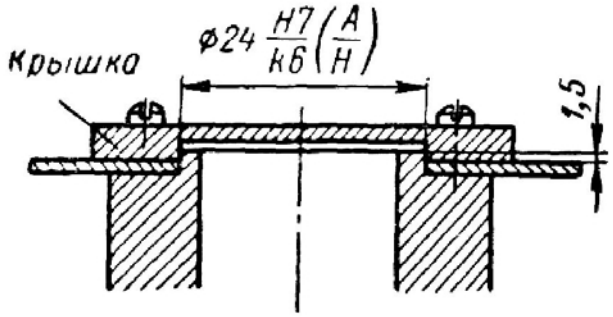
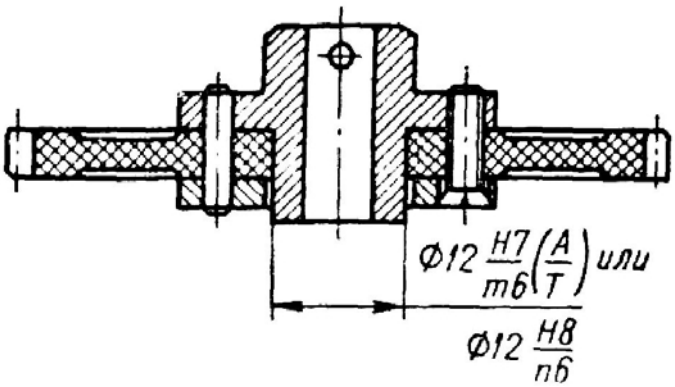
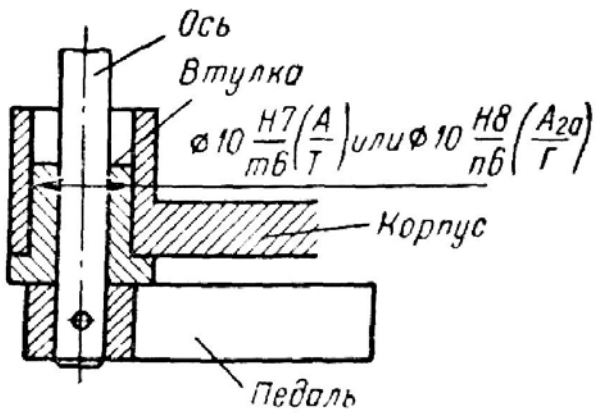
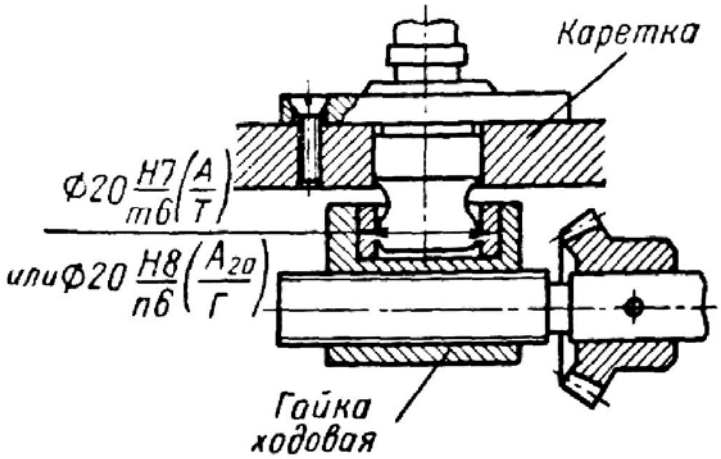
1.103. Примеры применения переходных посадок в приборостроении [34]

Эскиз	Область применения
Посадка H7/k6 или K7/h6 (A/H; H/B) — «напряженная»	
	Соединение зубчатых колес, червяков, установочных колец с применением штифтовки. Для соединения ряда деталей с валиком одного диаметра (посадки в системе вала) необходимы ужесточение требований к шероховатости поверхности (Ra не более 0,8 мкм) и механизация сборки
	Посадка обеспечивает центрирование зубчатого колеса, которое дополнительно крепится винтами и штифтами
	Соединение втулок для шарикоподшипников с корпусом. Применено дополнительное крепление винтами и штифтами. Посадка обеспечивает хорошее центрирование

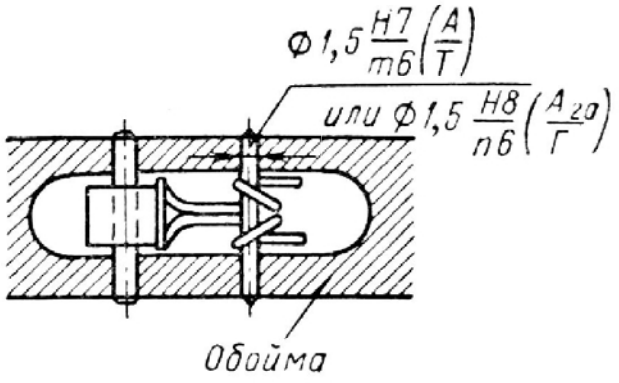
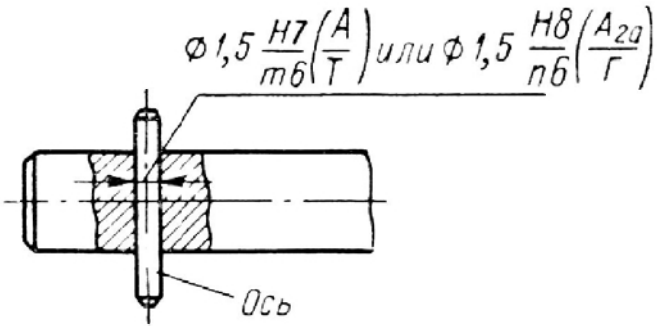
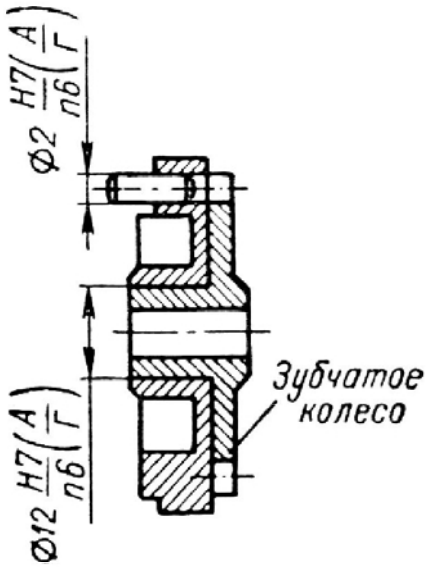
Продолжение табл. 1.103

Эскиз	Область применения
	Соединение оси с кареткой. Посадка обеспечивает центрирование оси; дополнительное крепление через фланец винтами и штифтами
	Соединение крышки с барабаном; дополнительное крепление винтами по боковой поверхности цилиндра
	Соединение поводка с валиком и зубчатого колеса с поводком. Посадки обеспечивают центрирование деталей; дополнительное крепление общим штифтом

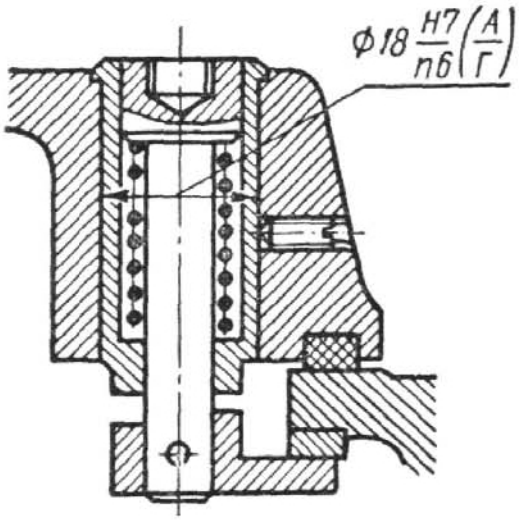
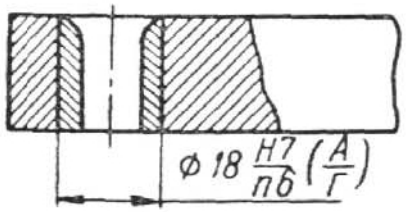
Продолжение табл. 1.103

Эскиз	Область применения
	Посадка обеспечивает центрирование крышки; дополнительное крепление винтами
Посадка H7/m6 (A/T) — «тугая»	
	Соединение зубчатого колеса со втулкой (применено дополнительное крепление)
	Соединение втулки с корпусом без дополнительного крепления; втулка не испытывает значительной нагрузки
	Соединение втулки с ходовой гайкой. Нет необходимости в дополнительном креплении втулки, так как крутящий момент на нее не воздействует

Продолжение табл. 1.103

Эскиз	Область применения
	Соединение оси ⌀1,5 мм с обоймой. Посадка удовлетворяет основному условию — предохраняет ось от выпадания
	Ось соединена с валиком. С учетом большой длины соединения посадка обеспечивает его неподвижность без дополнительного крепления
Посадка H7/n6 (А/Г) — «глухая»	
	Соединение барабанчика с зубчатым колесом. Ввиду незначительных крутящих моментов дополнительное крепление не применяется. Аналогично осуществляется соединение цевки с барабанчиком. Относительно малая длина соединения (равная диаметру) позволяет применить эту посадку для тонкостенных деталей

Продолжение табл. 1.103

Эскиз	Область применения
	Соединение втулки с корпусом. Увеличенная длина соединения (два диаметра) повышает его прочность и позволяет применять в качестве дополнительного крепления только стопорный винт
	Запрессовка втулок типа кондукторных без дополнительного крепления

ВЫБОР ПОСАДОК С НАТЯГОМ

Назначение посадок с натягом

Посадки с натягом предназначены для неподвижных неразъемных (или разбираемых лишь в отдельных случаях при ремонте) соединений деталей, как правило, без дополнительного крепления винтами, штифтами, шпонками и т. п. Относительная неподвижность деталей при этих посадках достигается за счет напряжений, возникающих в материале сопрягаемых деталей вследствие действия деформаций их контактных поверхностей. При прочих равных условиях напряжения пропорциональны натягу. В большинстве случаев посадки с натягом вызывают упругие деформации контактных поверхностей, но в ряде посадок с натягом, особенно при относительно больших натягах или в соединениях деталей, изготовленных из легких сплавов и пластмасс, возникают упруго-пластические деформации (пластические деформации в одной или обеих деталях распространяются не на всю толщину материала) или пластические деформации, распространяющиеся на всю толщину материала. Применение таких посадок во многих случаях возможно и целесообразно.

В отличие от других способов обеспечения неподвижности деталей в соединении при передаче нагрузок посадки с натягом позволяют упростить конструкцию и сборку деталей и обеспечивают высокую степень их центрирования. В сравнительно редких случаях, при передаче очень больших крутящих моментов или при наличии весьма больших сдвигающих сил, в соединениях с натягом дополнительно применяются крепежные детали.

При одном и том же натяге прочность соединения зависит от материала и размеров деталей, шероховатости сопрягаемых поверхностей, способа соединения

деталей, формы и размеров центрирующих фасок, смазки и скорости запрессовки, условий нагрева или охлаждения и т. д. Ввиду такого многообразия исходных факторов выбор посадки следует производить не только по аналогии с известными соединениями, но и на основе предварительных расчетов натягов и возникающих напряжений, особенно при применении посадок с относительно большими натягами. Для изделий серийного и массового производства рекомендуется провести предварительную опытную проверку выбранных посадок с натягом.

Различают следующие основные способы сборки деталей при посадках с натягом:

1) сборка под прессом за счет его осевого усилия при нормальной температуре, так называемая продольная запрессовка; 2) сборка с предварительным разогревом охватывающей детали (отверстия) или охлаждением охватываемой детали (вала) до определенной температуры (способ термических деформаций, или поперечная запрессовка).

В каждом конкретном случае выбор способа сборки определяется конструктивными соображениями (форма и размеры сопрягаемых деталей, значения натягов, наличие соответствующего оборудования для сборки и т. д.).

Сборка под прессом — наиболее известный и несложный процесс, применяемый преимущественно при относительно небольших натягах (до 0,001 $d_{н.с}$). Однако к его недостаткам следует отнести: неравномерность деформации тонкостенных деталей, возможность повреждения сопрягаемых деталей, потребность в мощных прессах, более высокие требования к шероховатости сопрягаемых поверхностей.

Сборка способом термических деформаций применяется как при относительно больших, так и при небольших натягах и дает более высокое качество соединения за счет меньших повреждений сопрягаемых деталей и уменьшения влияния шероховатости поверхности.

В случае сборки с нагревом охватывающей детали температура t_D (°С), до которой она должна быть нагрета,

$$t_D \approx \frac{N_{max} + S_{сб}}{\alpha D} + t_{сб}. \qquad (1.105)$$

При сборке с охлаждением охватываемой детали температура t_d (°С), до которой она должна быть охлаждена,

$$t_d \approx t_{сб} - \frac{N_{max} + S_{сб}}{\alpha d}, \qquad (1.106)$$

где $t_{сб}$ — температура помещения сборки, °С; $S_{сб}$ — минимально необходимый зазор (мм) при сборке, зависящий от массы, размеров деталей и применяемых приспособлений (часто $S_{сб}$ принимают равным S_{min} в посадках H/g); α — коэффициент линейного расширения (сжатия) при нагреве (охлаждении) — см. табл. 1.62.

В отдельных случаях при индивидуальной сборке, особенно в крупном машиностроении, в формулы (1.105) и (1.106) вместо N_{max} можно подставлять действительный натяг $N_д$ (мм). Дополнительно следует учитывать некоторые потери теплоты (холода) за время переноса детали из нагревающего (охлаждающего) устройства на сборочную позицию.

Пример. Требуется определить температуру t_D стальной охватывающей детали для сборки соединения при $d_{н.с} = 100$ мм с посадкой $H8/x8$; температура помещения для сборки 20° С.

По табл. 1.49 $N_{max} = 232$ мкм $= 0{,}232$ мм. По табл. 1.47 $S_{сб} = 12$ мкм $= 0{,}012$ мм (принят равным S_{min} в посадке $H7/g6$). По табл. 1.62 $\alpha \approx 12 \cdot 10^{-6}$. Тогда по формуле (1.105)

$$t_D \approx \frac{(0{,}232 + 0{,}012)}{12 \cdot 10^{-6} \cdot 10^2} + 20 \approx 223°\text{С}.$$

Средства, применяемые для нагрева охватывающих деталей: кипящая вода ($t_D \leqslant 100°$ С), масляная ванна ($t_D = 110 \div 130°$ С), газовые горелки, нагревательные шкафы или печи, установки т. в. ч. для нагревания методом индукции. Рекомендуется, чтобы температура нагрева не превышала 400° С. К недостаткам сборки методом нагрева относятся: возможность изменения структуры материала (при перегревах), появление окалины, из-за которой соединение становится трудноразъемным, и коробление.

При охлаждении охватываемой детали таких недостатков не наблюдается. Однако способ охлаждения уступает способу нагрева, так как при нем возможна реализация посадок с относительно меньшими натягами, поскольку деталь можно охладить до меньших температурных перепадов. Средства охлаждения: сухой лед (твердая двуокись углерода, температура испарения — 79° С), твердая двуокись углерода и спирт (температура испарения около —100° С), жидкий азот или кислород (температура испарения — 196° С).

Преимущественное применение способов охлаждения имеет при осуществлении посадок с натягом для относительно небольших тонкостенных деталей (типа втулок), соединяемых с массивными корпусами.

Возможны также соединения, осуществляемые путем нагревания охватывающей детали и охлаждения охватываемой детали (комбинированный способ). Этот способ применяют в тех случаях, когда температурные перепады от одного нагревания или охлаждения оказываются недостаточными.

Расчет посадок с натягом

Расчет посадок с натягом (посадок с упругой связью) выполняется с целью обеспечить прочность соединения, т. е. отсутствие смещений сопрягаемых деталей под действием внешних нагрузок, и прочность сопрягаемых деталей. Исходя из первого условия, определяется минимальный допустимый натяг $[N_{\min}]$, необходимый для восприятия и передачи внешних нагрузок. Исходя из второго условия, определяется максимальный допустимый натяг $[N_{\max}]$, при котором, как правило, отсутствуют пластические деформации. В некоторых случаях прессовые соединения могут надежно работать и при наличии пластических деформаций в наиболее напряженной зоне [40].

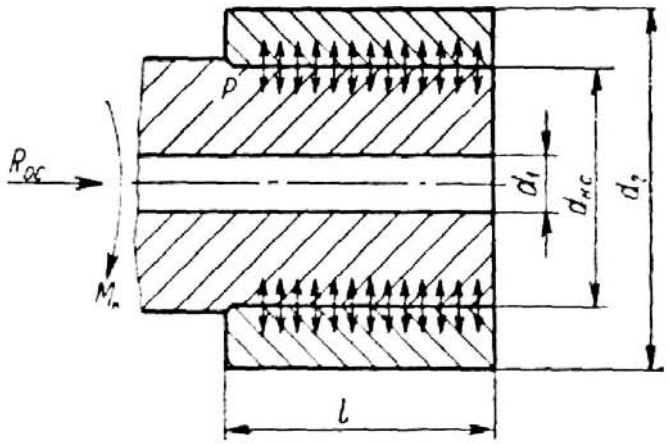


Рис. 1.67

При расчетах используются выводы задачи Ляме (определение напряжений и перемещений в толстостенных полых цилиндрах).

Расчет посадок с натягом можно вести в следующем порядке:

1. По известным значениям внешних нагрузок (R_{oc}, $M_к$) и размерам соединения ($d_{н.с}$ и l) определяется требуемое минимальное удельное давление (Н/м²) на контактных поверхностях соединения (рис. 1.67):

при действии $M_к$

$$[p_{\min}] = \frac{2M_к}{\pi d_{н.с}^2 lf}; \qquad (1.107)$$

при действии R_{oc}

$$[p_{\min}] = \frac{R_{oc}}{\pi d_{н.с} lf}; \qquad (1.108)$$

при одновременном действии $R_{ос}$ и $M_к$

$$[p_{min}] = \frac{\sqrt{R_{ос}^2 + \left(\frac{2M_к}{d_{н.с}}\right)^2}}{\pi d_{н.с} l f}, \quad (1.109)$$

где $R_{ос}$ — продольная осевая сила, стремящаяся сдвинуть одну деталь относительно другой, Н; $M_к$ — крутящий момент, стремящийся повернуть одну деталь относительно другой, Н·м: l — длина контакта сопрягаемых поверхностей, м; f — коэффициент трения при установившемся процессе распрессовки или проворачивания.

Коэффициент трения f колеблется в широких пределах, что объясняется многообразием факторов, влияющих на прочность соединения (шероховатость поверхностей, скорость запрессовки, наличие масла, вид покрытия и т. д.) [2,7, 8,14, 19].

Значения f приведены в табл. 1.104, 1.105.

2. По полученным значениям p определяется необходимая величина наименьшего расчетного натяга N'_{min} (м)

$$N'_{min} = [p_{min}] d_{н.с} \left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2}\right), \quad (1.110)$$

где E_1 и E_2 — модули упругости материалов соответственно охватываемой (вала) и охватывающей (отверстия) деталей в Н/м²; c_1 и c_2 — коэффициенты Ляме, определяемые по формулам

$$c_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d_{н.с}}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d_{н.с}}\right)^2} - \mu_1; \quad c_2 = \frac{1 + \left(\frac{d_{н.с}}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_{н.с}}{d_2}\right)^2} + \mu_2, \quad (1.111)$$

d_1 и d_2 см. на рис. 1.67; μ_1 и μ_2 — коэффициенты Пуассона соответственно для охватываемой и охватывающей деталей.

Для сплошного вала ($d_1 = 0$) $c_1 = 1 - \mu_1$; для массивного корпуса ($d_2 \to \infty$) $c_2 = 1 + \mu_2$.

1.104. Значения коэффициентов трения при установившемся процессе распрессовки или проворачивания [6, 8]

Материал сопрягаемых деталей	Коэффициент трения
Сталь—сталь	0,06—0,13
Сталь—чугун	0,07—0,12
Сталь—магниево-алюминиевые сплавы	0,03—0,05
Сталь—латунь	0,05—0,1
Сталь—пластмассы	0,15—0,25

Примечание. При образовании соединений с использованием температурных деформаций (нагрев охватывающей, охлаждение охватываемой детали) значения f в 1,5—1,6 раза выше приведенных. При стальных и чугунных деталях часто принимают $f = 0,14$.

1.105. Значения коэффициентов трения при применении гальванических покрытий [19]

Вид покрытия	Удельное давление $p \cdot 10^{-7}$, Н/м²	Коэффициент трения	
		при осевом давлении	при скручивании
Хромирование	3,5	0,55—1,11	0,67
Никелирование	3,7—5,6	0,37—0,85	0,6—0,68
Меднение	3	0,55—0,61	0,48
Цинкование	3	0,51—0,6	0,45
Олово	3	0,48—0,63	0,42

Значения E и μ приведены в табл. 1.106. Значения c_1 и c_2 в зависимости от отношения диаметров даны в табл. 1.107.

3. Определяется с учетом поправок к N'_{min} величина минимального допустимого натяга [45]

$$[N_{min}] = N'_{min} + \gamma_{ш} + \gamma_t + \gamma_{ц} + \gamma_{п}, \qquad (1.112)$$

где $\gamma_{ш}$ — поправка, учитывающая смятие неровностей контактных поверхностей деталей при образовании соединения [32]

$$\gamma_{ш} = 1{,}2\,(Rz_D + Rz_d) \approx 5\,(Ra_D + Ra_d); \qquad (1.113)$$

γ_t — поправка, учитывающая различие рабочей температуры деталей (t_D и t_d) и температуры сборки ($t_{сб}$), различие коэффициентов линейного расширения материалов соединяемых деталей (α_D и α_d),

$\gamma_t = -\Delta_t^N$, Δ_t^N — см. формулу (1.46);

положительная поправка γ_t учитывается, если при рабочей температуре натяг ослабляется; $\gamma_{ц}$ — поправка,

1.106. Значения E и μ для некоторых материалов [22, 25]

Материал	E, Н/м²	μ
Сталь и стальное литье	$(1{,}96—2)\ 10^{11}$	0,3
Чугунное литье	$(0{,}74—1{,}05)\ 10^{11}$	0,25
Бронза оловянистая	$0{,}84 \cdot 10^{11}$	0,35
Латунь	$0{,}78 \cdot 10^{11}$	0,38
Пластмассы	$(0{,}005—0{,}35)\ 10^{11}$	

1.107. Значения величин c_1 и c_2 [40]

$\frac{d_1}{d_{н.с}}$ или $\frac{d_{н.с}}{d_2}$	$\mu_1 = \mu_2 = 0{,}3$		$\mu_1 = \mu_2 = 0{,}25$	
	c_1	c_2	c_1	c_2
0,00	0,70	~1,3 *	0,75	~1,25 *
0,1	0,72	1,32	0,77	1,27
0,2	0,78	1,38	0,83	1,33
0,3	0,89	1,49	0,95	1,45
0,4	1,08	1,68	1,13	1,63
0,5	1,37	1,97	1,42	1,92
0,6	1,83	2,43	1,88	2,37
0,7	2,62	3,22	2,67	3,17
0,8	4,25	4,85	4,30	4,80
0,9	9,23	9,83	9,28	9,78

* При $d_2 \gg d_{н.с}$

учитывающая ослабление натяга под действием центробежных сил (существенна для крупных быстро вращающихся деталей); для сплошного вала и одинаковых материалов соединяемых деталей [33]

$$\gamma_{ц} = \frac{v^2 d_{н.с}\rho}{64}\left(\frac{3+\mu}{E}\right), \qquad (1.114)$$

v — окружная скорость на наружной поверхности втулки, м/с; ρ — плотность материала; при $d = 500$ мм и $v = 47$ м/с для стальных деталей $\gamma_{ц} = 2$ мкм; $\gamma_{п}$ — добавка, компенсирующая уменьшение натяга при повторных запрессовках; $\gamma_{п}$ определяется опытным путем.

На прочность соединения оказывают также влияние и погрешности формы поверхностей деталей [7].

4. На основе теории наибольших касательных напряжений определяется максимальное допустимое удельное давление $[p_{max}]$, при котором отсутствует пластическая деформация на контактных поверхностях деталей.

В качестве $[p_{max}]$ берется наименьшее из двух значений (Н/м²):

$$p_1 = 0{,}58\sigma_{т1}\left[1 - \left(\frac{d_1}{d_{н.с}}\right)^2\right]; \quad (1.115)$$

$$p = 0{,}58\sigma_{т2}\left[1 - \left(\frac{d_{н.с}}{d_2}\right)^2\right], \quad (1.116)$$

где $\sigma_{т1}$ и $\sigma_{т2}$ — предел текучести материалов охватываемой и охватывающей деталей.

5. Определяется величина наибольшего расчетного натяга N'_{max} (м)

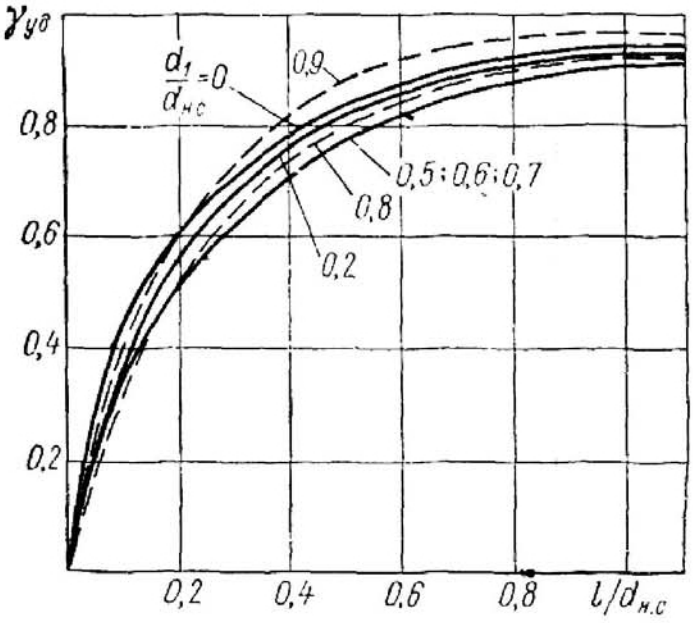


Рис. 1.68

$$N'_{max} = [p_{max}]\, d_{н.с}\left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2}\right). \quad (1.117)$$

6. Определяется с учетом поправок к N'_{max} величина максимального допустимого натяга.

$$[N_{max}] = N'_{max}\gamma_{уд} + \gamma_{ш} - \gamma_t, \quad (1.118)$$

где $\gamma_{уд}$ — коэффициент увеличения удельного давления у торцов охватывающей детали [7]. В отдельных случаях принимается по графику (рис. 1.68). Уточненный учет $\gamma_{уд}$ — см. в работе [51]. Поправку γ_t следует учитывать, если при рабочей температуре натяг увеличивается.

7. Выбирается посадка из таблиц системы допусков и посадок (табл. 1.49 и т. д.).

Условия подбора посадки следующие.

1. Максимальный натяг N_{max} в подобранной посадке должен быть не больше $[N_{max}]$

$$N_{max} \leqslant [N_{max}]. \quad (1.119)$$

2. Минимальный натяг N_{min} в подобранной посадке с учетом возможных колебаний действующей нагрузки и других факторов должен быть

$$N_{min} > [N_{min}]. \quad (1.120)$$

8. Рассчитывается необходимое (максимальное) усилие (Н) при запрессовке собираемых деталей.

$$R_п = f_п p_{max} \pi d_{н.с} l, \quad (1.121)$$

где $f_п$ — коэффициент трения при запрессовке, $f_п = (1{,}15-1{,}2)\,f$.

Удельное давление p_{max} при максимальном натяге N_{max} в посадке определяется по формуле

$$p_{max} = \frac{N_{max} - \gamma_ш}{d_{н.с}\left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2}\right)}. \quad (1.122)$$

Применяя термические методы сборки, необходимую температуру нагрева охватывающей детали или охлаждения охватываемой детали, определяют по формулам (1.105) и (1.106).

9. Изменение размеров d_1 и d_2 после запрессовки (λ_1 и λ_2, м) рассчитывается (при необходимости) по формулам

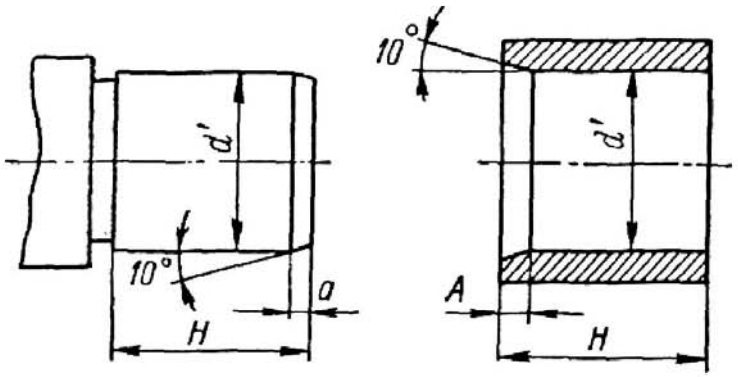
$$\lambda_1 = \frac{2p_{max}d_1d^2_{н.\,с}}{E_1\left(d_2^2 - d_1^2\right)}; \qquad (1\ 123)$$

$$\lambda_2 = \frac{2p_{max}d_2d^2_{н.\,с}}{E_2\left(d_2^2 - d^2_{н.\,с}\right)}. \qquad (1.124)$$

10. Форма и размеры фасок для деталей, собираемых под прессом, приведены в табл. 1.108.

Пример 1. Соединение (рис. 1.67) с размерами $d_{н.\,с} = 60$ мм, $l = 70$ мм, $d_1 = 10$ мм, $d_2 = 100$ мм предназначено для передачи $M_к = 650$ Н·м.

1.108. Рекомендуемые размеры (мм) входных фасок для деталей, собираемых под прессом [25]



Группы посадок	d'	a	A
Все посадки переходные и с натягом с отверстиями до 7-го квалитета включительно и валами до 6-го квалитета включительно	До 30	0,5	1,0
	Св. 30 до 100	1,0	1,6
	» 100 » 250	2,0	2,5
	» 250 » 500	3,0	4,0
Все посадки переходные и с натягом 7-го и 8-го квалитетов, кроме посадок типа H/x (X/h) и H/z (Z/h)	До 30	1,0	1,6
	Св. 30 до 100	2,0	2,5
	» 100 » 250	3,0	4,0
	» 250 » 500	4,0	5,0
Посадки с натягом типа H/x; X/h	До 30	1 6	2,0
	Св. 30 до 100	2,0	2,5
	» 100 » 250	4,0	5,0
	» 250 » 500	6,0	8,0
Посадки с натягом типа H/z; Z/h	До 30	2,0	2,5
	Св. 30 до 100	3,0	4,0
	» 100 » 250	5,0	6,0
	» 250 » 500	8,0	10,0

Примечания: 1. Входные фаски изготовляются с одной стороны деталей. 2. При $H \geqslant d'$ допускается увеличение фасок до ближайшего большего размера для данной группы посадок. 3. Предельные отклонения входных фасок могут быть приняты по табл. 1.57 и др. в зависимости от размера d'.

Материал деталей — сталь 45 с пределом текучести $\sigma_{т1} = \sigma_{т2} = \sigma_т = 35 \cdot 10^7$ Н/м^2. Высота неровностей поверхностей вала $Rz_d = 6{,}3$ мкм и отверстия ступицы $Rz_D = 10$ мкм. Рабочая температура соединения 20° С. Выбрать стандартную посадку и определить усилие запрессовки без применения термических способов сборки.

Расчет ведем в следующей последовательности.

1. Определяем $[p_{min}]$ по формуле (1.107)

$$[p_{min}] = \frac{2M_к}{\pi d^2_{н.\,с} l f} = \frac{2 \cdot 650}{3{,}14\,(60 \cdot 10^{-3})^2\, 70 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}08} = 2{,}05 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2,$$

где $f = 0{,}08$ выбрано из табл. 1.104.

2. Определяем N'_{min} по формуле (1.110).

Предварительно определяем коэффициент c_1 по формуле (1.111)

$$c_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d_{н.\,с}}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d_{н.\,с}}\right)^2} - \mu_1 = \frac{1 + \left(\frac{10}{60}\right)^2}{1 - \left(\frac{10}{60}\right)^2} - 0{,}3 = 0{,}76;$$

при $\frac{d_{н.\,с}}{d_2} = \frac{60}{100} = 0{,}6$ по табл. 1.107 $c_2 = 2{,}43$.

Тогда

$$N'_{min} = [p_{min}]\, d_{н.\,с} \left(\frac{c_1 + c_2}{E}\right) =$$

$$= 2{,}05 \cdot 10^7 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \left(\frac{0{,}76 + 2{,}43}{2 \cdot 10^{11}}\right) \approx 20 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 20 \text{ мкм}.$$

3. Определяем минимальный допустимый натяг по формуле (1.112). Предварительно определим поправку $\gamma_ш$ по формуле (1.113)

$$\gamma_ш = 1{,}2\,(Rz_D + Rz_d) = 1{,}2\,(10 + 6{,}3) = 19{,}6 \text{ мкм};$$

$\gamma_t = 0$, так как температура $t_D = t_d = t_{сб} = 20°$ С;

$\gamma_ц = 0$, так как детали не вращаются.

Принимаем с учетом возможных разборок $\gamma_п = 10$ мкм. Тогда $[N_{min}] = N'_{min} + \gamma_ш + \gamma_п = 20 + 19{,}6 + 10 = 49{,}6 \approx 50$ мкм.

4. Определяем величину $[p_{max}]$, для чего рассчитываем p_1 и p_2 по формулам (1.115) и (1.116):

$$p_1 = 0{,}58\sigma_т \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_{н.\,с}}\right)^2\right] = 0{,}58 \cdot 35 \cdot 10^7 \left[1 - \left(\frac{10}{60}\right)^2\right] \approx 20 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2;$$

$$p_2 = 0{,}58\sigma_т \left[1 - \left(\frac{d_{н.\,с}}{d_2}\right)^2\right] = 0{,}58 \cdot 35 \cdot 10^7 \left[1 - \left(\frac{60}{100}\right)^2\right] \approx 13 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2.$$

Следовательно, $[p_{max}] = 13 \cdot 10^7$ Н/м^2.

5. Определяем N'_{max} по формуле (1.117)

$$N'_{max} = [p_{max}]\, d_{н.\,с} \frac{c_1 + c_2}{E} = 13 \cdot 10^7 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \frac{0{,}76 + 2{,}43}{2 \cdot 10^{11}} =$$

$$= 124 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 124 \text{ мкм}.$$

6. Определяем максимальный допустимый натяг $[N_{max}]$ по формуле (1.118)

$$[N_{max}] = N'_{max}\gamma_{уд} + \gamma_ш = 124 \cdot 0{,}93 + 19{,}6 \approx 135 \text{ мкм},$$

где $\gamma_{уд} = 0{,}93$ по графику рис. 1.68.

7. По табл. 1.49 выбираем посадку $\varnothing 60 \frac{H7}{u7}\left(\frac{+0{,}030}{+0{,}117}{+0{,}087}\right)$, для которой $N_{max} = 117$ мкм $< [N_{max}]$, $N_{min} = 57$ мкм $> [N_{min}]$. Запас прочности соединения для данной посадки равен $N_{min} - [N_{min}] = 57 - 50 = 7$ мкм.

Запас прочности деталей $[N_{max}] - N_{max} = 135 - 117 = 18$ мкм. Фактические запасы прочности выше, так как в соединении (с вероятностью $\sim 0{,}9973$) не будет натягов, бо́льших чем вероятностный максимальный натяг $N^{в}_{max}$, и меньших, чем вероятностный минимальный натяг $N^{в}_{min}$:

$$N^{в}_{min} = N_c - 0{,}5\sqrt{T_D^2 + T_d^2} = 87 - 0{,}5\sqrt{30^2 + 30^2} \approx 65{,}8 \text{ мкм};$$

$$N^{в}_{max} = N_c + 0{,}5\sqrt{T_D^2 + T_d^2} = 87 + 0{,}5\sqrt{30^2 + 30^2} \approx 108{,}2 \text{ мкм}.$$

8. Определяем усилие запрессовки по формуле (1.121)

$$R_п = f_п p_{max} \pi d l = 0{,}096 \cdot 10{,}3 \cdot 10^7 \cdot 3.14 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 131 \cdot 10^3 \text{Н},$$

где $f_п = 1{,}2\, f = 1{,}2 \cdot 0{,}08 = 0{,}096$ (см. стр. 336); p_{max} по формуле (1.122)

$$p_{max} = \frac{(117 - 19{,}6)\, 10^{-6}}{60 \cdot 10^{-3}\left(\frac{0{,}76 + 2{,}43}{2 \cdot 10^{11}}\right)} \approx 10{,}3 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2.$$

Пример 2. По данным предыдущего примера выбрать стандартную посадку и определить необходимую температуру для сборки с разогревом охватывающей детали.

По аналогии с предыдущим примером

1. $[p_{min}] = \frac{2M_к}{\pi d^2_{н.\,с} l f} = \frac{2 \cdot 650}{3{,}14\,(60 \cdot 10^{-3})^2 70 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}14} \approx 1{,}17 \cdot 10^7$ Н/м^2,

где $f = 0{,}14$ выбрано из табл. 1.104 для случая применения термических методов сборки.

2. $c_1 = 0{,}76$; $c_2 = 2{,}43$; $N'_{min} = 11{,}4$ мкм.
3. $[N_{min}] = 41$ мкм.
4. $[p_{max}] = 13 \cdot 10^7$ Н/м^2.
5. $N'_{max} = 124$ мкм.
6. $[N_{max}] = 135$ мкм.
7. По табл. 1.49 подбираем посадку, для которой $N_{min} > 41$ мкм и $N_{max} \leqslant 135$ мкм. Посадка может остаться прежней, так как условие (1.119) не изменилось.

Итак, $\varnothing 60 \frac{H7}{u7}\left(\frac{+0{,}030}{+0{,}117}{+0{,}087}\right)$.

8. Определяем температуру нагрева охватывающей детали при температуре помещения для сборки $t_{сб} = 20°$ С по формуле (1.105)

$$t_н = \frac{N_{max} + S_{сб}}{\alpha d} + t_{сб} = \frac{0{,}117 + 0{,}01}{11{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 60} + 20 = 204\ °\text{C} = 477\ \text{K},$$

где $S_{сб}$ принят равным S_{min} посадки $\varnothing 60 \frac{H7}{g6}$ (табл. 1.47); $\alpha = 11{,}5 \cdot 10^{-6}$ принят по табл. 1.62 для незакаленной стали.

Применение посадок с натягом

Посадки H/p; P/h — «легкопрессовые». Характеризуются минимальным гарантированным натягом. Установлены в наиболее точных квалитетах (валы 4—6-го, отверстия 5—7-го квалитетов). Применяются в таких случаях, когда крутящие моменты или осевые силы малы или случайное относительное смещение соединяемых деталей несущественно для их служебной роли; для соединения тонкостенных деталей, не допускающих больших деформаций; для центрирования тяжелонагруженных или быстровращающихся крупногабаритных деталей (с дополнительным креплением). Для деталей из цветных металлов и легких сплавов эти посадки по своему назначению аналогичны глухим посадкам

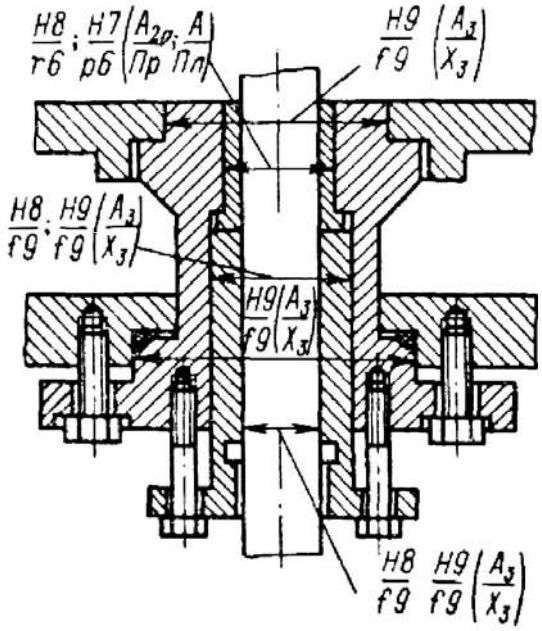


Рис. 1.69

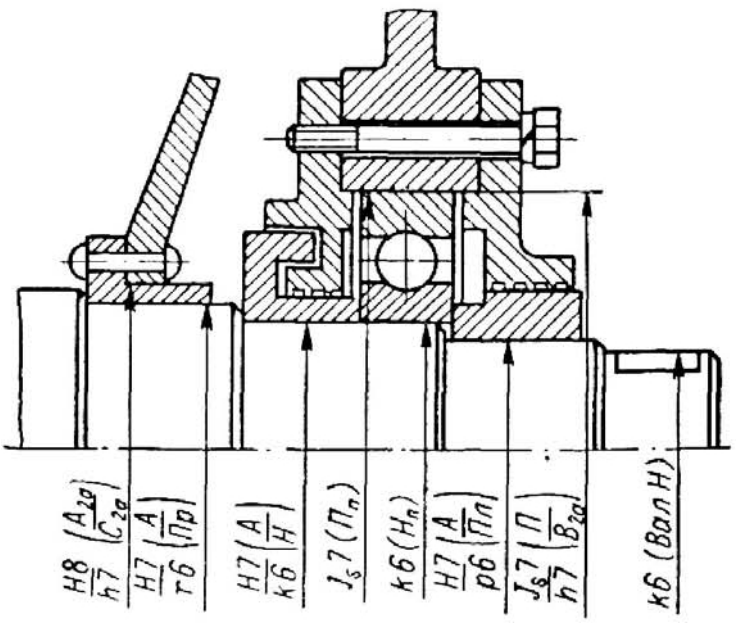


Рис. 1.70

в соединениях деталей из черных металлов. Валы с полями допусков $p5$, $p6$ и отверстия с полями допусков $P6$ и $P7$ применяются также для посадочных мест под подшипники качения.

Посадки $H7/p6$ ($A/Пл$) и $P7/h6$ являются предпочтительными для данного типа посадок. Примеры: клапанные седла в гнездах при работе в условиях вибраций (см. рис. 1.50), втулки и кольца в корпусах (рис. 1.69), втулки и шестерни передней бабки токарных станков, установочные кольца на валах электродвигателей (рис. 1.70), грунд-буксы в корпусах сальников, уплотнительные кольца на валах для фиксации положения внутреннего кольца подшипника качения, зубчатые колеса на валах редукторов, канатных барабанов и других валах с дополнительным креплением шпонкой.

Посадки повышенной точности $H6/p5$ и $P6/h5$ (в системе ОСТ аналогичных посадок не было) применяются в соединениях высокой точности, когда недопустимы значительные колебания натягов, например для соединений тонкостенных легко повреждаемых втулок при относительно больших длинах.

Посадки $H5/n4$ ($A_{09}/Пр1_{08}$) и $N5/h4$ ($Пр1_{09}/B_{08}$) имеют то же назначение, что и легкопрессовые посадки и применяются в особо точных соединениях.

Посадки H/r; H/s; H/t и R/h; S/h; T/h — «прессовые средние». Характеризуются умеренными гарантированными натягами в пределах $(0{,}0002 \div 0{,}0006)d_{н.с}$, обеспечивающими передачу нагрузок средней величины без дополнительного крепления. В некоторых случаях, когда применение посадок с большими натягами недопустимо по условиям прочности деталей, посадки данной группы применяются и в соединениях, воспринимающих тяжелые нагрузки, но с дополнительным креплением. Посадки H/r и R/h для деталей из цветных металлов и легких сплавов, а при размерах свыше 80 мм и для деталей из черных

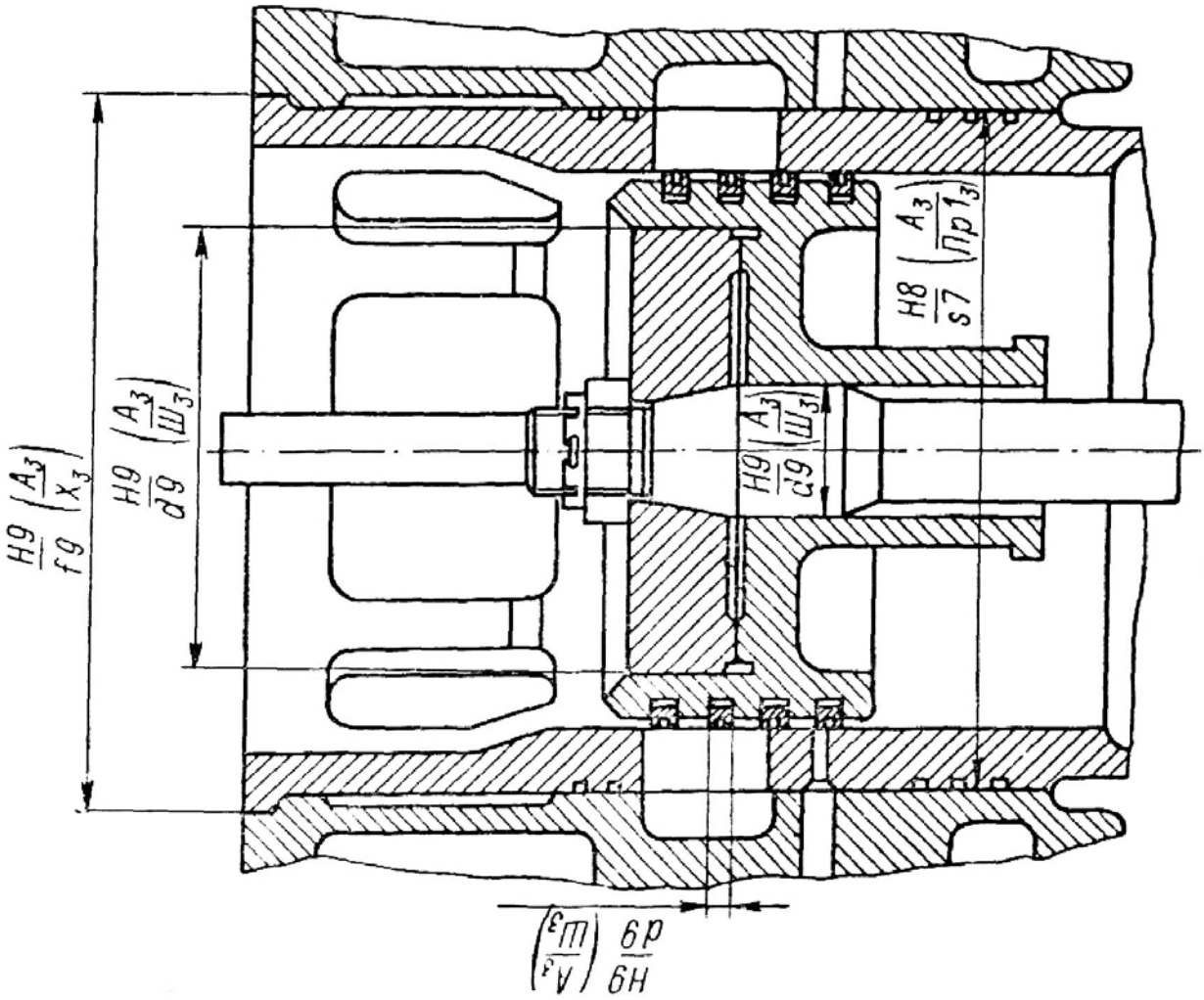


Рис. 1.72

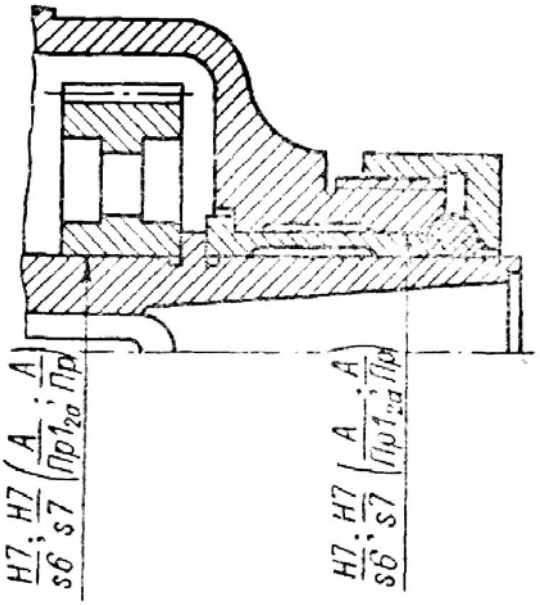


Рис. 1.71

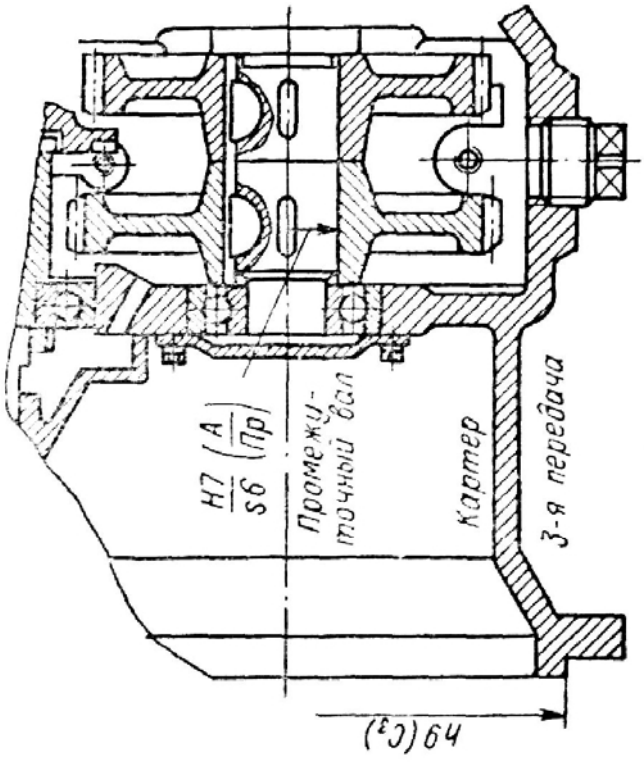


Рис. 1.73

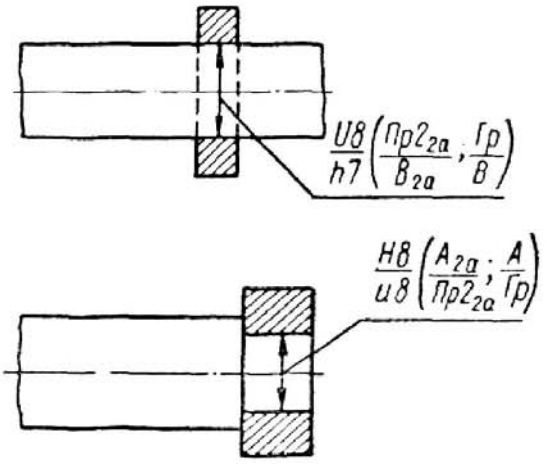


Рис. 1.76

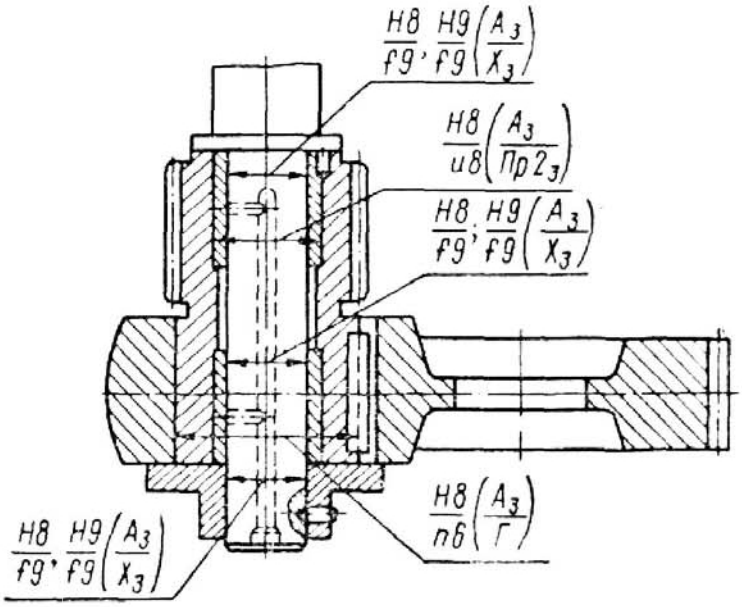


Рис. 1.77

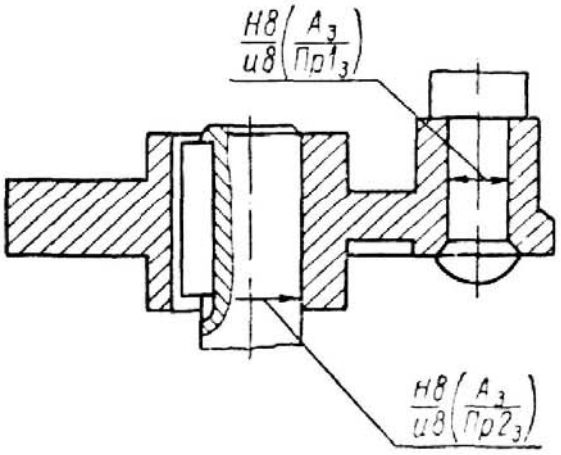


Рис. 1.78

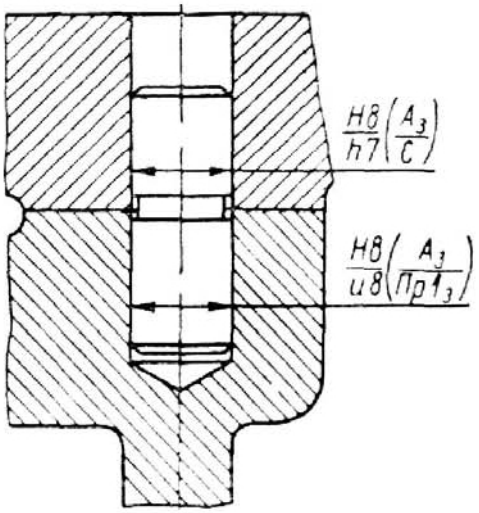


Рис. 1.79

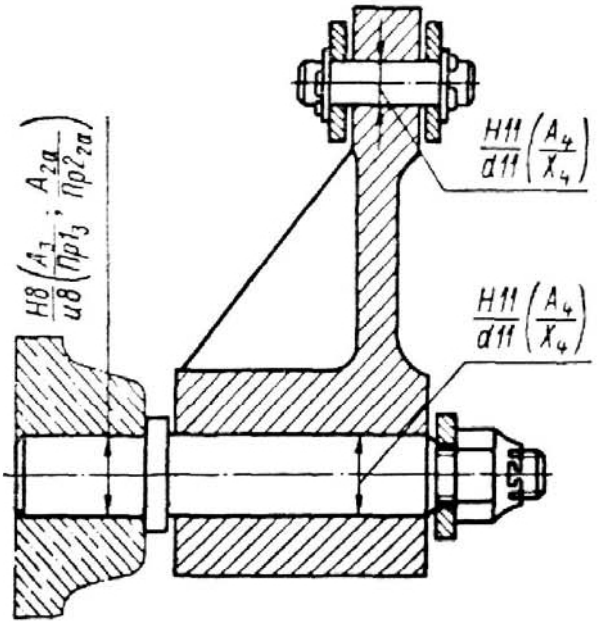


Рис. 1.80

металлов по назначению аналогичны легкопрессовым посадкам. Посадки с натягами средней величины характеризуются, как правило, наличием упругих деформаций соединяемых деталей. Установлены для относительно высоких точностей деталей (валы 5—7-го, отверстия 6—7-го квалитетов) и обычно не требуют предварительной сортировки деталей по размерам перед сборкой. Сборка соединений возможна как под прессом, так и способом термических деформаций. В посадках этой группы допуск отверстия принимают обычно на один квалитет грубее, чем вала.

Посадки средней точности $H7/r6$ ($A/Пр$ при $d_{н.с} \leqslant 80$ мм и $A/Пл$ при $d_{н.с} \geqslant 80$ мм); $H7/s6$ ($A/Пр$ при $d_{н.с} \geqslant 80$ мм); $H8/s7$ ($A_{2a}/Пр1_{2a}$); $H7/t6$ (в системе ОСТ соответствующей посадки не было) и $R7/h6$, $S7/h6$ (обе соответствуют посадке $Пр$/В); $T7/h6$ (в системе ОСТ соответствующей посадки не было). Предпочтительными в этой группе являются посадки $H7/r6$ и $H7/r6$. Примеры: втулки подшипников скольжения в гнездах при тяжелых и ударных нагрузках — в крышке корпуса пневматической машинки для сверления (рис. 1.71), в головке шатуна компрессора (см. рис. 1.61), в зубчатых колесах на валах коробок скоростей токарных станков; постоянные кондукторные втулки, фиксаторы и упоры в приспособлениях; вентилятор на валу кранового электродвигателя; гильза цилиндра поршневого насоса, цилиндровая гильза в корпусе золотникового устройства (рис. 1.72); зубчатые колеса на промежуточном валу в коробках передач грузовых автомобилей с дополнительным креплением шпонкой (рис. 1.73); шестерня на валу масляного насоса трактора с дополнительным креплением шпонкой (рис. 1.74); червячное колесо на валу редуктора (крепление шпонкой) и бронзовые зубчатые венцы червячных колес на чугунных центрах с дополнительным креплением винтами (рис. 1.75).

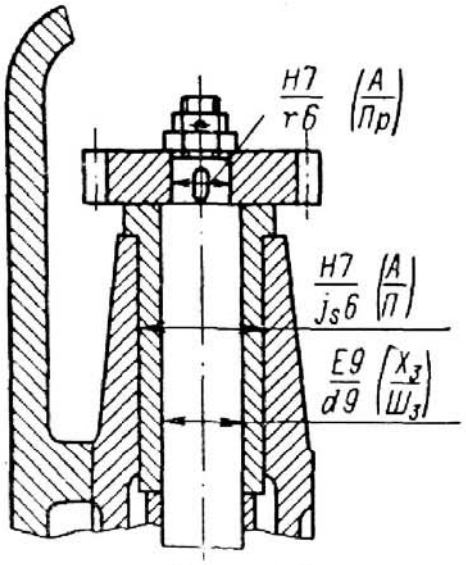


Рис. 1.74

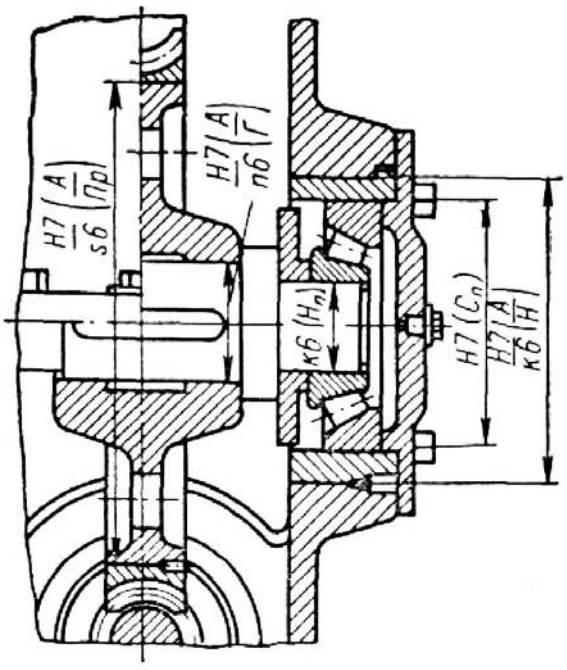
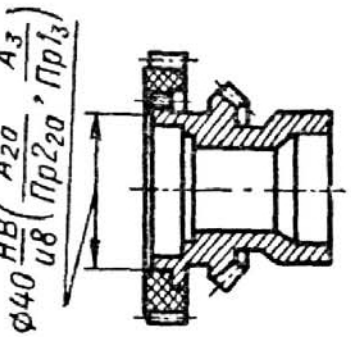
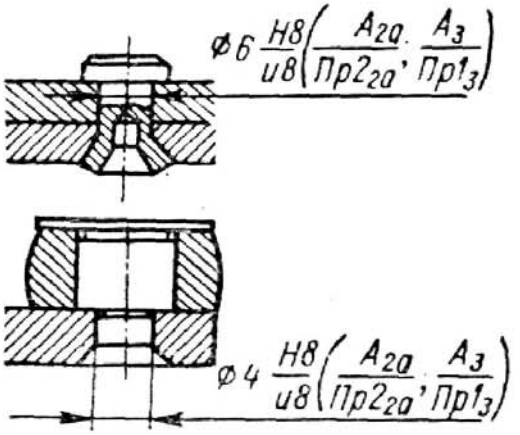


Рис. 1.75

Посадки повышенной точности $H6/r5$ ($A_1/Пр1_1$); $H6/s5$ ($A_1/Пр2_1$) применяются для точных соединений, требующих достаточной прочности без дополнительного крепления при недопустимости значительных колебаний натягов, например для втулок на валах электромашин, упорных дисков на роторах турбин и др.

Посадки H/u; H/x; H/z и U/h — «прессовые тяжелые». Характеризуются большими гарантированными натягами $(0{,}001 \div 0{,}002)\, d_{н.с}$. Предназначены для соединений, на которые воздействуют тяжелые, в том числе и динамические нагрузки. Применяются, как правило, без дополнительного крепления соединяемых деталей. При столь больших натягах возникают в основном упруго-пластические и пластические деформации. Детали должны быть проверены

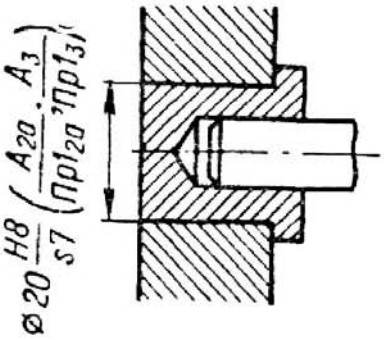
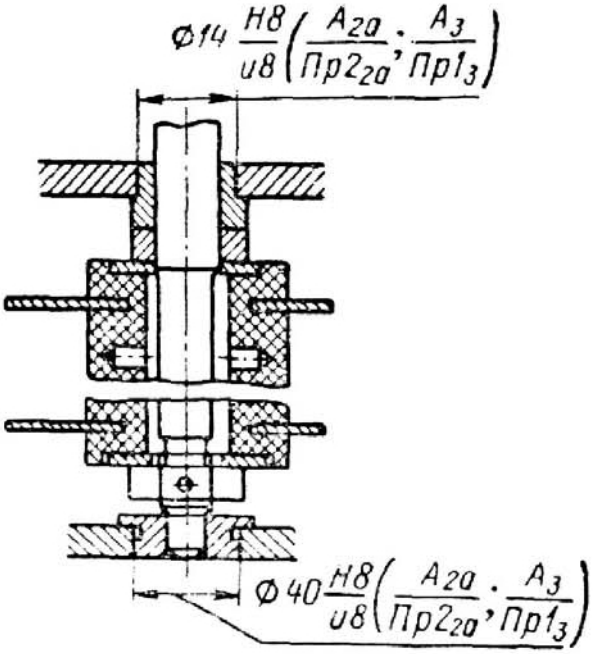
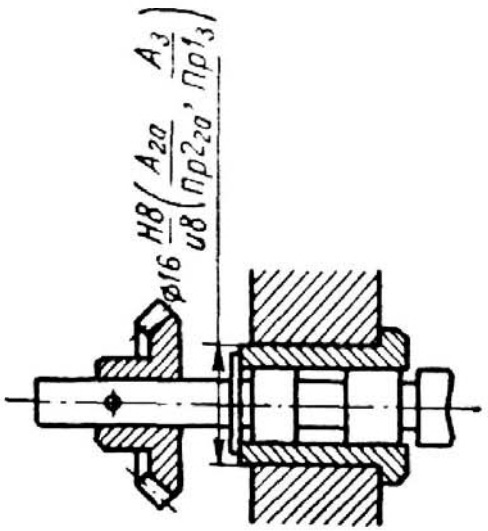
Продолжение табл. 1.109

Эскиз	Область применения
	Соединение текстолитового зубчатого колеса со втулкой. Необходимо дополнительное крепление винтами ввиду незначительной длины соединения и применения колеса из неметаллического материала
	Сочетание посадки с натягом с развальцовкой деталей, примененной ввиду незначительной длины соединения. Вместо развальцовки может быть применено расклепывание

на прочность. Рекомендуется опытная проверка выбранных посадок, особенно в массовом производстве. Сборка обычно осуществляется методами термических деформаций, но применяется и продольная запрессовка. В отдельных случаях детали перед сборкой сортируются и подбираются по размерам. Для посадок с большими натягами предусмотрены относительно широкие допуски деталей (8-го, иногда 7-го квалитета). В отдельных случаях с целью получения большей прочности соединения и повышения гарантированного натяга допуск основного отверстия или основного вала может быть ужесточен на один квалитет.

Посадки H7/u7 (A/Гр); H8/u8 (A_{2a}/$Пр2_{2a}$); U8/h7 ($Пр2_{2a}$/B_{2a}; Гр/B) получили наибольшее применение из числа тяжелых прессовых посадок, в особенности посадка *H8/u8*. Примеры: дисковые и тарельчатые несъемные муфты на концах валов, зубчатые бронзовые венцы на стальных центрах, вагонные колеса на осях, бурты на валах (рис. 1.76), стальные бандажи на разъемных центрах, установочные штифты в станочных приспособлениях, втулка поворотного кулака трактора, короткие втулки в ступицах зубчатых колес (рис. 1.77), пальцы эксцентриков кривошипно-шатунного аппарата уборочных машин, втулка рычага очистки зерноуборочного комбайна, металлокерамические втулки подшипников в сельскохозяйственном машиностроении, соединения пальца кривошипа с диском и кривошипных дисков с валами сельскохозяйственных машин (рис. 1.78), кривошипные диски лебедок (см. рис. 1.70), элемент соединения ходовой части породопогрузочной машины (рис. 1.79), ось подъемного устройства комбайна для тонких пластов (рис. 1.80) и др.

1.109. Примеры применения посадок с натягом в приборостроении [34]

Эскиз	Область применения
	Запрессовка стальной втулки в силуминовый корпус. Дополнительное крепление не применяется
	Запрессовка стальных втулок ножевого переключателя в силуминовые платы. Несмотря на уменьшенную по сравнению с обычной длину соединения, оно получается достаточно прочным и не требует дополнительного крепления
	Стальная втулка запрессована в силуминовый корпус. Для получения хороших результатов следует вести сборку с сортировкой втулок по размеру 16 мм. Натяги, близкие к верхнему пределу, могут привести к деформации втулки и искажению посадки валика во втулке (посадки движения). Возможна замена предпочтительной посадкой *H7/s6*, при которой нет необходимости в сортировке, но ужесточаются условия изготовления отверстия и втулки

Посадки $H8/x8$ (соответствует $A_з/Пр2_з$ при $d_{н.с} \leqslant 50$ мм и $A_з/Пр3_з$ при $d_{н.с} \geqslant 50$ мм) и $H8/z8$ (соответствует $A_з/Пр3_з$ при $d_{н.с} \leqslant 100$ мм) применяются в соединениях, подверженных переменным нагрузкам, ударам и вибрациям, и для деталей, допускающих большие напряжения материала. Примеры: контактные кольца на изоляции в малых и средних электрических машинах (рис. 1.81), кривошипные пальцы в дисках кривошипов паровых лебедок (см. рис. 1.48), втулки на валах эксцентрикового пресса (см. рис. 1.33), металлокерамическая втулка в корпусе сцепления трактора, соединение безребордного кранового колеса с валом и тяги с кольцом универсального реверса в грузоподъемных машинах, соединения стальных деталей с деталями из легких сплавов и пластмасс.

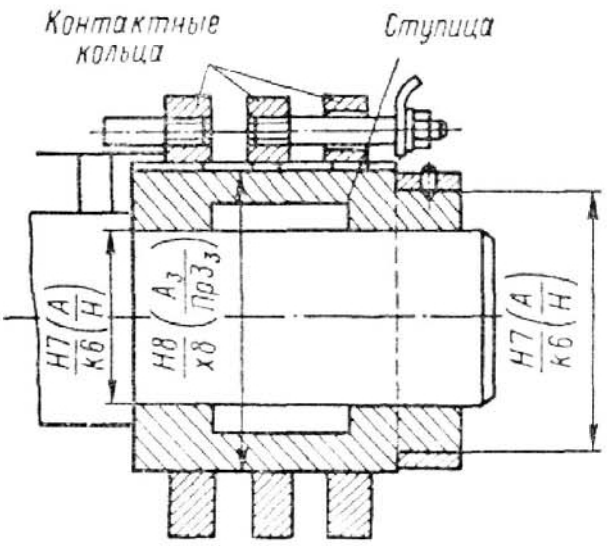


Рис. 1.81

Примеры применения посадок с натягом в приборостроении приведены в табл. 1.109.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПОСАДОК ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В РАЙОНАХ С ХОЛОДНЫМ КЛИМАТОМ[1]

При выборе и расчете посадок для изделий, работающих в районах с холодным климатом (диапазон температуры окружающей среды от $-60°$ С до $+20°$ С), необходимо обеспечить работоспособность соединений во всем указанном диапазоне температур. Имеются в виду те соединения, детали которых в процессе эксплуатации приобретают температуру окружающей среды.

Если известна посадка, обеспечивающая работу соединения при нормальной температуре (20° С) — исходная посадка, то расчет посадки для работы в условиях холодного климата производят исходя из следующего положения: предельные зазоры или натяги в соединении как при $t = -60°$ С, так и при $t = +20°$ С не должны выходить за предельные зазоры или натяги исходной посадки $\left(S^н_{min};\ S^н_{max};\ N^н_{min};\ N^н_{max}\right)$.

Расчетные предельные зазоры или натяги $\left([S^x_{min}], [S^x_{max}], [N^x_{min}], [N^x_{max}]\right)$, удовлетворяющие этому положению, определяются согласно формулам, приведенным в табл. 1.110.

Предварительно определяют температурное изменение посадки Δ_t — изменение зазора или натяга, вызванное колебанием температуры в пределах всего диапазона эксплуатационных температур (80° С),

$$\Delta_t = d_{н.с} (\alpha_D - \alpha_d)\, 80, \qquad (1.125)$$

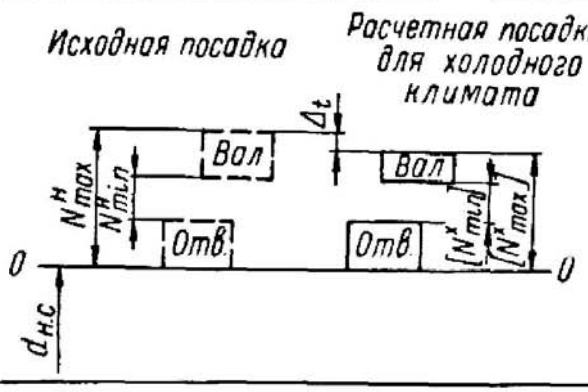
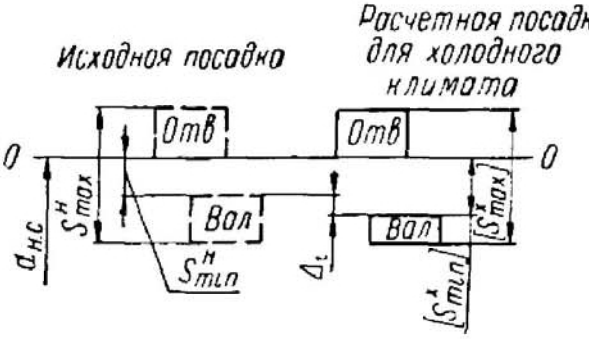
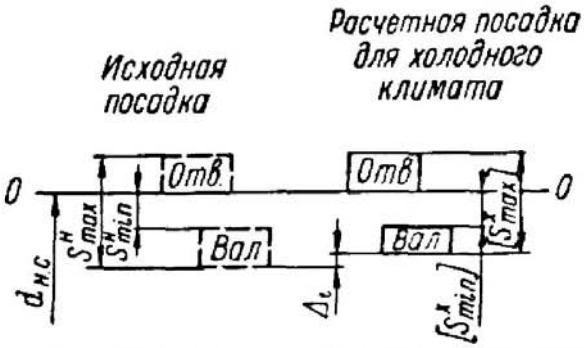
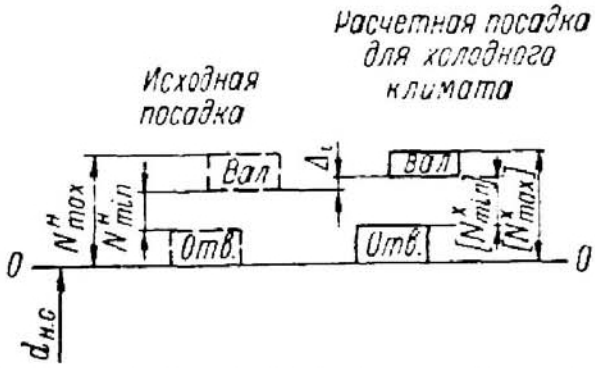
где α_D; α_d — коэффициенты линейного расширения детали с отверстием и вала в диапазоне эксплуатационных температур; эти значения для некоторых наиболее часто применяемых в машиностроении групп материалов приведены в табл. 1.111.

Для удобства расчетов температурное изменение посадки Δ_t может быть представлено в виде

$$\Delta_t = d_{н.с} K, \qquad (1.126)$$

[1] Излагается по ГОСТ 14892—69 «Машины, приборы и другие технические изделия, предназначенные для эксплуатации в районах с холодным климатом. Общие технические требования».

1.110. Формулы для расчета предельных зазоров и натягов в посадках изделий, эксплуатируемых в районах с холодным климатом (по ГОСТ 14892—69)

Значения коэффициента K	Группа посадок	Формулы	Схемы посадок
$K > 0$	С зазором	$[S^{x}_{min}] = S^{н}_{min} + \Delta_t$ $[S^{x}_{max}] = S^{н}_{max}$	
	С натягом и переходные	$[N^{x}_{min}] = N^{н}_{min}$ $[N^{x}_{max}] = N^{н}_{max} - \Delta_t$	
$K < 0$	С зазором	$[S^{x}_{min}] = S^{н}_{min}$ $[S^{x}_{max}] = S^{н}_{max} + \Delta_t$	
	С натягом и переходные	$[N^{x}_{min}] = N^{н}_{min} - \Delta_t$ $[N^{x}_{max}] = N^{н}_{max}$	

Примечание. $S^{н}_{min}$; $S^{н}_{max}$; $N^{н}_{min}$; $N^{н}_{max}$ — наименьший и наибольший зазоры и натяги исходной посадки (для эксплуатации при нормальной температуре); $[S^{x}_{min}]$; $[S^{x}_{max}]$; $[N^{x}_{min}]$; $[N^{x}_{max}]$ — расчетные значения наименьшего и наибольшего зазоров и натягов посадки для эксплуатации в районах с холодным климатом. Значения K см. в табл. 1.112; значение Δ_t — по формуле (1.126).

1.111. Средние значения коэффициентов линейного расширения в диапазоне температур от −60° С до +20° С (по ГОСТ 14892—69)

Наименование материалов	Марки материалов	$\alpha \cdot 10^6$, град$^{-1}$
Конструкционные стали с содержанием легирующих элементов до 8%	Все марки по действующим стандартам	10,8
Чугуны серые, высокопрочные и ковкие		10,0
Латуни	Л68, Л63, ЛС59-1	18,1
Бронзы	БрОФ7-0,2; БрОФ6,5-0,4; БрОФ6,5-0,15; БрОЦС4-4-2,5; БрАЖ9-4; БрАЖ9-4Л	17,1
Алюминиевые сплавы	АЛ2, АЛ4, АЛ6, АЛ9, АМг, АМЦ, Д16, Д1, В94, АК8	20,8

где $K = (\alpha_D - \alpha_d)\,80$ является безразмерным коэффициентом, значения которого для наиболее характерных сочетаний материалов сопрягаемых деталей приведены в табл. 1.112.

1.112. Коэффициенты K для расчета температурного изменения посадок в условиях холодного климата (по ГОСТ 14892—69)

Материалы охватывающих деталей	Материалы валов				
	Алюминиевые сплавы	Латуни	Бронзы	Стали	Чугуны
Алюминиевые сплавы	0	0,00022	0,00030	0,00080	0,00086
Латуни	−0,00022	0	0,00008	0,00058	0,00065
Бронзы	−0,00030	−0,00008	0	0,00050	0,00057
Стали	−0,00080	−0,00058	−0,00050	0	0,00006
Чугуны	−0,00086	−0,00065	−0,00057	−0,00006	0

При $K > 0$ (соответствует условию, когда $\alpha_D > \alpha_d$) с понижением температуры зазор уменьшается, а натяг увеличивается. Поэтому при расчете корректируется значение наименьшего зазора или наибольшего натяга. При $K < 0$ ($\alpha_D < \alpha_d$) с понижением температуры зазор увеличивается, а натяг уменьшается; корректируется значение наибольшего зазора или наименьшего натяга.

Если известны предварительно определенные расчетные значения зазоров или натягов для исходной посадки при нормальной температуре ($[S^{н}_{min}]$, $[S^{н}_{max}]$, $[N^{н}_{min}]$, $[N^{н}_{max}]$), то расчет посадки для работы в условиях холодного климата целесообразно вести по этим значениям, подставляя их в формулы табл. 1.110 вместо предельных зазоров и натягов исходной посадки.

По расчетным значениям производится выбор стандартной посадки, причем компенсация температурного изменения посадки осуществляется за счет сокращения допуска на изготовление одной или обеих сопрягаемых деталей. Для большего приближения к характеру исходной посадки рекомендуется также повышать

требования к шероховатости поверхностей деталей, работающих в условиях холодного климата: оно должно быть вдвое меньше значения параметра шероховатости, по сравнению с деталями, работающими при нормальной температуре.

Если требуемое сокращение допусков велико и приводит к чрезмерному усложнению производства, то следует рассмотреть возможность подбора посадки, предельные зазоры или натяги которой выходят за расчетные значения, определенные по формулам табл. 1.110. При этом, если предельный зазор или натяг выбранной посадки выходит за скорректированную расчетную границу исходной посадки, то допустимость этого выхода должна быть проверена при $t = -60°$ С с учетом условий работы конструкции. Если предельный зазор или натяг выходит за нескорректированную границу исходной посадки, то допустимость этого выхода должна быть проверена при $t = +20°$ С.

Если ни одним из указанных способов нельзя компенсировать температурное изменение посадки, то следует рассмотреть возможность подбора материалов сопрягаемых деталей с меньшей разницей коэффициентов линейного расширения.

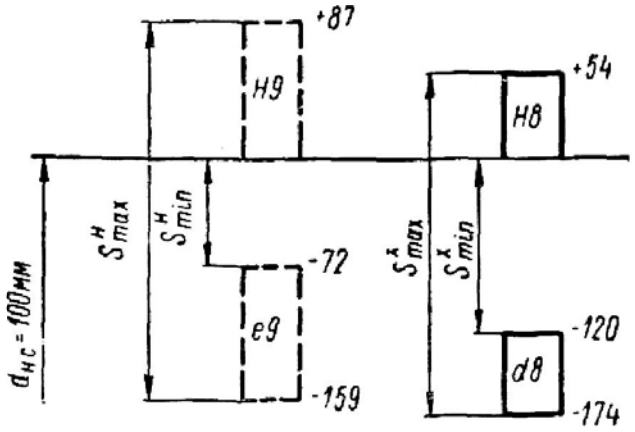


Рис. 1.82

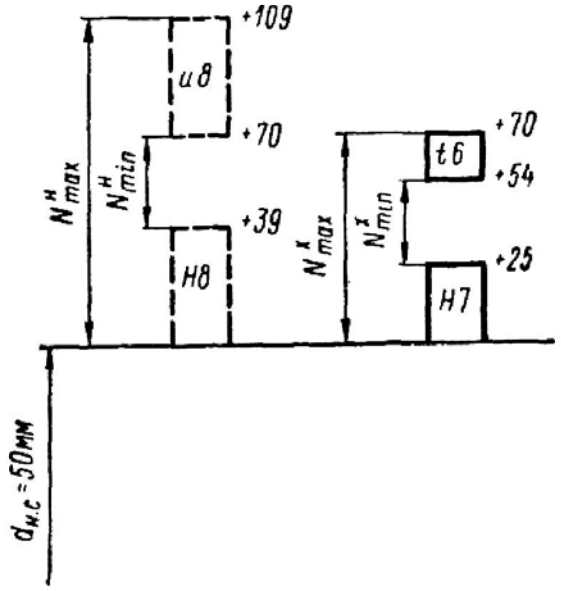


Рис. 1.83

Пример 1. Для соединения вала со втулкой принята исходная посадка ⌀ 100 *H9/e9* (рис. 1.82). Материал втулки — бронза, материал вала — конструкционная сталь. Определить посадку для эксплуатации в условиях холодного климата.

По табл. 1.47 предельные зазоры исходной посадки: $S^н_{min} = 72$ мкм; $S^н_{max} = 246$ мкм.

По табл. 1.112 $K = 0{,}0005$ $(K > 0)$. По формуле (1.126) $\Delta_t = d_{н.с} \cdot K = 100 \cdot 0{,}0005 = 0{,}05$ мм $= 50$ мкм.

По формулам табл. 1.110: $[S^х_{min}] = 72 + 50 = 122$ мкм; $[S^х_{max}] = S^н_{max} = 246$ мкм.

По табл. 1.47 этим значениям соответствует посадка *H8/d8*, для которой $S^х_{min} = 120$ мкм; $S^х_{max} = 228$ мкм (рис. 1.82).

Пример 2. Для соединения вала с корпусом принята исходная посадка ⌀ 50 *H8/u8* (рис. 1.83). Материал корпуса — алюминиевый сплав, материал вала — конструкционная сталь. Определить посадку для эксплуатации в условиях холодного климата.

По табл. 1.49 предельные натяги исходной посадки: $N^н_{min} = 31$ мкм; $N^н_{max} = 109$ мкм.

По табл. 1.112 $K = 0{,}0008$ $(K > 0)$. По формуле (1.130) $\Delta_t = d_{н.с} K = 50 \cdot 0{,}0008 = 0{,}04$ мм $= 40$ мкм. По формулам табл. 1.110: $[N^х_{min}] = N^н_{min} = 31$ мкм; $[N^х_{max}] = 109 - 40 = 69$ мкм.

По табл. 1.49 этим расчетным значениям соответствует посадка *H7/t6*, для которой $N^x_{min} = 29$ мкм; $N^x_{max} = 70$ мкм. Выходами на 1—2 мкм за расчетные значения можно пренебречь.

Список литературы

1. **Апарин Г. А., Городецкий И. Е.** Допуски и технические измерения. — М.: Машгиз, 1956.
2. **Берникер Е. И.** Посадки с натягом. — Л.: Машиностроение, 1966.
3. **Бородачев Н. А.** Обоснование методики расчета допусков и ошибок кинематических цепей. — М.: Изд-во АН СССР. Ч. 1, 1943; ч. 2, 1946.
4. **Внедрение** единой системы допусков и посадок для стран — членов СЭВ: Материалы семинара. — МДНТП, 1976.
5. **Гостев В. Н., Мягков В. Д.** Выбор посадок из предпочтительных полей допусков. Справочное руководство. — Л.: Машиностроение, 1971.
6. **Детали** машин. Расчет и конструирование: Справочник /Под ред. Н. С. Ачеркана. — М.: Машиностроение, 1968. Т. 1, 440 с; Т. 2, 408 с.
7. **Дмитриев А. М.** Расчет допусков формы для деталей прессовых соединений. — Вестник машиностроения, 1965, № 10.
8. **Добровольский В. А., Заблонский К. И.** и др. Детали машин. — Москва—Киев: Машгиз, 1962.
9. **Долматовский Г. А.** Справочник технолога по обработке металлов резанием. — М.: Машгиз, 1962.
10. **Дунин-Барковский И. В.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. — 2-е изд. — М.: Машиностроение, 1975.
11. **Дунин-Барковский И. В., Смирнов Н. В.** Теория вероятностей и математическая статистика в технике. — М.: Гостехиздат, 1955.
12. **Дьячков А. К.** Подшипники скольжения жидкостного трения. — М.: Машгиз, 1959.
13. **Захарян Р. О.** Вероятностные расчеты при выборе посадок в сопряжениях машин. — Ереван: Айпертрат, 1962.
14. **Кобрин М. М.** Прочность прессовых соединений при повторно-переменной нагрузке. — М.: Машгиз, 1955.
15. **Кован В. Н.** Основы технологии машиностроения. — М.: Машгиз, 1959.
16. **Коровчинский М. В.** Теоретические основы работы подшипников скольжения. — М.: Машгиз, 1959.
17. **Кутай А. К.** Взаимозаменяемость, допуски и посадки в приборостроении. — М.—Л.: Машгиз, 1948.
18. **Лесохин А. Ф.** Допуски, посадки и технические измерения. — М.: Машгиз, 1959.
19. **Лукашевич Г. И.** Прочность прессовых соединений с гальваническими покрытиями и методика их расчета. — Укртехиздат, 1961.
20. **Марков Н. Н., Кайнер Г. Б., Сацердотов П. А.** Погрешность и выбор средств при линейных измерениях. — М.: Машиностроение, 1967.
21. **Марков Н. Н., Сацердотов П. А.** Погрешности от температурных деформаций при линейных измерениях. — М.: Машиностроение, 1976.
22. **Материалы** в машиностроении/ Под ред. И. В. Кудрявцева. — М.: Машиностроение. Т. 1—5, 1967—1969.
23. **Материалы** по изучению международной системы допусков и посадок ИСО. —М.: Изд-во стандартов, 1974.
24. **Мягков В. Д.** Допуски и посадки. Справочник. — М.—Л.: Машиностроение, 1966.
25. **Мягков В. Д.** Краткий справочник конструктора. — 2-е изд. — М.—Л.: Машиностроение, 1975.
26. **Петров Н. П.** Трение в машинах. — М.: Изд-во АН СССР, 1948.
27. **Поздов И. Н.** Новое в расчете подвижных посадок. — Известия вузов, 1969, № 10.
28. **Приборостроение** и средства автоматики. Справочник/ Под ред. Б. А. Тайца. — М.: Машгиз. Т. 1. 1963.
29. **Разработка** и внедрение единой для стран — членов СЭВ системы допусков и посадок: Материалы первого всесоюзного симпозиума. — М.: Изд-во стандартов, 1976.
30. **Плуталов В. Н.** Новый метод выбора посадок в подвижных соединениях. Взаимозаменяемость и технические измерения в машиностроении. — Вып. 6. — Л.: Машиностроение, 1972.
31. **Рекомендации** по внедрению стандартов СЭВ на допуски и посадки гладких соединений (ЕСДП СЭВ). Разработаны Бюро взаимозаменяемости. — М.: Изд-во стандартов, 1980.
32. **Решетов Д. Н.** Детали машин. — М.: Машиностроение, 1975.
33. **Серенсен С. В., Тетельбаум И. М.** и др. Динамическая прочность в машиностроении. М.—Л.: Машгиз, 1945.

34. **Смирнов А. С.** Допуски и посадки в приборостроении. — Л.: Судпромгиз, 1958 и 1964; Л.: Машиностроение, 1968.
35. **Смирнов А. С.** Технологичность деталей в приборостроении. — Л.: Судпромгиз, 1961.
36. **Смирнов-Аляев Г. А., Вайнтрауб Д. А.** Холодная штамповка в приборостроении — М.—Л.: Машгиз, 1950.
37. **Соколовский А. П.** Курс технологии машиностроения. М.—Л.: Машгиз. Т. 1, 1947; т. 2, 1949.
38. **Справочник** контролера машиностроительного завода /Под ред. А. И. Якушева. — М.: Машиностроение, 1980.
39. **Справочник** машиностроителя. В 3-х томах. — М.: Машгиз, 1951.
40. **Справочник** машиностроителя. В 6-ти томах. — М.: Машиностроение, 1962—1964.
41. **Справочник** по производственному контролю в машиностроении /Под ред. А. К. Кутая. Л.: Машиностроение, 1975.
42. **Справочник** технолога-машиностроителя/ Под ред. В. Н. Кована — М.: Машгиз. Т. 1 и 2. 1956.
43. **Справочник** химика. — М.: Гостехиздат, 1952.
44. **Якобсон М. О.** Технология станкостроения. — М.—Л.: Машгиз, 1960.
45. **Якушев А. И.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. — 3-е изд. — М.: Машиностроение, 1974.
46. **Якушев А. И., Дунин-Барковский И. В., Чекмарев А. А.** Взаимозаменяемость и качество машин и приборов. — М.: Изд-во стандартов, 1967.
47. **Романовский В. П.** Справочник по холодной штамповке. — М.—Л.: Машгиз, 1958.
48. **Чернавский С. А.** Подшипники скольжения. — М.: Машгиз, 1963.
49. **Стандарты** и руководящие материалы станкостроительной, приборостроительной и других отраслей промышленности, действующие на конец 1981 г.
50. **Методика** и практика стандартизации. Под ред. В. В. Ткаченко. — М.: Изд-во стандартов, 1971.
51. **Берникер Е. И.** О расчете давления на контактных поверхностях соединений с натягом. — Вестник машиностроения, 1979, № 10, с. 34—35.

Глава 2. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ

Точность геометрических параметров деталей, как отмечалось в п. 1.1, характеризуется точностью не только размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонения (погрешности) формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; неравномерности припуска на обработку; неоднородности материала заготовки и т. п. В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей вследствие повышенного удельного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шумообразованию и т. д. При работе механизмов с использованием направляющих, копиров, кулачков и т. д. в связи с искажением заданных геометрических профилей также снижаются их точности. В неподвижных и плотных подвижных соединениях отклонения формы и расположения поверхностей вызывают неравномерность натягов или зазоров, вследствие чего снижаются прочность соединения, герметичность и точность центрирования.

При увеличении нагрузок, скоростей, рабочих температур, характерных для современных машин и приборов, воздействие отклонений формы и расположения поверхностей усиливается.

Отклонения формы и расположения поверхностей снижают не только эксплуатационные, но и технологические показатели изделий. Так, они существенно влияют на точность и трудоемкость сборки и повышают объем пригоночных операций, снижают точность измерения размеров, влияют на точность базирования детали при изготовлении и контроле.

Таким образом, для обеспечения требуемой точности параметров изделия, его работоспособности и долговечности в рабочих чертежах деталей необходимо указание не только предельных отклонений размеров, но и в необходимых случаях допусков формы и расположения поверхностей. Правильное и более полное нормирование точности формы и расположения поверхностей, способствующее повышению точности геометрии деталей при их изготовлении и контроле, является одним из основных факторов повышения качества машин и приборов.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ НА ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ И ДОПУСКОВ

Назначение допусков формы и расположения поверхностей должно производиться на основе государственных стандартов, перечисленных в табл. 2.1 и полностью соответствующих аналогичным стандартам СЭВ. ГОСТ 24642—81 и ГОСТ 2.308—79 соответствуют также международному стандарту ИСО 1101 [15], получившему применение во всех промышленно развитых странах мира. По сравнению с ранее действовавшими ГОСТами (см. табл. 2.1) новые стандарты содержат некоторые изменения в терминологии, количественной оценке

2.1. Стандарты на допуски формы и расположения

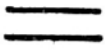
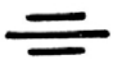
Номер ГОСТ и соответствующего СТ СЭВ; срок введения	Наименование стандарта	Номер стандарта, взамен которого введен новый стандарт
ГОСТ 24642—81 (СТ СЭВ 301—76) с 01.07.1981	Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения	ГОСТ 10356—63, разделы I и II
ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77) с 01.07.1981	Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения	ГОСТ 10356—63, раздел III
ГОСТ 14140—81 (СТ СЭВ 637—77) с 01.07.1981	Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски расположения осей отверстий для крепежных деталей	ГОСТ 14140—69
ГОСТ 25069—81 (СТ СЭВ 1911—79) с 01.07.1982	Основные нормы взаимозаменяемости. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей	Разработан впервые
ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76) с 01.01.1980	Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей	ГОСТ 2.308—68

и условных обозначениях отдельных допусков и в то же время расширяют возможности нормирования допусков формы и расположения за счет дополнительных показателей и степеней точности, рекомендаций по их выбору, правил указания допусков в чертежах. В новых стандартах в основном сохранена преемственность со старыми стандартами в части нормируемых характеристик геометрической точности, параметров для количественной оценки отклонений и допусков, правил обозначения допусков. Поэтому их введение не требует, как правило, изменения ранее разработанной конструкторской документации.

Классификация отклонений и допусков формы и расположения, а также принятая терминология приведены в табл. 2.2. В отличие от ГОСТ 10356—63 введена группа суммарных отклонений и допусков формы и расположения. Вместо термина «предельное отклонение формы» или расположения установлены термины «допуск формы» и «допуск расположения», причем для отдельных видов допусков принята так называемая позитивная терминология, например, «допуск прямолинейности». Применение кратких терминов с приставкой «не», например, «непрямолинейность» не рекомендуется.

Стандартные термины и назначаемые на их базе допуски не предопределяют применение каких-либо конкретных, строго определенных методов и средств измерения отклонений формы и расположения поверхностей. Допускаются любые методы и средства прямого или косвенного измерения этих отклонений, если они обеспечивают соблюдение допусков в соответствии со стандартными определениями. Более детальные сведения о методах и средствах измерения отклонений формы и расположения поверхностей приведены в работах [1, 13, 14, 23].

2.2. Классификация отклонений и допусков формы и расположения поверхностей (по ГОСТ 24642—81)

Группа отклонений и допусков	Наименование отклонения	Наименование допуска	Условный знак допуска по ГОСТ 2.308—79
Отклонения и допуски формы поверхностей *	Отклонение от прямолинейности	Допуск прямолинейности	
	Отклонение от плоскостности	Допуск плоскостности	
	Отклонение от круглости	Допуск круглости	
	Отклонение от цилиндричности	Допуск цилиндричности	
	Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	Допуск профиля продольного сечения	
Отклонения и допуски расположения поверхностей *	Отклонение от параллельности	Допуск параллельности	
	Отклонение от перпендикулярности	Допуск перпендикулярности	
	Отклонение наклона	Допуск наклона	
	Отклонение от соосности	Допуск соосности	
	Отклонение от симметричности	Допуск симметричности	

Продолжение табл. 2.2

Группа отклонений и допусков	Наименование отклонения	Наименование допуска	Условный знак допуска по ГОСТ 2.308—79
Отклонения и допуски расположения поверхностей *	Позиционное отклонение	Позиционный допуск	
	Отклонение от пересечения осей	Допуск пересечения осей	
Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей *	Радиальное биение	Допуск радиального биения	
	Торцовое биение	Допуск торцового биения	
	Биение в заданном направлении	Допуск биения в заданном направлении	
	Полное радиальное биение	Допуск полного радиального биения	
	Полное торцовое биение	Допуск полного торцового биения	
	Отклонение формы заданного профиля	Допуск формы заданного профиля	
	Отклонение формы заданной поверхности	Допуск формы заданной поверхности	

* Определения отдельных видов отклонений и допусков формы и расположения поверхностей, а также определения отдельных видов суммарных отклонений и допусков формы и расположения поверхностей приведены соответственно в п. 2.2 и 2.3.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Отклонением формы называется отклонение формы реальной поверхности (ограничивающей тело и отделяющей его от окружающей среды) от формы номинальной поверхности. Под номинальной понимается идеальная поверхность, форма которой задана чертежом или другой технической документацией. Отклонения формы могут рассматриваться и применительно к *профилю* — линии пересечения поверхности с плоскостью (обычно перпендикулярной к поверхности) или с заданной поверхностью.

Неровности, относящиеся к шероховатости поверхности (см. п. 2.5), в отклонения формы поверхности не включаются. При измерении отклонений формы исключение влияния шероховатости происходит за счет применения достаточно большого радиуса измерительного наконечника или электрических фильтров, не пропускающих высокочастотную составляющую измерительного сигнала [1, 13]. Волнистость поверхности (см. п. 2.2) относится к отклонениям формы. В тех случаях, которые предусмотрены техническими условиями, допускается устанавливать самостоятельные нормы на волнистость поверхности или на другие отклонения формы, остающиеся после исключения волнистости.

Отклонение формы оценивается по всей поверхности (по всему профилю) или на *нормируемом участке*, если заданы его площадь, длина или угол сектора, а в необходимых случаях и расположение его на поверхности. Если расположение нормируемого участка не задано, то его считают любым в пределах всей поверхности или профиля.

Отсчет отклонений формы поверхности производится от *прилегающей поверхности*, под которой понимается поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Отклонение формы профиля оценивается аналогично — от прилегающего профиля. Условие минимального значения отклонения в наиболее удаленной точке не распространяется на прилегающий цилиндр и прилегающую окружность, определения которых увязаны с понятием о предельных поверхностях, ограничивающих поле допуска размера. Определения отдельных видов прилегающих поверхностей и профилей приведены в табл. 2.3.

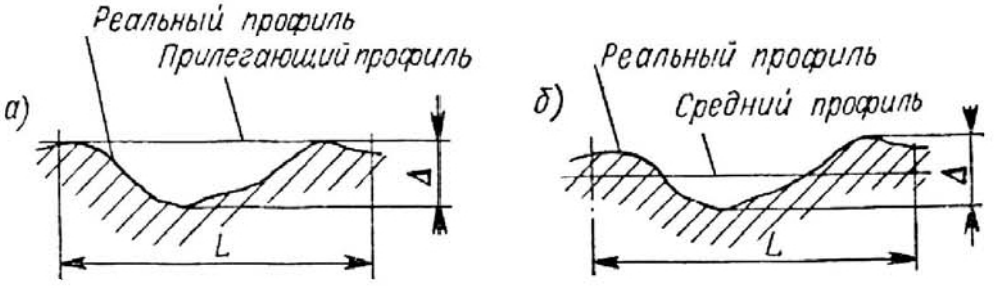
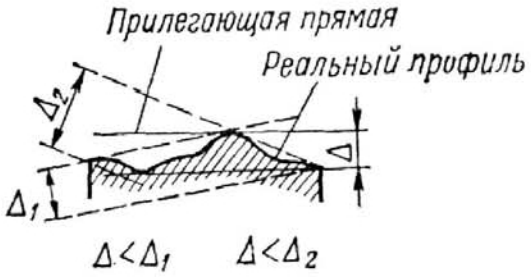
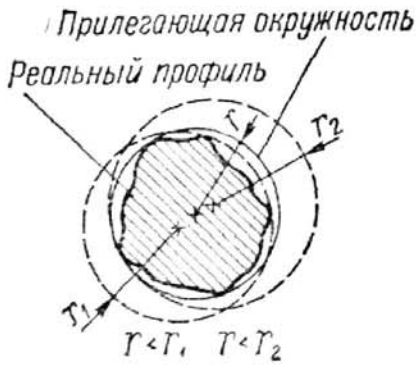


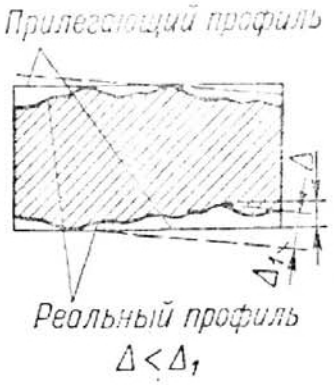
Рис. 2.1

Параметром для количественной оценки отклонения формы по ГОСТ 24642—81 является наибольшее расстояние Δ от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности по нормали к последней (рис. 2.1, *а*) в пределах участка *L*. При измерении отклонений формы допускается их оценка относительно *средней поверхности* или *среднего профиля*. Средняя поверхность имеет форму номинальной поверхности и расположена так, чтобы среднее квадратическое отклонение точек реальной поверхности от средней в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Аналогично определяется и средний профиль. Отклонение формы при отсчете от средней поверхности (профиля) равно сумме (Δ) абсолютных величин наибольших отклонений точек реальной поверхности по обе стороны от средней (рис. 2.1, *б*). Различия в отклонениях,

2.3. Определения прилегающих поверхностей и профилей—линий (по ГОСТ 24642—81)

Наименование прилегающего элемента	Определение	Эскиз
Прилегающая прямая	Прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имело минимальное значение (Δ)	
Прилегающая плоскость	Плоскость, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение	–
Прилегающая окружность: для вала	Окружность минимального диаметра ($2r$), описанная вокруг реального профиля наружной поверхности вращения	
для отверстия	Окружность максимального диаметра ($2r$), вписанная в реальный профиль внутренней поверхности вращения	

Продолжение табл. 2.3

Наименование прилегающего элемента	Определение	Эскиз
Прилегающий цилиндр: для вала	Цилиндр минимального диаметра, описанный вокруг реальной наружной поверхности	—
для отверстия	Цилиндр максимального диаметра, вписанный в реальную внутреннюю поверхность	—
Прилегающий профиль продольного сечения цилиндрической поверхности	Две параллельные прямые, соприкасающиеся с реальным профилем (двумя реальными образующими, лежащими в продольном сечении) и расположенные вне материала детали так, чтобы наибольшее отклонение точек образующих профиля от соответствующей стороны прилегающего профиля имело минимальное значение (Δ)	

измеренных относительно прилегающей и средней поверхностей, практически не превышают 5—10% [1, 13].

Допуском формы называется наибольшее допускаемое значение отклонения формы. Требования, определяемые допуском формы, геометрически поясняются понятием о поле допуска формы. *Поле допуска формы* — это область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности или реального профиля в пределах нормируемого участка.

Отдельные виды отклонений и допусков формы поверхностей и профилей рассмотрены в п. 2.2.

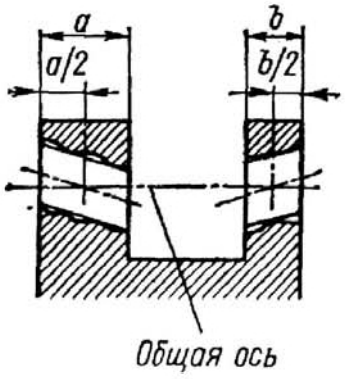
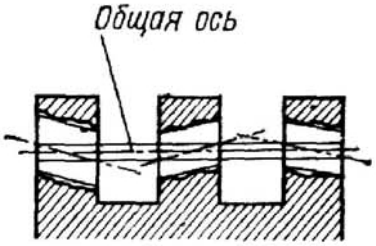
ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Отклонением расположения называется отклонение реального (действительного) расположения рассматриваемого элемента (поверхности, оси или плоскости симметрии) от номинального расположения. Под номинальным понимается расположение, определяемое номинальными линейными и угловыми размерами (координирующими размерами) между рассматриваемым элементом и базами. При определении номинального расположения плоских поверхностей координирующие размеры задают непосредственно от них. Для цилиндрических, конических и других поверхностей вращения, для резьбы, призматических пазов и выступов, симметричных групп поверхностей координирующие размеры обычно задают от их осей или плоскостей симметрии. В некоторых случаях номинальное расположение задается непосредственно изображением детали на чертеже без указания номинального размера между элементами. Таким способом задаются: требования

соосности, симметричности и совмещения элементов в одной плоскости (номинальный линейный координирующий размер равен нулю); требование параллельности (номинальный угол между элементами равен 0 или 180°); требование перпендикулярности (номинальный угол равен 90°). Реальное расположение элемента определяется действительными координирующими размерами.

Для оценки точности расположения поверхностей, как правило назначают *базы*. Базой может быть поверхность (например, плоскость), ее образующая или точка (например, вершина конуса, центр сферы). Если базой является поверхность вращения (например, цилиндрическая или коническая) или резьба, то в качестве базы рассматривают их ось. База определяет привязку детали к плоскости или оси координат, относительно которой задаются допуски расположения или определяется расположение нормируемого элемента. Базой может служить и сочетание нескольких элементов, например общая ось или общая плоскость симметрии нескольких элементов (табл. 2.4).

2.4. Общая ось и общая плоскость симметрии нескольких элементов (по ГОСТ 24642—81)

Термин	Определение	Эскиз
Общая ось двух поверхностей	Прямая, проходящая через оси рассматриваемых поверхностей вращения в их средних сечениях ($a/2$ и $b/2$)	
Общая ось нескольких поверхностей (более двух)	Прямая, относительно которой наибольшее отклонение осей рассматриваемых поверхностей вращения в пределах длины этих поверхностей имеет минимальное значение	
Общая плоскость симметрии двух или нескольких элементов	Плоскость, относительно которой наибольшее отклонение плоскостей симметрии рассматриваемых элементов в пределах длины этих элементов имеет минимальное значение	

В ряде случаев для правильной и однозначной оценки точности расположения отдельных элементов деталь должна быть ориентирована одновременно по двум или трем базам, образующим систему координат. Такая совокупность баз называется *комплектом баз*. Примером комплекта баз могут служить три взаимно перпендикулярные плоскости или ось поверхности вращения и перпендикулярная к ней плоскость. При назначении комплекта баз следует различать их последовательность в порядке убывания числа степеней свободы, отнимаемых ими у детали. Например, при трех взаимно перпендикулярных базовых плоскостях (рис. 2.2) первая *А* лишает деталь трех степеней свободы (установочная база); вторая *В* — двух (направляющая база), а третья *С* — одной степени свободы (опорная база) [1]. Базы или комплект баз и их последовательность должны назначаться конструктором с учетом условий базирования детали в сборочной единице. Конструкторские базы являются затем основанием для выбора технологических баз (при обработке) и измерительных баз (при измерении детали). При этом для повышения точности важно соблюдать принцип единства этих баз.

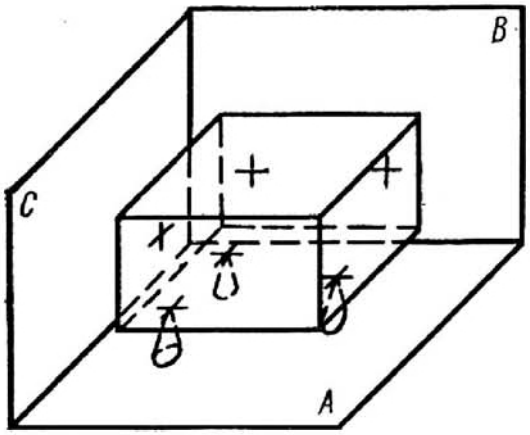


Рис. 2.2

Количественно отклонения расположения поверхностей оцениваются на всей длине нормируемого элемента или в пределах нормируемого участка в соответствии с определениями, приведенными в п. 2.3. При этом отклонения формы поверхностей базовых и нормируемых элементов должны исключаться из рассмотрения. Для этого реальные поверхности (профили) заменяются прилегающими, а за оси, плоскости симметрии и центры реальных поверхностей и профилей принимаются оси, плоскости симметрии и центры прилегающих элементов. При контроле это условие выполняется либо путем применения измерительных средств, материализующих прилегающие поверхности (оправки, кольца, комплексные калибры, поверочные линейки, плиты, угольники и т. п.), либо путем математической обработки измеренных значений.

Если по условиям работы или измерения деталей отклонения расположения поверхностей целесообразно оценивать совместно с отклонениями формы, то следует нормировать суммарные допуски формы и расположения поверхностей (см. с. 365).

Допуском расположения называется предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения поверхностей. Для параллельности, перпендикулярности и наклона допуском является наибольшее допускаемое значение отклонения расположения. Для соосности, симметричности, пересечения осей и позиционного допуска допуск расположения может быть задан двумя способами: а) *в радиусном выражении*, как наибольшее допускаемое значение отклонения расположения, или б) *в диаметральном выражении*, как удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения расположения (см. п. 2.3).

Полем допуска расположения называется область в пространстве или на заданной плоскости, внутри которой должны находиться прилегающая поверхность (прилегающий профиль) нормируемого элемента или ось, центр, плоскость симметрии нормируемого элемента. Ширина или диаметр поля допуска определяются числовым значением допуска, расположение поля относительно баз — номинальным расположением нормируемого элемента, а протяженность поля — размерами нормируемого участка (если нормируемый участок не задан, то протяженность поля допуска расположения та же, что и у нормируемого элемента). В частном случае нормируемый участок по условиям сборки и работы

[1] ГОСТ 21495—76 «Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения».

механизма может находиться за пределами протяженности элемента. Например, отклонения расположения осей резьбовых отверстий под шпильки после завинчивания шпилек в деталь будут проявляться как отклонения расположения выступающих концов шпилек и для обеспечения правильной сборки с парной деталью должны быть ограничены именно в той зоне, где будут располагаться сквозные отверстия под шпильки в парной детали (рис. 2.3, *а*). В этих случаях следует применять введенное в ГОСТ 24642—81 понятие о *выступающем поле допуска*, под которым понимается поле допуска T или часть его, ограничивающее отклонение расположения поверхностей элемента за пределами его протяженности (рис. 2.3, *б*) на длине L.

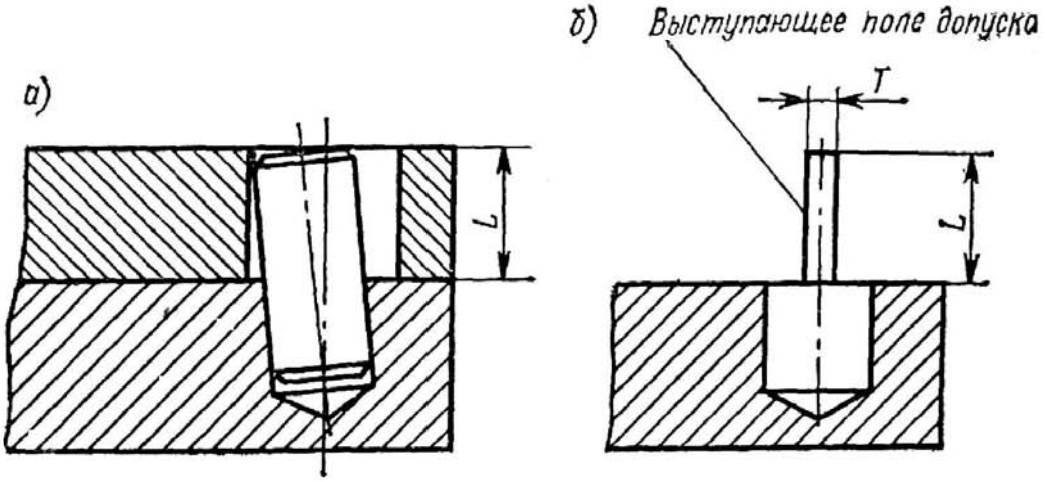


Рис. 2.3

ЗАВИСИМЫЕ И НЕЗАВИСИМЫЕ ДОПУСКИ

Отклонения расположения поверхностей и отклонения размеров (диаметров, ширины и т. п.) элементов деталей в зависимости от условий сборки и работы изделий могут проявляться как совместно, так и независимо друг от друга. Взаимовлияние этих отклонений возможно и в процессе изготовления и контроля деталей. Для обеспечения правильного подхода к нормированию допусков расположения и единого толкования их при изготовлении и контроле изделий установлены понятия о зависимых и независимых допусках расположения.

Независимым называется допуск расположения, числовое значение которого постоянно для всей совокупности деталей, изготовляемых по данному чертежу, и не зависит от действительного размера нормируемого или базового элемента.

Зависимым называется допуск расположения, числовое значение которого переменно для различных деталей, изготовляемых по данному чертежу, и зависит от действительных размеров нормируемого или базового элементов. В чертежах или технических требованиях зависимый допуск задается своим минимальным значением, которое допускается превышать на величину, соответствующую отклонению действительного размера рассматриваемого или базового элемента данной детали от проходного предела (наибольшего предельного размера вала или наименьшего предельного размера отверстия).

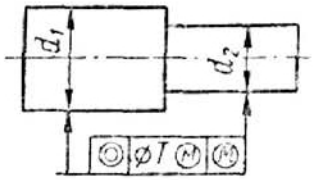
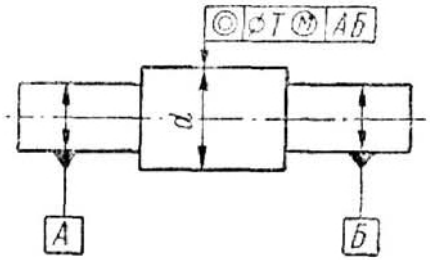
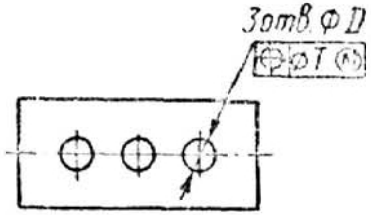
Полное значение зависимого допуска расположения для данной детали

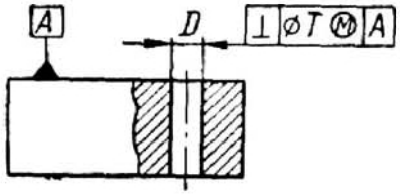
$$T_{зав} = T_{min} + T_{доп}, \qquad (2.1)$$

где T_{min} — минимальное значение допуска, указываемое в чертеже (постоянная для всех деталей часть зависимого допуска); $T_{доп}$ — дополнительное значение допуска, зависящее от действительных размеров рассматриваемых элементов данной детали (переменная часть зависимого допуска); $T_{доп}$ определяется по формулам, приведенным в табл. 2.5.

Зависимые допуски расположения более экономичны и выгодней для производства, чем независимые. Они позволяют применить менее точные, но более

2.5. Формулы для определения переменной части зависимого допуска расположения [16]

Наименование зависимого допуска расположения	Эскиз	$T^{*}_{\text{доп}}$ для валов	$T^{*}_{\text{доп}}$ для отверстий	$T_{\text{доп (max)}}$
Допуск соосности (симметричности) одной поверхности относительно другой (условие зависимого допуска распространяется на обе поверхности) *		$(d_{\max_1} - d_{Д_1}) + (d_{\max_2} - d_{Д_2})$	$(D_{Д_1} - D_{\min_1}) + (D_{Д_2} - D_{\min_2})$	$T_{d\,(D)_1} + T_{d\,(D)_2}$
		$(d_{\max_1} - d_{Д_1}) + (D_{Д_2} - D_{\min_2})$ **		
Допуск соосности (симметричности) поверхности относительно общей оси или оси базовой поверхности, на которую не распространяется условие зависимого допуска *		$d_{\max} - d_{Д}$	$D_{Д} - D_{\min}$	$T_{d\,(D)}$
Позиционный допуск оси (плоскости симметрии) *		$d_{\max} - d_{Д}$	$D_{Д} - D_{\min}$	$T_{d\,(D)}$

Наименование зависимого допуска расположения	Эскиз	$T^{*}_{\text{доп}}$		$T_{\text{доп (max)}}$
		для валов	для отверстий	
Допуск перпендикулярности оси отверстия или вала относительно плоскости		$d_{\max} - d_{\text{д}}$	$D_{\text{д}} - D_{\min}$	$T_{d\,(D)}$

Примечания: 1. Полное значение зависимого допуска расположения определяется по формуле (2.1). 2. В данные табл. 2.5 по сравнению с источником [16] внесены изменения. 3. Наибольшее значение $T_{\text{доп}}$ ($T_{\text{доп(max)}}$) допустимо лишь для тех деталей, действительные размеры которых выполнены на непроходном пределе поля допуска размера ($d_{\text{д}} = d_{\min}$ и $D_{\text{д}} = D_{\max}$). 4. В формулах $T_{d\,(D)}$ — допуск размера соответственно вала или отверстия. 5. Пояснения к условным обозначениям допусков расположения приведены в табл. 2.7.

---

* Значения $T_{\text{доп}}$ приведены в диаметральном выражении. Значения дополнительного допустимого отклонения расположения (допуска в радиусном выражении) равны половине $T_{\text{доп}}$.

** Формула применяется в тех случаях, когда одна поверхность является наружной (валом), а другая — внутренней (отверстием).

экономичные способы обработки и технологическое оборудование, дают возможность контролировать детали с помощью комплексных калибров расположения (при этом калибры расширяют допуск на величину $T_{доп}$ без каких-либо расчетов при контроле) [1]. Они позволяют и в случаях, когда применение калибров экономически нецелесообразно (индивидуальное или мелкосерийное производство), избежать неоправданного забракования изделий при контроле их универсальными средствами. В отдельных случаях при зависимых допусках путем дополнительной обработки, например развертыванием отверстий, имеется возможность перевести деталь из брака в годные. Однако назначение зависимых допусков не всегда возможно с конструктивной точки зрения. Как правило, зависимые допуски

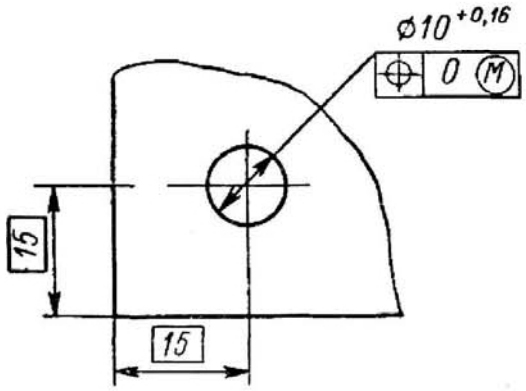


Рис. 2.4

Возможный действительный диаметр отверстия, мм	10	10,04	10,08	10,12	10,16
Полное значение зависимости позиционного допуска, мм	0	0,04	0,8	0,12	0,116

рекомендуется назначать для тех элементов деталей, к которым предъявляются только требования собираемости в соединениях с гарантированным зазором. В этих случаях допуски расположения рассчитывают исходя из гарантированного (наименьшего) зазора. Если этот зазор фактически будет увеличен (что и происходит при отклонениях действительных размеров сопрягаемых элементов от проходного предела), то становится допустимым и соответственно увеличенное отклонение расположения, разрешаемое зависимым допуском. При этом важно, что дополнительное отклонение расположения в данной детали компенсируется полностью за счет действительных отклонений размеров той же самой детали. Поэтому зависимые допуски обеспечивают собираемость деталей по принципу полной взаимозаменяемости без какого-либо подбора парных деталей. Примеры назначения зависимых допусков расположения: допуски расположения сквозных отверстий под крепежные детали; допуски соосности ступенчатых валов и втулок, собираемых с зазором; допуски перпендикулярности осей отверстий под заглушки, стаканы, крышки.

Независимые допуски рекомендуется применять в тех случаях, когда при соединении деталей сопрягаемые поверхности центрируются посадками с натягом или переходными или когда кроме собираемости необходимо обеспечить правильное функционирование соединения: отсутствие биения, балансировку, равномерность радиального зазора, плотность или герметичность. Примеры назначения независимых допусков расположения: допуски расположения посадочных мест под подшипники качения; допуски отверстий под валы зубчатых передач; допуски резьбовых отверстий под шпильки и гладких отверстий под штифты с посадкой переходной или с натягом; допуски соосности направляющих и рабочих поверхностей в деталях гидравлических и пневматических устройств.

При независимых допусках отклонения расположения элементов необходимо измерять так, чтобы исключалось влияние отклонений их размеров. Это достигается в основном за счет применения универсальных средств измерения. Если же

[1] Методика расчета и допуски комплексных калибров приведены в ГОСТ 16085—70 «Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски».

при независимых допусках использовать комплексные калибры, то отклонения размеров проверяемых поверхностей вызовут погрешности измерения.

Зависимые допуски расположения назначаются только для элементов, относящихся к отверстиям или валам, и при нормировании таких характеристик, как позиционный допуск, соосность, симметричность, пересечение осей, перпендикулярность осей или оси и плоскости. Зависимые допуски должны быть специально обозначены в чертеже (см. табл. 2.7) или оговорены текстом в технических требованиях. При этом в зависимости от конструктивных условий числовое значение зависимого допуска можно связать с действительными размерами либо нормируемого и базового элементов вместе, либо только нормируемого, либо только базового элемента. При отсутствии специальных обозначений или оговорок допуски понимаются как независимые.

Для зависимых допусков возможно назначение в чертежах нулевых их значений (рис. 2.4). Такой способ назначения допусков означает, что отклонения расположения допустимы только за счет использования части допуска на размер элементов (полное значение допуска расположения определяется значением $T_{доп}$, принимаемым по табл. 2.5). Нулевые зависимые допуски могут назначаться для обеспечения собираемости деталей, если в соединении предусмотрена скользящая посадка. При достаточной величине допуска на размер они могут быть целесообразны и с технологической точки зрения, так как позволяют распределить суммарный допуск размера на составляющие по размеру и расположению с учетом конкретных условий обработки.

Понятие о зависимых допусках в отдельных случаях могут быть применены к допускам формы (например, допуски прямолинейности оси вала или отверстия при их длине, превышающей длину соединения, могут быть заданы как зависимые или независимые) и к допускам размеров, координирующих оси поверхностей (например, к допускам на расстояния между осями отверстий).

СУММАРНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Суммарным отклонением формы и расположения называется отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемого элемента (поверхности или профиля) относительно заданных баз. Количественно суммарные отклонения оцениваются по точкам реальной нормируемой поверхности относительно прилегающих базовых элементов или их осей в соответствии с определениями, приведенными в п. 2.3. *Поле суммарного допуска формы и расположения* является областью в пространстве или на заданной поверхности, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности или реального профиля в пределах нормируемого участка. Это поле имеет заданное номинальное положение относительно баз. Если нормируемый участок не задан, то суммарный допуск относится ко всей поверхности или соответственно к профилю любого сечения.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЧИСЛОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДОПУСКОВ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Применение стандартных числовых значений допусков позволяет унифицировать допуски и повысить уровень взаимозаменяемости изделий, упорядочить конструирование, увязать между собой точностные требования к изделиям, средствам изготовления и измерения. Для большинства характеристик точности формы и расположения допуски назначают на основе стандартных рядов — степеней точности. В каждой степени точности допуск увязан с одним из конструктивных параметров нормируемого элемента (например, диаметром или длиной) таким образом, что определяют один уровень точности при разных размерах

изделий. При переходе от одной степени точности к другой допуск изменяется в 1,6 раза. По сравнению с ГОСТ 10356—63, в ГОСТ 24643—81 количество степеней точности увеличено до 16 в сторону грубых допусков, а обозначение степеней точности производится арабскими цифрами.

Кроме степеней точности, в ГОСТ 24643—81 стандартизован базовый ряд числовых значений допусков формы и расположения (табл. 2.6), представляющий собой 10-й ряд предпочтительных чисел с некоторыми округлениями для удоб-

2.6. Базовый ряд числовых значений допусков формы и расположения поверхностей, мкм (по ГОСТ 24643—81)

0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8
1	1,2	1,6	2	2,5	4	5	6	8
10	12	16	20	25	40	50	60	80
100	120	160	200	250	400	500	600	800
1 000	1 200	1 600	2000	2500	4000	5000	6000	8000
10 000	12 000	16 000						

ства отсчета по шкалам измерительных приборов. Числа базового ряда по табл. 2.6 применены для допусков по степеням точности (см. п. 2.2 и 2.3) и, кроме того, могут быть использованы в следующих случаях:

а) для тех видов допусков, на которые не распространяются стандартные степени точности (например, для позиционных допусков).

б) когда необходимо назначить допуск, занимающий промежуточное положение между допусками по соседним степеням точности (этим следует пользоваться лишь в обоснованных случаях).

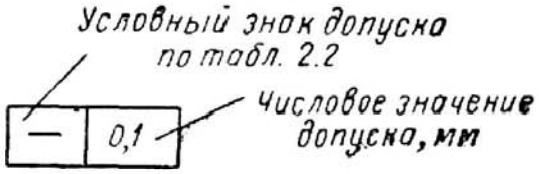
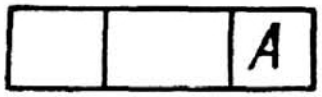
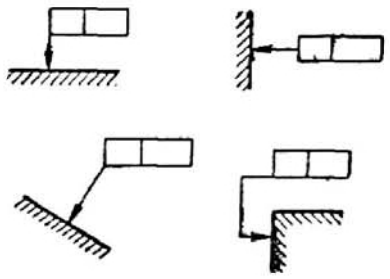
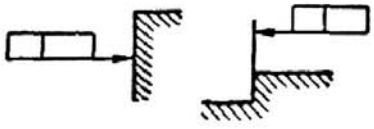
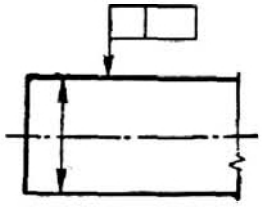
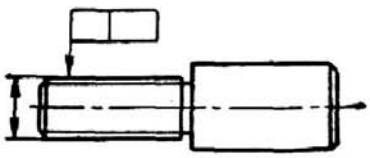
УКАЗАНИЕ ДОПУСКОВ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ЧЕРТЕЖАХ

Допуски формы и расположения поверхностей при необходимости, определяемой по конструктивным или технологическим соображениям, указываются в чертежах согласно ГОСТ 2.308—79.

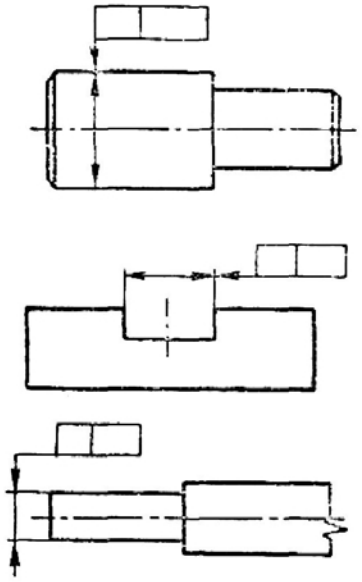
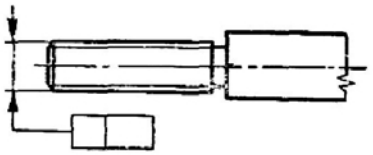
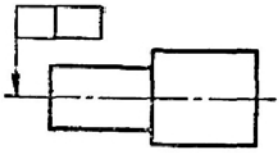
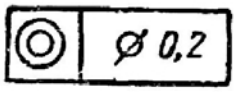
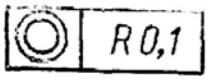
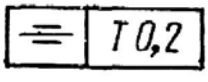
Применение условных обозначений предпочтительно. Правила, применяемые при условных обозначениях допусков формы и расположения, приведены в табл. 2.7. Эти правила и условные знаки согласованы с международным стандартом [13, 15] и обеспечивают единое понимание технической документации.

Указание допусков формы и расположения текстом в технических требованиях чертежа рекомендуется ограничить лишь теми случаями, когда требование нельзя указать условными обозначениями, например, если для нормируемого допуска не установлено условного знака или если необходимо оговорить особые требования к характеру отклонения или условиям базирования. Указание допусков текстом применяется также в текстовой документации. Текстовая запись должна включать: наименование допуска, буквенное обозначение или конструктивное наименование нормируемого элемента, числовые значения допуска (в мм), указание о базах и зависимых допусках (в соответствующих случаях). Примеры нанесения условных обозначений и текстовые записи для отдельных видов допусков формы и расположения приведены в п. 2.2 и 2.3.

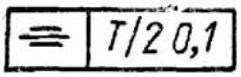
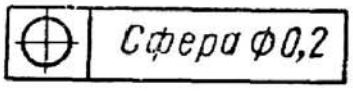
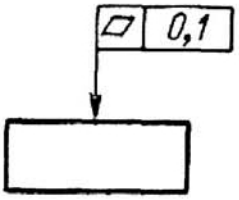
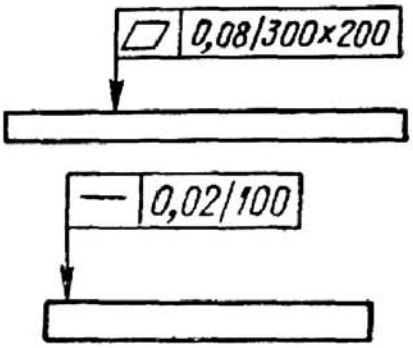
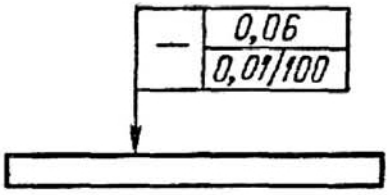
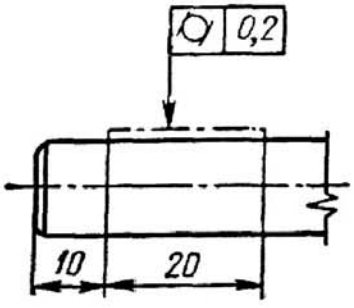
2.7. Условные обозначения на чертежах допусков формы и расположения поверхностей (по ГОСТ 2.308—68 и СТ СЭВ 368—76)

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Прямоугольная рамка с допуском формы или расположения, разделенная на два или три поля		На первом поле помещают знак отклонения (табл. 2.2), на втором — предельное отклонение в мм. Высота знаков, цифр и букв, вписываемых в рамку, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел
		В третье поле рамки помещают при необходимости буквенное обозначение базы или другого элемента, с которым связан допуск
Соединение рамки с изображением нормируемого элемента (с контурной линией элемента или выносной линией, продолжающей контурную)		Соединительная линия может быть прямой или ломаной. Конец этой линии, заканчивающийся стрелкой, должен быть направлен по линии измерения отклонения (обычно по нормали к поверхности)
		Допускается начинать соединительную линию от второй (последней) части рамки и заканчивать ее на выносной линии со стороны материала детали
		Если допуск относится к поверхности или ее профилю, а не к оси элемента, то стрелку располагают на некотором расстоянии от конца размерной линии
		**Допуск относится к боковой поверхности резьбы**

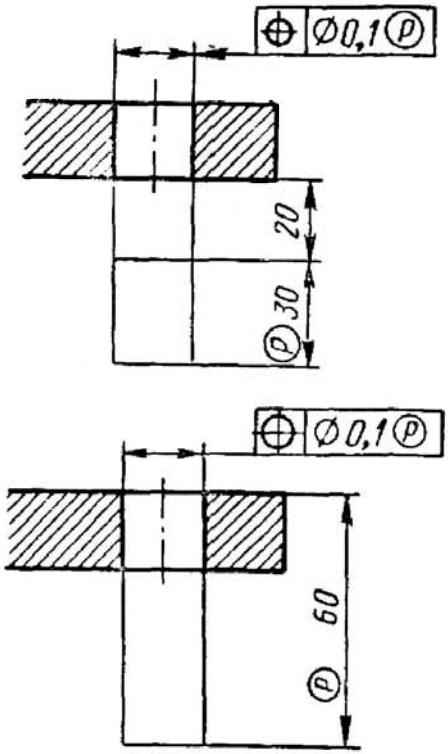
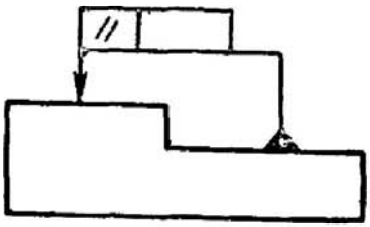
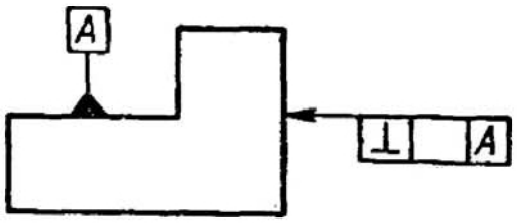
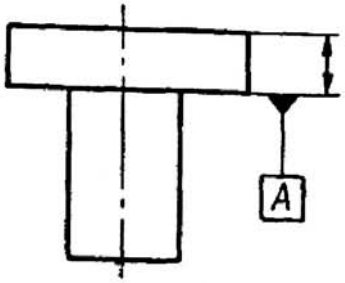
Продолжение табл. 2.7

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Соединение рамки с изображением нормируемого элемента (с контурной линией элемента или выносной линией, продолжающей контурную)		Если допуск относится к оси или плоскости симметрии элемента, то конец соединительной линии должен совпадать с продолжением размерной линии этого элемента
		Допуск относится к оси резьбы
		Допуск относится к общей оси или плоскости симметрии двух элементов и из чертежа ясно, для каких элементов данная ось является общей
Дополнительные знаки перед числовым значением допуска *		При указании кругового или цилиндрического поля допуска его диаметром
		При указании кругового или цилиндрического поля допуска его радиусом
		Для допуска симметричности, пересечения осей, формы заданной поверхности или заданного профиля, позиционного допуска (при поле допуска, ограниченном параллельными плоскостями) в диаметральном выражении. Символ *T* означает, что указывается полная ширина соответствующего поля допуска

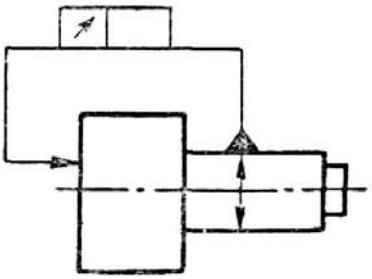
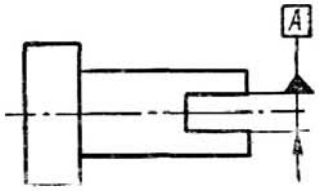
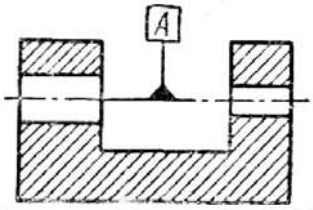
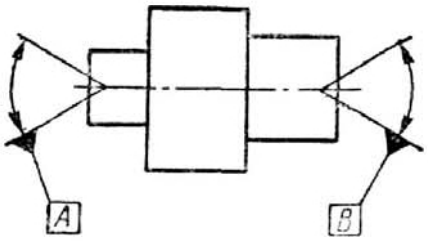
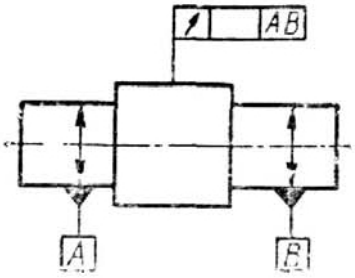
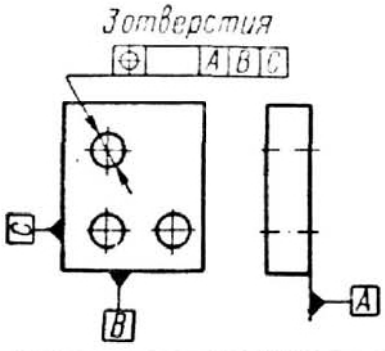
Продолжение табл. 2.7

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Дополнительные знаки перед числовым значением допуска *		Те же виды допусков, что и в предыдущем случае, но в радиусном выражении. Символ *T/2* означает, что указывается половина ширины соответствующего поля допуска
		При указании поля допуска, ограниченного сферой
Указание нормируемого участка		Допуск относится ко всей поверхности (длине элемента)
		Допуск относится к любому участку поверхности (элемента), имеющему заданную длину или площадь
		Задан допуск на всей поверхности (длине элемента) и на нормируемом участке, который может занимать любое положение на поверхности
		Допуск относится к нормируемому участку, расположенному в определенном месте (участок обозначают штрих-пунктирной линией и указывают размерами)

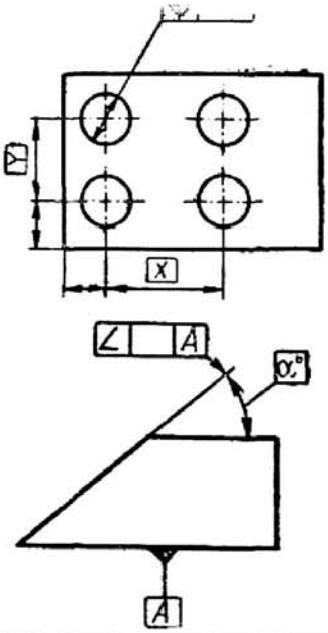
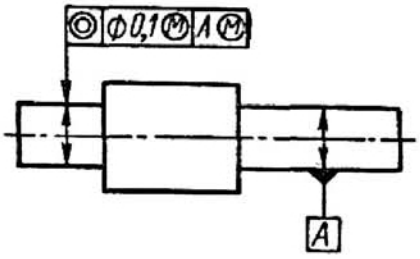
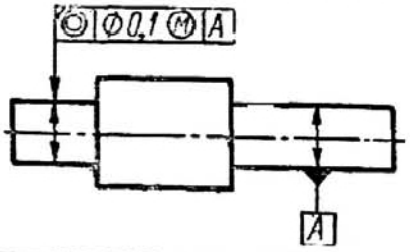
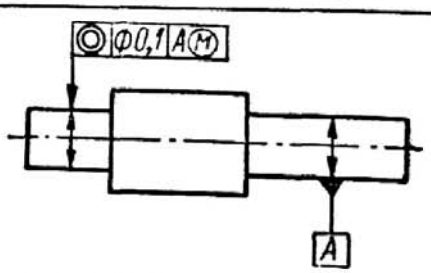
Продолжение табл. 2.7

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Указание выступающего поля допуска *		Контур выступающей части нормируемого элемента указывают сплошной тонкой линией, а длину и расположение выступающего поля допуска — размерами с условным знаком Ⓟ. Этот же знак вносят после числового значения допуска
Обозначение баз		Знак базы — зачерненный равносторонний треугольник с высотой, равной размеру шрифта размерных чисел
		Если соединение рамки, содержащей обозначение допуска, с базой неудобно, то базу обозначают прописной буквой и эту букву вписывают в третье поле рамки допуска
		Базой является поверхность или ее профиль, а не ось элемента

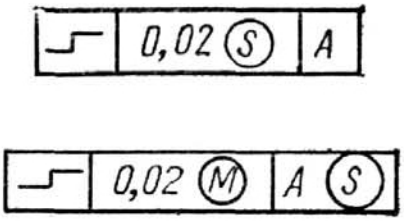
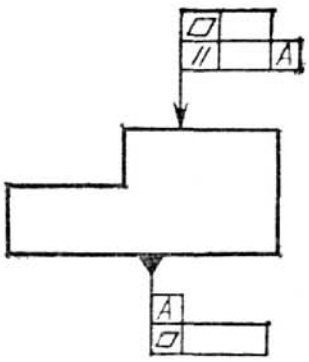
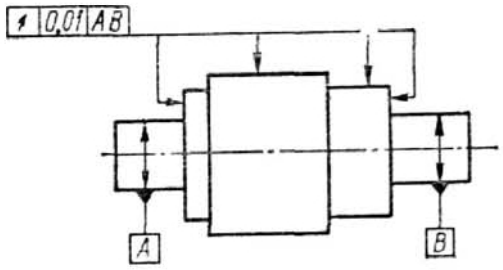
Продолжение табл. 2.7

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Обозначение баз		Базой является ось элемента
		Базой является плоскость симметрии элемента (треугольник может заменить прилегающую размерную стрелку)
		Базой является общая ось элементов
		Базой является общая ось центровых отверстий * Примечание. В технической документации, оформленной по ГОСТ 2.308—68, знак базы указывается на оси детали и около оси делают надпись «Ось центров»
Указание нескольких базовых элементов		Несколько элементов образуют одну базу (например, общую ось) и их последовательность не имеет значения. Указываются в одном поле рамки
		Несколько элементов образуют комплект баз. Указываются в разных полях рамки в порядке убывания числа степеней свободы

Продолжение табл. 2.7

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Указание номинальных размеров, определяющих номинальное расположение или номинальную форму элемента		Применяются при указании позиционного допуска, допуска наклона, допуска формы заданной поверхности или заданного профиля. Рамка означает, что данный размер определяет номинальное расположение или номинальную форму элемента, к которым относится один из перечисленных допусков. Эти размеры указывают без предельных отклонений и на них не распространяются неуказанные предельные отклонения размеров
Указание зависимых допусков	—	Зависимые допуски указываются знаком Ⓜ, помещаемым во втором и (или) третьем поле рамки
		Числовое значение зависимого допуска связано с действительными размерами нормируемого и базового элементов *. Примечание. В технической документации, оформленной по ГОСТ 2.308—68, этому условию соответствует указание знака Ⓜ только после числового значения допуска (во втором поле рамки)
		Числовое значение зависимого допуска связано только с действительным размером нормируемого элемента *
		Числовое значение зависимого допуска связано только с действительными размерами базового элемента *

Продолжение табл. 2.7

Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Указание независимых допусков		Все допуски, если не сделано особых указаний, считаются независимыми. Особое указание независимых допусков знаком (S) допускается для документации, выпущенной до введения ГОСТ 2.308—79, в случаях: а) когда зависимые допуски составляют большинство и оговорены общей записью в технических требованиях, например, «Все допуски соосности зависимые, кроме обозначенных знаком (S)"; б) когда числовое значение зависимого допуска связано только с действительным размером нормируемого элемента и не должно зависеть от действительного размера базового элемента
Совмещение рамок с условными обозначениями, относящимися к одному элементу		Рамки допускается располагать рядом на одной соединительной линии Рамки с обозначением допуска формы или расположения и буквенным обозначением этого элемента, являющегося базой для допуска другого элемента, можно располагать рядом на одной соединительной линии, которая должна заканчиваться знаком базы
Одинаковые условные обозначения, относящиеся к разным элементам		Повторяющиеся допуски, обозначаемые одним и тем же условным знаком и имеющие одно и то же числовое значение

* Условные обозначения, отсутствовавшие в ГОСТ 2.308—68.

НЕУКАЗАННЫЕ ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Непосредственно в чертеже указывают, как правило, наиболее ответственные допуски формы и расположения поверхностей. Однако для повышения качества изделий и экономичности их изготовления необходимо обеспечить единое понимание требований к точности формы и расположения поверхностей и в тех случаях, когда они непосредственно не указаны в чертеже. Этим целям служит ГОСТ 25069—81. По способу регламентации неуказанных допусков в ГОСТ 25069—81 все показатели точности формы и расположения, установленные в ГОСТ 24642—81, могут быть подразделены на три группы (табл. 2.8). К первой группе относятся те показатели, отклонения которых допускаются в пределах поля допуска размера рассматриваемого элемента или размера между рассматриваемыми элементами. Это правило основывается на стандартном определении поля допуска размера (п. 1.1) и поэтому не должно специально оговариваться в чертежах [1]. Его соблюдение не требует обязательного измерения данного отклонения формы или расположения. Необходимо лишь, чтобы контроль соблюдения поля допуска размера производился с учетом возможных отклонений формы и расположения (см. стр. 14).

2.8. Классификация неуказанных допусков формы и расположения (по ГОСТ 25069—81)

Характеристика точности формы и расположения по ГОСТ 24642—81	Способ нормирования неуказанных допусков
Плоскостность Прямолинейность Цилиндричность Круглость Профиль продольного сечения Параллельность	Допускаются любые отклонения в пределах поля допуска размера рассматриваемой поверхности или размера между рассматриваемой поверхностью и базой. Правило действует независимо от ссылок на стандарт
Перпендикулярность Соосность Симметричность Пересечение осей Радиальное биение Торцовое »	Установлены числовые значения неуказанных допусков, выбор которых производится по определяющему допуску размера. Неуказанные допуски должны соблюдаться при наличии ссылок на стандарт
Наклон Позиционный допуск Полное радиальное биение » торцовое » Форма заданного профиля » заданной поверхности	Неуказанные допуски не установлены. Данные характеристики косвенно ограничиваются другими видами указанных или неуказанных допусков размеров, формы и расположения. При необходимости прямого нормирования их допуски всегда указываются в чертежах

[1] Исключение составляют случаи, когда истолкование предельных размеров не соответствует стандартному определению (см. стр. 14) и оговаривается особо, например для тонкостенных легкодеформируемых деталей. В этих случаях отклонения формы и расположения должны ограничиваться отдельными допусками, которые могут и превосходить допуск размера (примером подобного нормирования являются кольца подшипников качения, см. п. 4.15).

Отклонения формы и расположения первой группы в предельном случае могут достигнуть значения, определяемого полным допуском размера (подробнее см. п. 2.2 и 2.3). Эти предельные значения должны учитываться конструктором, который решает, допустимы ли они для обеспечения правильной работы детали или следует указать в чертеже более жесткие допуски формы и расположения. Однако в процессе изготовления отклонения первой группы даже при неуказанных допусках рекомендуется ограничить некоторой частью допуска размера

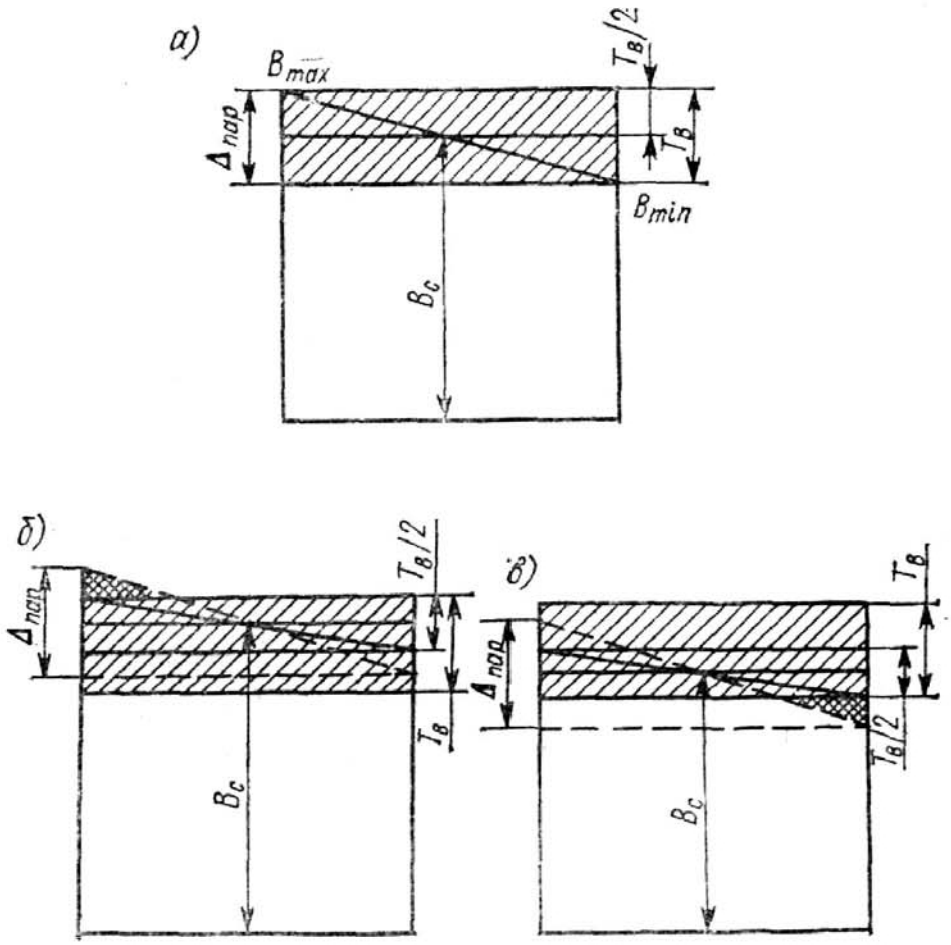


Рис. 2.5

(обычно в пределах от 40 до 60 %), без чего нельзя обеспечить нормальный ход технологического процесса, когда остается запас на другие составляющие погрешности размера (погрешность настройки на размер, разброс размеров в деталях партии, износ инструмента и др.). Например, отклонение от параллельности для детали, показанной на рис. 2.5, *а*, может достигнуть полной величины допуска размера ($\Delta_{пар} = T_B$) в том случае, если средний размер детали B_c будет находиться точно в середине поля допуска. Если же из-за воздействия других погрешностей обработки размер B_c будет выше середины поля допуска (рис. 2.5, *б*) или ниже его (рис. 2.5, *в*), то допустимое отклонение от параллельности для данных деталей будет меньше допуска размера, а при $\Delta_{пар} = T_B$ (на рис. 2.5, *б* и *в* показано штриховой линией) будет нарушен допуск размера на участках, заштрихованных в клетку.

Отклонения расположения и биения, относящиеся ко второй группе (см. табл. 2.8) не входят составной частью в погрешность размера и не выявляются при контроле размеров. Поэтому для ограничения этих отклонений должны

быть установлены отдельные допуски. В ГОСТ 25069—81 для них предусмотрены неуказанные допуски, взятые по относительно грубым степеням точности ГОСТ 24643—81. Выбор того или иного уровня точности неуказанных допусков второй группы устанавливается в зависимости от уровня точности (квалитета или класса точности) размера рассматриваемого элемента или размера между элементами. Этот допуск размера, по квалитету или классу точности которого выбираются неуказанные допуски расположения и биения, назван определяющим допуском размера. ГОСТ 25069—81 устанавливает также правила выбора баз, к которым должны быть отнесены неуказанные допуски расположения и биения (см. п. 2.3). Как правило, в качестве базы должна приниматься поверхность большей протяженности, обеспечивающая более надежное базирование. Если деталь имеет элементы, для которых установлены указанные и неуказанные допуски расположения или биения, то неуказанные допуски следует относить к тем же базам, что и указанные. Неуказанные допуски расположения и биения по ГОСТ 25069—81 должны соблюдаться при наличии в чертежах ссылок на этот ГОСТ, например, «Неуказанные допуски формы и расположения по ГОСТ 25069—81» или «Неуказанные допуски соосности и симметричности — по ГОСТ 25069—81».

Отклонения формы и расположения, ограниченные неуказанными допусками, как правило, не являются предметом приемочного контроля. Выполнение требований о неуказанных допусках формы и расположения должно гарантироваться соответствующим технологическим процессом. Параметры технологического процесса проверяются при изготовлении деталей с периодичностью, устанавливаемой изготовителем и согласованной при необходимости с представителем заказчика.

К третьей группе (см. табл. 2.8) относятся показатели, которые нормируются лишь при необходимости и только с помощью указанных в чертеже допусков. При неуказанных допусках эти показатели косвенно ограничиваются допусками других параметров. Например, при неуказанных позиционных допусках точность расположения осей определяется предельными отклонениями межосевых расстояний.

Подробные сведения о неуказанных допусках формы и расположения поверхностей приведены в соответствующих разделах п. 2.2 и 2.3.

2.2. ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Общие сведения об отклонениях и допусках формы поверхностей и профилей приведены в п. 2.1.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В табл. 2.9 приведены термины, определения и условные обозначения, относящиеся к отклонениям и допускам формы номинально плоских поверхностей. Плоскостность нормируется при необходимости ограничить отклонения формы всей поверхности или ее участка, прямолинейность — если достаточно ограничить отклонения в сечении поверхности заданного или любого направления. В обоснованных случаях при нормировании плоскостности и прямолинейности применяются понятия о частных видах отклонений формы — выпуклости и вогнутости (табл. 2.10).

Например, в ряде случаев для установочных поверхностей не допускается выпуклость, а для измерительных — вогнутость.

В табл. 2.11 приведены допуски плоскостности и прямолинейности. Выбор допусков при заданной степени точности производится в зависимости от длины нормируемого участка, а если нормируемый участок не задается, то исходя из длины поверхности (учитывается длина большей стороны поверхности).

Ширина поверхности, если это необходимо, может быть учтена при выборе степени точности.

Для шаброванных поверхностей оценку плоскостности чаще всего производят по числу пятен на заданной площади (обычно на квадрате с длиной

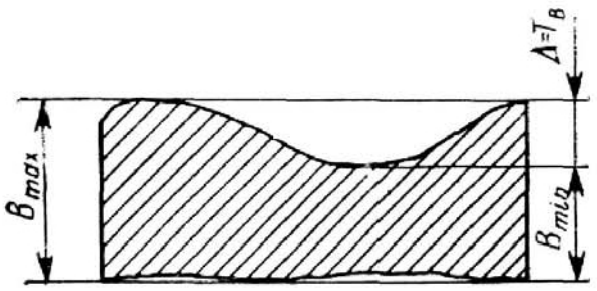


Рис. 2.6

стороны 25 мм), определяемых при контроле поверочными плитами «на краску». Прямой связи между отклонением от плоскостности и числом пятен нет, так как они характеризуются разными параметрами: высотой неровностей и опорной площадью. Ориентировочные соотношения между степенями точности по табл. 2.11 и числом пятен, а также примеры применения приведены в табл. 2.12.

При выборе допуска плоскостности и прямолинейности можно связать его с допуском размера, координирующего данную поверхность. При этом почти во всех случаях, за исключением деталей с малой жесткостью должно соблюдаться условие

$$T_\Phi < T_B, \tag{2.2}$$

где T_Φ — допуск плоскостности или прямолинейности (допуск формы); T_B — допуск размера.

В зависимости от соотношения T_Φ/T_B различают *нормальную* (А), *повышенную* (В) и *высокую* (С) относительную геометрическую точность поверхности (T_Φ составляет соответственно 60, 40 и 25 % от T_B).

Допуски плоскостности и прямолинейности в зависимости от допуска размера между рассматриваемыми поверхностями при различной относительной геометрической точности приведены в табл. 2.13. При $T_\Phi < 25$ % от T_B поверхность имеет *особо высокую* относительную геометрическую точность.

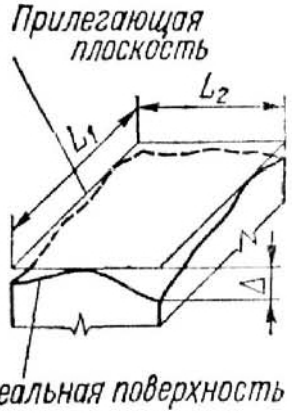
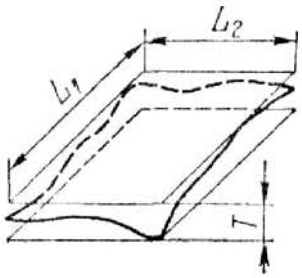
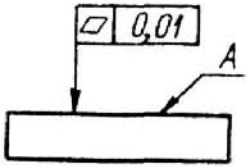
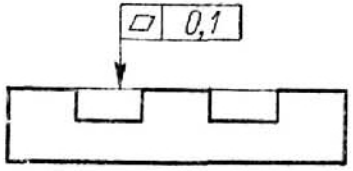
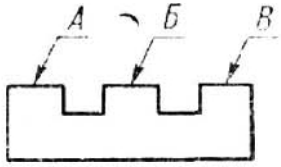
В табл. 2.14 даны примеры назначения допусков плоскостности и прямолинейности, а также указаны соответствующие им экономичные способы обработки.

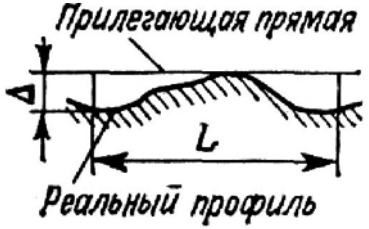
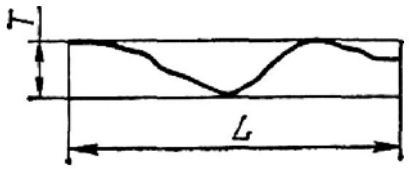
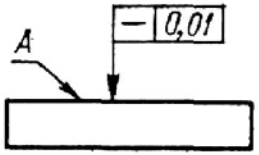
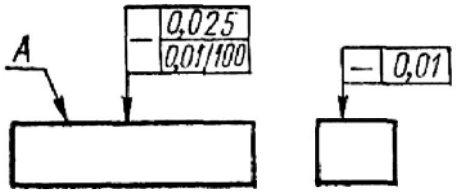
Если для данного плоского элемента назначается допуск расположения $T_\text{р}$ (параллельности, перпендикулярности, наклона и др.), то при назначении допуска формы рекомендуется соблюдать условие

$$T_\Phi \leqslant T_\text{р}. \tag{2.3}$$

При отсутствии указаний о допусках формы плоских поверхностей или прямолинейных кромок и ребер отклонения от плоскостности и прямолинейности ограничиваются полем допуска размера между рассматриваемой поверхностью (линией) и базой (рис. 2.6). При этом отклонение формы не должно превысить допуска размера T_B. Отклонение от плоскостности поверхности, принимаемой за базу, допуском размера не ограничивается и должно нормироваться отдельно и в более жестких пределах, чем допуск размера. Для сопрягаемых призматических элементов с параллельными плоскостями допуск размера ограничивает отклонение от плоскостности обеих поверхностей на длине соединения (при условии контроля размера предельными калибрами по принципу подобия, см. п. 1.3).

2.9. Отклонения и допуски формы плоских поверхностей (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от плоскостности (неплоскостность)  **Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка**	Допуск плоскостности *T*  	 	Допуск плоскостности поверхн. *А* 0,01 мм
		 	 Допуск плоскостности поверхн. *А* *Б* и *В* относительно общей прилегающей плоскости 0,1 мм

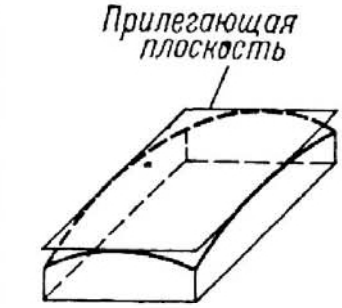
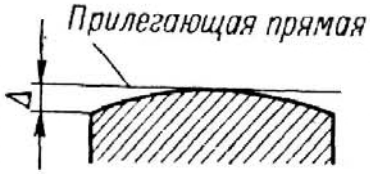
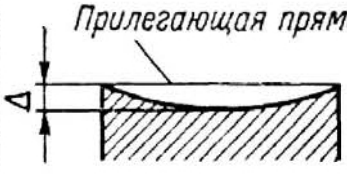
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от прямолинейности (непрямолинейность)  Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка *L*	Допуск прямолинейности *T* 		Допуск прямолинейности поверхн. *A* 0,01 мм
			Допуск прямолинейности поверхн. *A* в продольном направлении 0,025 мм на всей длине и 0,01 на длине 100 мм; в поперечном направлении 0,01 мм

Примечание. Определение прилегающей плоскости и прилегающей прямой см. в табл. 2.3.

* В скобках приведены термины-синонимы, по ГОСТ 10356—63, не рекомендуемые к применению при новых разработках.

** Буквенные обозначения поверхностей даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

2.10. Частные виды отклонений от плоскостности и прямолинейности (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения	Определение	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение *	Пояснение (текст в технических требованиях)
Выпуклость   	Отклонение от плоскостности (прямолинейности), при котором удаление точек реальной поверхности (реального профиля) от прилегающей плоскости (прямой) уменьшается от краев к середине	 	Допуск плоскостности поверхн. *А* 0,004 мм; выпуклость не допускается
		 	Допуск прямолинейности поверхн. *А* 0,01 мм; выпуклость не допускается
		 	Допуск плоскостности поверхн. *А* 0,01 мм; допуск выпуклости 0,004 мм
Вогнутость   	Отклонение от плоскостности (прямолинейности), при котором удаление точек реальной поверхности (реального профиля) от прилегающей плоскости (прямой) увеличивается от краев к середине	 	Допуск плоскостности поверхн. *А* 0,01 мм; вогнутость не допускается

* Буквенные обозначения поверхностей даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

2.11. Допуски плоскостности и прямолинейности (по ГОСТ 24643—81)

Номинальная длина, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
До 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	0,06	0,1	0,16	0,25
Св. 10 до 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
» 16 » 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
» 25 » 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
» 40 » 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
» 63 » 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
» 100 » 160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1,0
» 160 » 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
» 250 » 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1,0	1,6
» 400 » 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2,0
» 630 » 1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
» 1 000 » 1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2,0	3
» 1 600 » 2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1,0	1,6	2,5	4
» 2 500 » 4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
» 4 000 » 6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
» 6 300 » 10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
	Ближайшая степень точности по ГОСТ 10356—63															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. По данной в таблице степени точности допуск определяется в зависимости от длины большей стороны поверхности или длины нормируемого участка. Ширина поверхности учитывается при выборе степени точности. 2. Для шаброванных поверхностей допускается нормирование плоскостности числом пятен на заданной площади при контроле «на краску» (см. табл. 2.12).

2.12. Нормирование плоскостности шаброванных поверхностей числом пятен [13]

Минимальное число пятен на квадрате 25×25 мм	Соответствующая степень точности по ГОСТ 24643—81	Примеры применения
Св. 30	1—2	Измерительные и направляющие поверхности приборов и станков особо высокой точности
» 20 до 30	3—4	Измерительные и направляющие поверхности приборов и станков высокой точности
» 12 » 20	5—6	Направляющие, базовые и измерительные поверхности приборов и станков нормальной точности, а также точных машин. Рабочие поверхности тяжелонагруженных упорных подшипников
» 5 » 12	7—8	Рабочие поверхности (подвижные и неподвижные) машин нормальной точности
До 5	9—10	Неподвижные рабочие поверхности (опорные, стыковые, базовые) машин пониженной точности и работающих при легких нагрузках

2.13. Допуски плоскостности, прямолинейности и параллельности в зависимости от допуска размера между рассматриваемыми поверхностями при различной относительной геометрической точности (по ГОСТ 24643—81), мкм

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитет допуска размера														
	8			9			10			11			12		
	Относительная геометрическая точность														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
До 3	10	6	4	16	10	6	25	16	10	40	25	16	60	40	25
Св 3 до 6	12	8	5	20	12	8	30	20	12	50	30	20	80	50	30
» 6 » 10	12	8	5	20	12	8	30	20	12	50	30	20	80	50	30
» 10 » 18	16	10	6	25	16	10	40	25	16	60	40	25	100	60	40
» 18 » 30	20	12	8	30	20	12	50	30	20	80	50	30	120	80	50
» 30 » 50	25	16	10	40	25	16	60	40	25	100	60	40	160	100	60
» 50 » 80	30	20	12	50	30	20	80	50	30	120	80	50	200	120	80
» 80 » 120	30	20	12	50	30	20	80	50	30	120	80	50	200	120	80
» 120 » 180	40	25	16	60	40	25	100	60	40	160	100	60	250	160	100
» 180 » 250	40	25	16	60	40	25	100	60	40	160	100	60	250	160	100
» 250 » 315	50	30	20	80	50	30	120	80	50	200	120	80	300	200	120
» 315 » 400	50	30	20	80	50	30	120	80	50	200	120	80	300	200	120
» 400 » 500	60	40	25	100	60	40	160	100	60	250	160	100	400	250	160
» 500 » 630	60	40	25	100	60	40	160	100	60	250	160	100	400	250	160
» 630 » 800	80	50	30	120	80	50	200	120	80	300	200	120	500	300	200
» 800 » 1000	80	50	30	120	80	50	200	120	80	300	200	120	500	300	200
» 1000 » 1250	100	60	40	160	100	60	250	160	100	400	250	160	600	400	250
» 1250 » 1600	120	80	50	200	120	80	300	200	120	500	300	200	800	500	300
» 1600 » 2000	160	100	60	250	160	100	400	250	160	600	400	250	1000	600	400
» 2000 » 2500	200	120	80	300	200	120	500	300	200	800	500	300	1200	800	500

Примечания. 1. Для других квалитетов допуска размера допуски плоскостности, прямолинейности и параллельности по относительной геометрической точности A, B и C определяются как 60, 40 и 25% соответственно от допуска размера с округлением результата до ближайшего числа по табл. 2.6.

2. В обоснованных случаях при данном допуске размера могут быть назначены допуски плоскостности, прямолинейности и параллельности меньшие, чем 25% от допуска размера (такие допуски относятся к особо высокой относительной геометрической точности)

2.14. Примеры назначения допусков плоскостности и прямолинейности [11, 13, 16]

Степень точности	Примеры применения	Способ обработки
1—2	Измерительные и рабочие поверхности особо точных средств измерения (концевых мер длины, лекальных линеек и т. д.). Направляющие прецизионных координатно-расточных, шлифовальных станков	Доводка, суперфиниширование, тонкое шабрение
3—4	Измерительные и рабочие поверхности средств измерения нормальной точности (поверочных линеек и плит, микрометров и др.). Опорные поверхности уровней. Направляющие станков повышенной точности. Базовые, установочные и измерительные поверхности контрольных приспособлений повышенной точности	Доводка, шлифование и шабрение повышенной точности
5—6	Направляющие и столы станков нормальной точности. Базовые и установочные поверхности технологических приспособлений повышенной точности. Направляющие точных машин и приборов. Поверхности плоских соединений в шестеренчатых и винтовых насосах. Упорные подшипники турбин большой мощности	Шлифование, шабрение, обтачивание повышенной точности
7—8	Разметочные плиты. Направляющие кривошипных и гидравлических прессов. Ползуны. Упорные подшипники машин малой мощности. Базовые поверхности кондукторов и других технологических приспособлений. Опорные поверхности корпусов подшипников, фундаментных рам и станин двигателей и паровых машин. Разъемы турбин и корпусов редукторов, масляных насосов, опорных подшипников валопроводов. Фланцы турбин и турбомеханизмов	Грубое шлифование, фрезерование, строгание, протягивание, обтачивание
9—10	Стыковые поверхности траверз и станин прокатных станов. Кронштейны и основания вспомогательных и ручных механизмов. Опорные поверхности машин, устанавливаемых на клиньях и амортизирующих прокладках. Присоединительные поверхности арматуры, фланцев станков (с использованием мягких прокладок)	Фрезерование, строгание, обтачивание, долбление
11—12	Неответственные рабочие поверхности механизмов пониженной точности. Базовые поверхности столов, рамок, рольгангов, планок в литейных машинах	Грубая механическая обработка всех видов

Для несопрягаемых цилиндрических и призматических элементов наибольшие допуски прямолинейности оси или плоскости симметрии рекомендуется увязывать с допуском диаметра (толщины) элемента в соответствии с табл. 2.15. При наличии ссылки на ГОСТ 25069—81 отклонения от прямолинейности и плоскостности элементов, для которых указаны допуски параллельности, перпендикулярности, наклона или торцового биения, не должны превосходить указанного допуска расположения.

Контроль отклонений от плоскостности может быть осуществлен с помощью измерения положения точек проверяемой поверхности относительно вспомогательной базовой плоскости, например, плоскости поверочной плиты, горизонта (при контроле уровнями), стеклянной интерференционной пластины, плоскости, перпендикулярной оси вращения шпинделя в кругломерах и др. Результаты измерения должны быть приведены к прилегающей или средней плоскости. Пересчет можно заменить выверкой детали относительно вспомогательной базовой плоскости.

Шаброванные поверхности чаще всего контролируют с помощью поверочных плит по методу пятен «на краску». Для доведенных поверхностей небольших размеров может быть применен интерференционный метод контроля. В упрощенных измерениях контроль плоскостности заменяют контролем прямолинейности в двух взаимно перпендикулярных или нескольких направлениях, принимая за величину отклонения от плоскостности наибольшее измеренное значение отклонения от прямолинейности. Однако такой способ не гарантирует полного выявления отклонения формы, особенно при так называемой извернутости. Более точные результаты дает измерение отклонений от прямолинейности в нескольких направлениях с последующим пересчетом измеренных значений.

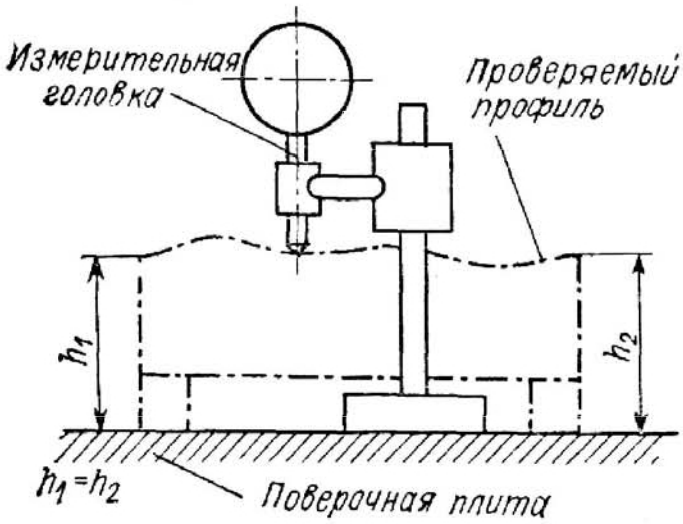


Рис. 2.7

Прямолинейность контролируют с помощью лекальных линеек по методу световой щели — «на просвет» или измерительными головками (рис. 2.7), перемещаемыми по прямолинейной базе (поверочной плите, направляющей прибора и т. п.). При этом также необходима предварительная выверка взаимного положения изделия и базы. Поверхности большой протяженности (направляющие станин и т. п.) могут быть проверены шаговым методом с помощью уровня, коллиматора в сочетании с визирной трубой или автоколлиматора с зеркалом. Применяются также метод визирования, метод сообщающихся сосудов, метод струны и оптические линейки.

2.15. Наибольшие допуски прямолинейности оси и плоскости симметрии для несопрягаемых поверхностей [16], мм

Номинальная длина	Квалитет или класс точности допуска диаметра или толщины элемента			
	12 и точнее, «точный»	13 и 14, «средний»	15 и 16, «грубый»	17, «очень грубый»
До 10	0,016	0,10	0,16	0,25
Св. 10 до 16	0,020	0,12	0,20	0,30
» 16 » 25	0,025	0,16	0,25	0,40
» 25 » 40	0,030	0,20	0,30	0,50
» 40 » 63	0,040	0,25	0,40	0,60
» 63 » 100	0,050	0,30	0,50	0,80
» 100 » 160	0,060	0,40	0,60	1,00
» 160 » 250	0,080	0,50	0,80	1,20
» 250 » 400	0,100	0,60	1,00	1,60
» 400 » 630	0,120	0,80	1,20	2,00
» 630 » 1 000	0,160	1,00	1,60	2,50
» 1 000 » 1 600	0,200	1,20	2,00	3,00
» 1 600 » 2 500	0,250	1,60	2,50	4,00
» 2 500 » 4 000	0,300	2,00	3,00	5,00
» 4 000 » 6 300	0,400	2,50	4,00	6,00
» 6 300 » 10 000	0,500	3,00	5,00	8,00

Примечание. В отдельных случаях, когда это вызвано технологическими условиями и не противоречит требованиям, предъявляемым к изделию, могут быть назначены бо́льшие допуски, чем приведенные в таблице.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Термины, определения и условные обозначения, относящиеся к отклонениям и допускам формы номинально цилиндрических поверхностей, приведены в табл. 2.16. При нормировании в основном должны применяться допуски, комплексно ограничивающие совокупность отклонений формы либо всей поверхности (допуск цилиндричности), либо отдельных ее сечений (допуск круглости, допуск профиля продольного сечения), либо отдельных геометрических элементов поверхности (допуск прямолинейности образующей или оси) независимо от того, какова будет форма реальной поверхности.

Широко применявшиеся ранее понятия о частных видах отклонений формы в сечениях поверхности (табл. 2.17) в дальнейшем могут использоваться для описания действительного характера отклонений, при выборе упрощенных методов измерения, но связаны с представлением об определенном геометрическом характере отклонения. Их не рекомендуется использовать для назначения допусков, за исключением тех случаев, когда по условиям работы важно ограничить отклонения именно соответствующего характера или установить для них дифференцированное значение допусков. Условные обозначения на чертежах для них не предусмотрены.

Числовые значения допусков (предельных отклонений) формы цилиндрических поверхностей даны в табл. 2.18. Ряды допусков распространяются на все виды допусков как для поверхности, так и для сечений и на частные виды отклонений. Необходимые различия в допусках цилиндричности и допусках формы в сечениях (например, допуске круглости) для одной и той же поверхности обеспечиваются выбором их из различных степеней точности. Допуски прямолинейности образующей или оси в тех случаях, когда они рассматриваются независимо от допуска цилиндричности или допуска размера, должны назначаться по табл. 2.11.

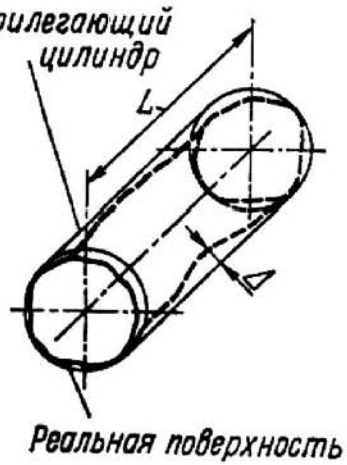
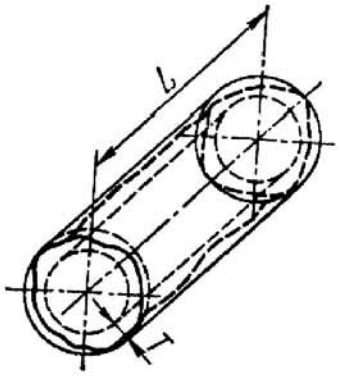
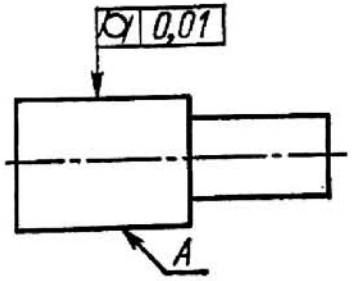
Выбор допусков формы зависит от конструктивных и технологических требований, но кроме того связан с допуском размера. По определению (см. п. 1.1) поле допуска размера (диаметра) для сопрягаемых поверхностей ограничивает также и любые отклонения формы на длине соединения. Ни одно из них не может превысить допуска размера. Допуски формы должны назначаться только в тех случаях, когда они должны быть меньше допуска размера[1]. Так же, как и для плоских поверхностей, в зависимости от соотношения между допуском формы и допуском диаметра различают *нормальную* (Н), *повышенную* (П), *высокую* (В) и *особо высокую* относительную геометрическую точность поверхности (табл. 2.19). При определении относительной геометрической точности допуски формы, выраженные в единицах радиусов, и допуски диаметра, выраженные в единицах диаметров, приводят к одному выражению, например, допуски формы приводят к диаметральному выражению, умножая их на 2. Степени точности формы цилиндрических поверхностей в зависимости от квалитета допуска диаметра и относительной геометрической точности приведены в табл. 2.20.

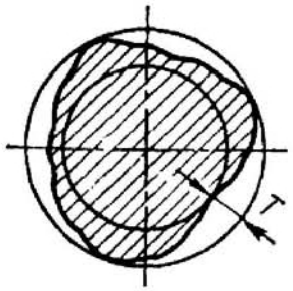
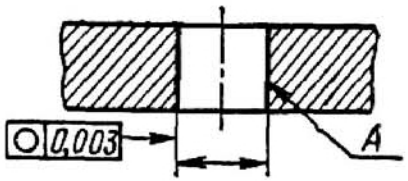
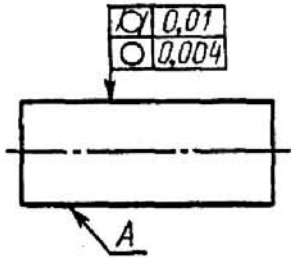
Степени точности формы, примеры применения и соответствующие им экономичные способы обработки указаны в табл. 2.21.

При прочих равных условиях при выборе допусков цилиндричности или профиля продольного сечения следует учитывать длину нормируемого участка, а если допуск относится ко всей поверхности, то ее полную длину L. При отношении $L/d = 2 \div 5$ допуск формы рекомендуется принять на одну степень точности грубее, а при $L/d > 5$ — на две степени точности грубее, чем для обычных случаев, когда $L/d \leqslant 2$. Однако во всех случаях допуск формы на длине соединения не должен превышать допукса диаметра.

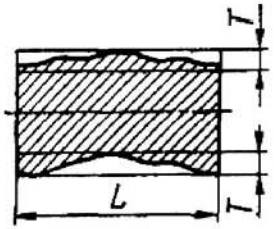
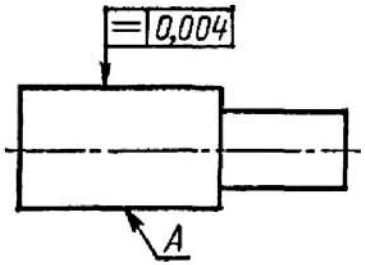
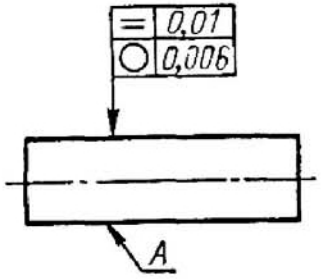
[1] В отдельных случаях, например для легкодеформируемых деталей, допуски формы могут превышать допуск диаметра и должны быть оговорены особо.

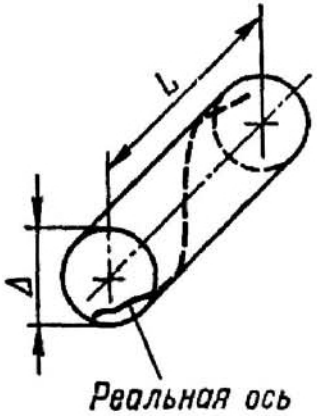
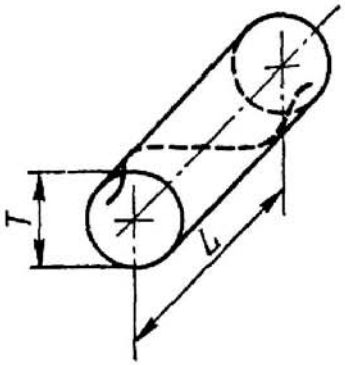
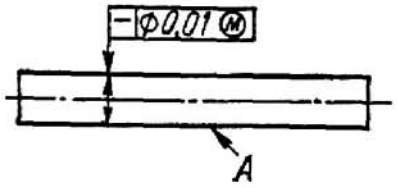
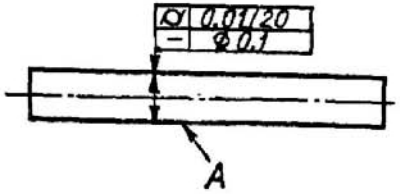
2.16. Отклонения и допуски формы цилиндрических поверхностей (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от цилиндричности (нецилиндричность)  Наибольшее расстояние Δ от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка *L*	Допуск цилиндричности *T*  	 	Допуск цилиндричности поверхн. *A* 0,01 мм

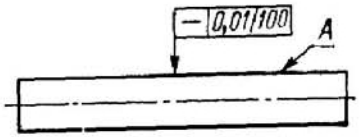
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от круглости (некруглость)  Наибольшее расстояние Δ от точек реального профиля до прилегающей окружности	Допуск круглости *T*  	 	Допуск круглости поверхн. *A* 0,003 мм
		 	Допуск цилиндричности поверхн. *A* 0,01 мм; допуск круглости 0,004 мм

Продолжение табл. 2.16

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение профиля продольного сечения  Наибольшее расстояние Δ от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах длины нормируемого участка *L*	Допуск профиля продольного сечения *T*  	 	Допуск профиля продольного сечения поверхн. *A* 0,004 мм
		 	Допуск круглости поверхн. *A* 0,006 мм; допуск профиля продольного сечения 0,01 мм

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от прямолинейности оси (изогнутость)  Минимальное значение диаметра Δ цилиндра, внутри которого располагается реальная ось поверхности в пределах нормируемого участка (за реальную ось принимается геометрическое место центров прилегающих окружностей в сечениях поверхности, перпендикулярных оси прилегающего цилиндра)	Допуск прямолинейности оси T  	 	Допуск прямолинейности оси поверхн. A ⌀ 0,01 мм (допуск зависимый)
		 	Допуск цилиндричности поверхн. A 0,01 мм на длине 20 мм; допуск прямолинейности оси ⌀ 0,1 мм на всей длине

Продолжение табл. 2.16

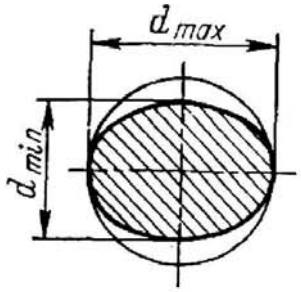
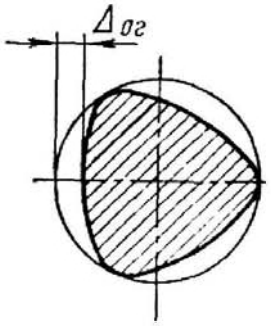
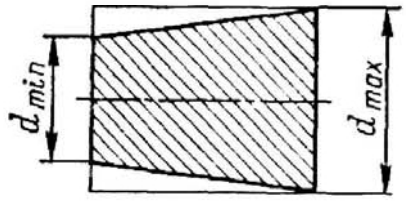
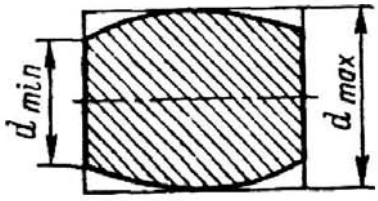
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от прямолинейности образующей (определение см. табл. 2.9)	Допуск прямолинейности образующей (см. табл. 2.9)		Допуск прямолинейности образующей поверхн. *А* 0,01 мм на длине 100 мм

Примечание. Определения прилегающего цилиндра, прилегающей окружности и прилегающего профиля продольного сечения см. в табл. 2.3.

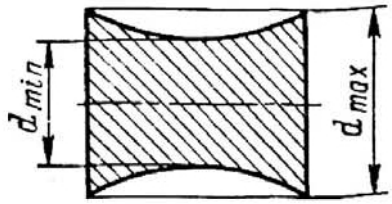
* В скобках приведены термины-синонимы по ГОСТ 10356—63, не рекомендуемые к применению при новых разработках.

** Буквенные обозначения поверхностей даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

2.17. Частные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения	Определение	Формулы для количественной оценки отклонений *	
		Новая оценка по ГОСТ 24642—81	Старая оценка по ГОСТ 10356—63
Отклонения от круглости			
Овальность 	Отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметр которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях	$\Delta_{ов} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} = \Delta_{кр}$	$\Delta_{ов} = d_{max} - d_{min} = 2\Delta_{кр}$
Огранка 	Отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру. Примечание. Огранка подразделяется по числу граней. В частности, огранка с нечетным числом граней характеризуется тем, что диаметры поперечного сечения во всех направлениях одинаковы	$\Delta_{ог} = \Delta_{кр}$	
Отклонения профиля продольного сечения			
Конусообразность 	Отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны	$\Delta_{кон} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} = \Delta_{прод}$	$\Delta_{кон} = d_{max} - d_{min} = 2\Delta_{прод}$
Бочкообразность 	**Отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения**	$\Delta_{боч} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} = \Delta_{прод}$	$\Delta_{боч} = d_{max} - d_{min} = 2\Delta_{прод}$

Продолжение табл. 2.17

Наименование отклонения	Определение	Формулы для количественной оценки отклонений *	
		Новая оценка по ГОСТ 24642—81	Старая оценка по ГОСТ 10356—63
Седлообразность 	Отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения	$\Delta_{сед} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} = \Delta_{прод}$	$\Delta_{сед} = d_{max} - d_{min} = 2\Delta_{прод}$

Примечания: 1. Нормирование частных видов отклонений формы рекомендуется ограничить и назначать предпочтительно комплексные допуски формы, приведенные в табл. 2.16. 2. При необходимости допуски частных видов отклонений формы указывают текстом в технических требованиях, например, «Допуск овальности поверхн. А 0,01 мм, допуск огранки 0,006 мм».

* В формулах $\Delta_{кр}$ — отклонение от круглости, $\Delta_{прод}$ — отклонение профиля продольного сечения в соответствии с предпочтениями, приведенными в табл. 2.16.

При отсутствии указаний о допусках формы для сопрягаемых поверхностей отклонения от цилиндричности ограничиваются полем допуска диаметра на длине, равной длине соединения. В пределе отклонение от цилиндричности $\Delta_{цил}$ может достигнуть полного значения допуска диаметра T_d (рис. 2.8, *а*). В тех же пределах

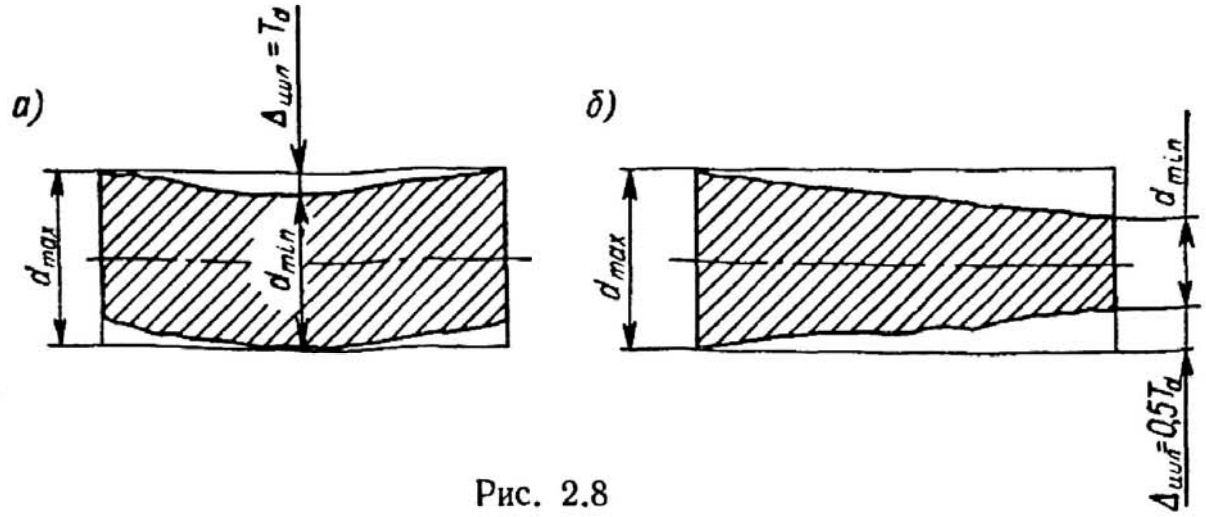


Рис. 2.8

возможно отклонение от круглости $\Delta_{кр}$ (рис. 2.9*а*) и отклонение профиля продольного сечения. В этих случаях весь допуск диаметра используется для отклонения формы по одну сторону от оси, что характерно для нечетной огранки и отклонения от прямолинейности оси (изогнутости). При одинаковых отклонениях формы по обе стороны оси (что характерно для овальности, конусообразности, бочкообразности и седлообразности) отклонение от цилиндричности ($\Delta_{кр} = \Delta_{цил}$) при 100%-ном использовании поля допуска диаметра не превышает половины допуска диаметра $0{,}5T_d$ (рис. 2.8, *б* и 2.9, *б*).

2.19. Относительная геометрическая точность формы цилиндрических поверхностей (по ГОСТ 24643—81 и [16])

Относительная геометрическая точность	Среднее соотношение допусков формы и размера $(2T_ф/T_d)100\%$	Примеры применения
Нормальная (А)	60	Поверхности в подвижных соединениях при небольших скоростях относительных перемещений и нагрузках, если не предъявляется особых требований к плавности хода или минимальному трению. Поверхности в соединениях с натягом или с переходными посадками при необходимости разборки и повторной сборки, повышенных требованиях к точности центрирования и стабильности натяга. Измерительные поверхности калибров. Технологические допуски формы при допусках размеров по 4—12-му квалитетам, если в конструкторской документации допуски формы не указаны
Повышенная (В)	40	Поверхности в подвижных соединениях при средних скоростях относительных перемещений и нагрузках, при повышенных требованиях к плавности хода и герметичности уплотнений. Поверхности в соединениях с натягом или с переходными посадками при повышенных требованиях к точности и прочности в условиях больших скоростей и нагрузок, ударов, вибраций. Технологические допуски формы при допусках размеров грубее 12-го квалитета, если в конструкторской документации допуски формы не указаны. Технологические допуски формы для обеспечения точности контроля размеров при упрощенных методах этого контроля, в том числе при активном контроле размеров
Высокая (С)	25	Поверхности в подвижных соединениях при высоких скоростях и нагрузках, высоких требованиях к плавности хода, снижению трения, герметичности уплотнения. Поверхности в соединениях с натягом или с переходными посадками при высоких требованиях к точности и прочности в условиях воздействия больших скоростей и нагрузок, ударов, вибраций
Особо высокая	Менее 25	Поверхности, к которым предъявляются особо высокие требования по обеспечению кинематической точности, плотности и герметичности при больших давлениях, минимального трения, бесшумности, максимальной долговечности при тяжелых режимах работы. Детали, сортируемые на размерные группы (при числе групп более пяти). Детали, аттестуемые по размеру с высокой точностью

Примечание. Отклонения формы допустимы в пределах всего поля допуска размера для несопрягаемых поверхностей, к которым не предъявляется особых конструктивных требований; поверхностей в соединениях с зазором, если последний предназначен только для обеспечения собираемости, а взаимное перемещение деталей либо отсутствует, либо носит эпизодический характер; поверхностей в соединениях с натягом или с переходными посадками, к которым не предъявляется особых требований по точности центрирования или прочности и которые не подвергаются повторным сборкам или тяжелым нагрузкам (ударам, тряске) в процессе эксплуатации.

2.18. Допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения (по ГОСТ 24643—81)

Номинальный диаметр, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
Св. 3 до 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	0	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
» 18 » 30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
» 30 » 50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
» 50 » 120	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
» 120 » 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
» 250 » 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
» 400 » 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
» 630 » 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
» 1000 » 1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
» 1600 » 2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
	Ближайшая степень точности по ГОСТ 10356—63															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	—	—	—	—	—	—

Примечание. По данной таблице назначаются при необходимости допуски на частные виды отклонений формы по табл. 2.17. Необходимые различия в числовых значениях допусков для различных характеристик точности формы цилиндрических поверхностей должны быть обеспечены при выборе степени точности.

Для несопрягаемых поверхностей, а также сопрягаемых, но на длине, превышающей длину соединения, полем допуска диаметра ограничивается разность между наибольшим и наименьшим диаметрами поверхности (в некоторых нормативных материалах эту величину называют непостоянством диаметров). Нечет-

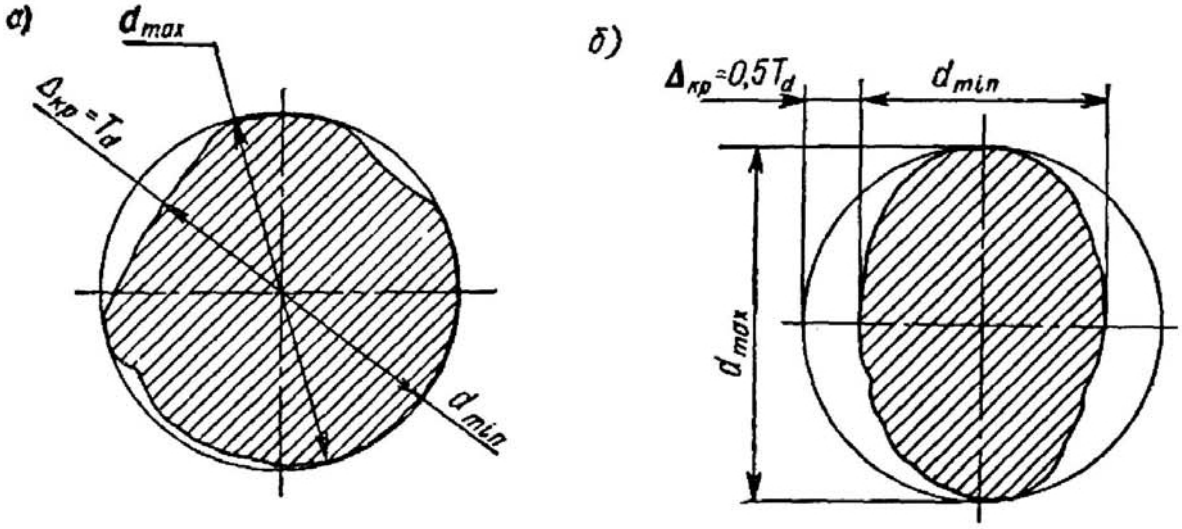


Рис. 2.9

ная огранка и отклонение от прямолинейности оси (изогнутость) для таких поверхностей полем допуска диаметра не ограничиваются и должны нормироваться отдельно (неуказанные допуски прямолинейности оси приведены в табл. 2.15).

Контроль отклонений формы цилиндрических поверхностей может осуществляться различными способами [1, 13, 14, 23]. В табл. 2.22 приведены некоторые примеры измерения отклонений.

2.20. Степени точности формы цилиндрических поверхностей в зависимости от квалитета допуска диаметра и относительной геометрической точности (по ГОСТ 24643—81)

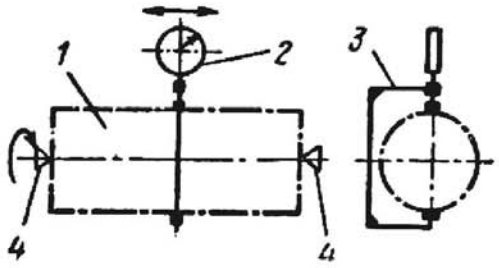
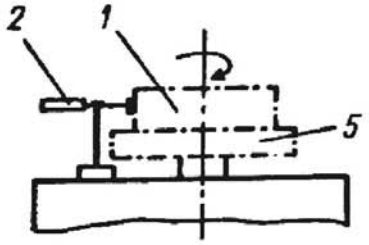
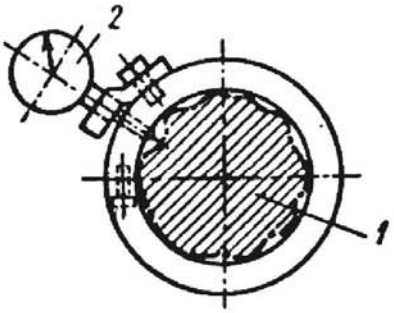
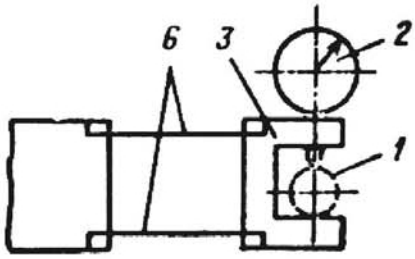
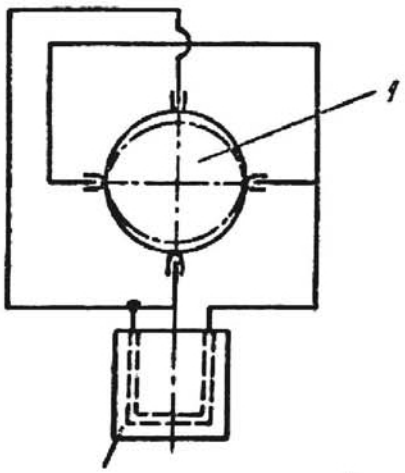
Относительная геометрическая точность (по табл. 2.19)	Квалитет допуска диаметра по ЕСДП СЭВ									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Степень точности формы (по табл. 2.18)									
Нормальная (А)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Повышенная (В)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высокая (С)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Особо высокая			1	2	3	4	5	6	7	8

Примечания: 1. По сравнению с ГОСТ 24643—81 в таблице сделаны дополнения. 2. Для особо высокой относительной геометрической точности в отдельных случаях могут выбираться более точные по сравнению с указанными в таблице степени точности формы.

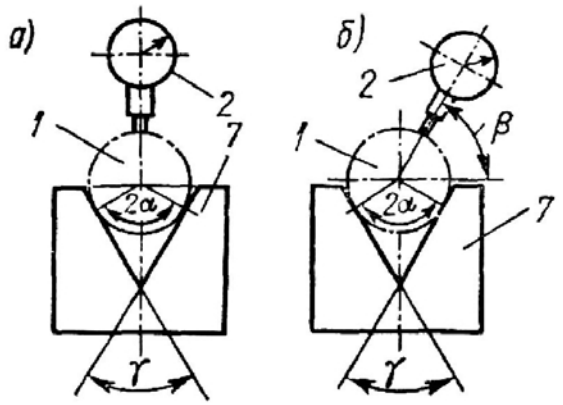
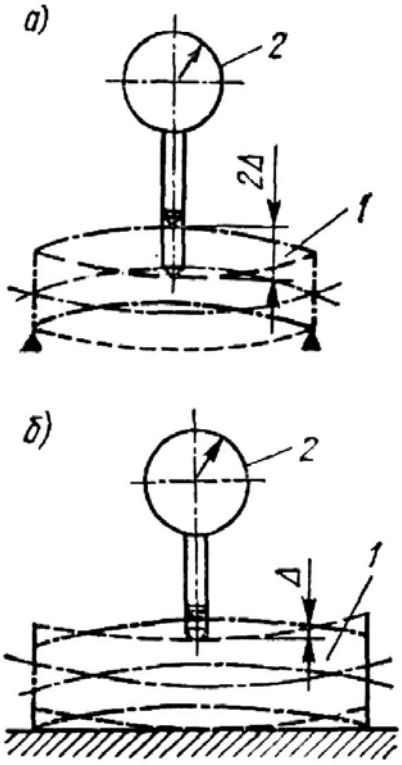
2.21. Примеры назначения допусков формы цилиндрических поверхностей [11, 13, 16]

Степень точности (по табл. 2.18)	Примеры применения	Способ обработки
1—2	Шарики и ролики для подшипников. Дорожки качения и посадочные поверхности подшипников качения особо высокой точности и сопрягаемые с ними посадочные поверхности валов и корпусов. Подшипниковые шейки шпинделей прецизионных станков. Детали особо точных плунжерных и золотниковых пар	Доводка, тонкое шлифование и алмазное растачивание повышенной точности
3—4	Дорожки качения и посадочные поверхности подшипников качения повышенной точности и сопрягаемые с ними посадочные поверхности валов и корпусов. Цапфы осей гироприборов. Подшипники жидкостного трения при больших нагрузках (прокатные станы). Подшипниковые шейки коленчатых валов, поршневые пальцы и сопрягаемые с ними отверстия в деталях авиационных и автомобильных двигателей. Плунжеры, золотники, поршни, втулки и другие детали гидравлической аппаратуры, работающие при высоких давлениях без уплотнений	Доводка, хонингование, тонкое шлифование, алмазное растачивание; тонкое обтачивание и растачивание повышенной точности
5—6	Посадочные поверхности колец подшипников качения нормальной точности и сопрягаемые с ними посадочные поверхности валов и корпусов. Подшипниковые шейки и вкладыши коленчатых валов тракторных и судовых двигателей, валов редукторов, паровых турбин, крупных насосов. Поршневые пальцы дизелей и газовых двигателей. Поршни, золотники, гильзы, цилиндры и другие детали гидравлической и пневматической аппаратуры при средних и низких давлениях без уплотнений или при высоких и средних давлениях с уплотнениями. Несопрягаемые поверхности вала паровой турбины и оправки для балансировки дисков турбин	Шлифование, хонингование, чистовое обтачивание и растачивание, тонкое развертывание, протягивание
7—8	Подшипники скольжения крупных гидротурбин, тихоходных двигателей, редукторов. Цилиндры, гильзы, поршни и поршневые кольца автомобильных и тракторных двигателей. Отверстия под втулки в шатунах двигателей, в гидравлических устройствах средних давлений. Бочка валков холодной прокатки	Чистовые обтачивание и растачивание, развертывание, протягивание; зенкерование и сверление повышенной точности
9—10	Подшипники скольжения при малых скоростях и давлениях. Поршни и цилиндры насосов низкого давления с мягким уплотнением. Поршневые кольца дизелей и газовых двигателей	Обтачивание и растачивание, сверление, литье под давлением

2.22. Некоторые способы контроля отклонений формы цилиндрических поверхностей [13, 14, 23]

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Способ измерения, применяемое устройство
	Цилиндричность (приближенный контроль)	Путем измерения колебания диаметров поверхности
	Круглость	Кругломер
		Регулируемое кольцо
	Круглость (приближенный контроль)	Путем измерения колебания диаметров в поперечном сечении
 *Дифференциальный прибор*	Овальность, огранка с четным числом граней	Пневматический дифференциальный прибор

Продолжение табл. 2.22

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Способ измерения, применяемое устройство
 *а* — симметричная схема; *б* — несимметричная схема	Огранка	Призма
	Отклонение от прямолинейности оси (изогнутость оси)	*а* — ножевые опоры; *б* — плоский стол

Примечание. На схемах измерения: *1* — проверяемая деталь; *2* — измерительная головка; *3* — скоба; *4* — центры; *5* — стол с точно вращающимся шпинделем; *6* — плоские пружины; *7* — призма.

Отклонение от цилиндричности упрощенно может быть определено как полуразность между наибольшим и наименьшим диаметрами поверхности, измеренными в различных сечениях и направлениях. При наличии огранки с нечетным числом граней и отклонения от прямолинейности оси эти отклонения должны выявляться отдельными измерениями и затем суммироваться с указанной полуразностью диаметров (рекомендуется квадратичное суммирование) [16].

Отклонение от круглости наиболее полно контролируется на специальных приборах — кругломерах, на которых реальный профиль сравнивается с траекторией точного вращения, осуществляемого шпинделем прибора. Возможны также измерения в регулируемом кольце, диаметр которого равен диаметру прилегающей окружности. Приближенно отклонение от круглости может быть измерено двухконтактными (на стойке, скобой) или трехконтактными (призмой, наездником) способами. Если характер отклонения соответствует овальности, огранке с четным числом граней или комбинации этих отклонений применяют двухконтактный способ. При этом определяют полуразность между наибольшим и наименьшим диаметрами поперечного сечения при поворачивании детали под измерительным наконечником. В наиболее упрощенных способах контроля диаметры измеряют лишь в нескольких направлениях: в четырех — через 45°, в трех — через 60° или двух — через 90°. Если характер отклонения от круглости соответствует огранке с нечетным числом граней, применяют трехконтактный способ. Значение отклонения от круглости (огранки) при этом определяется пересчетом показания измерительной головки (размаха между двумя предельными положениями стрелки при повороте детали в призме) с учетом числа граней, угла призмы и расположения направления измерения [13].

Для непосредственного контроля колебания размера в разных направлениях применяются амплитудные преобразователи или дифференциальные пневматические приборы.

Отклонение профиля продольного сечения оценивается по записанным и соответствующим образом совмещенным профилограммам двух образующих, лежащих в одном продольном сечении. Приближенно это отклонение может быть измерено как полуразность между наибольшим и наименьшим диаметрами продольного сечения. Для выявления конусообразности достаточно измерять диаметры по краям продольного сечения, а бочкообразности и седлообразности — по краям и в середине сечения. Отклонение от прямолинейности оси должно контролироваться специальными методами (см. например, табл. 2.22). Для контроля глубоких отверстий обычно применяют оптико-механические приборы, основанные на визирном, коллимационном или автоколлимационном методах измерения. Отклонение от прямолинейности образующих цилиндрической поверхности может контролироваться теми же методами, что и для плоских поверхностей.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Точность формы конических поверхностей характеризуется в основном отклонениями и допусками прямолинейности образующей конуса (см. табл. 2.9) и круглости в поперечном сечении (см. табл. 2.16). Если для конуса задаются раздельные допуски диаметра в заданном поперечном сечении T_{DS} и допуски угла конуса AT_D, то, как правило, должны назначаться также допуски прямолинейности образующей $T_{пр}$ и круглости $T_{кр}$. Примеры указания допусков прямолинейности конических поверхностей в чертежах даны на рис. 2.10, *а*, а допусков круглости—на рис. 2.10, *б*. Числовые значения допусков прямолинейности следует выбирать по табл. 2.11, а допусков круглости — по табл. 2.18. При этом рекомендуется соблюдать следующие соотношения между различными допусками конуса:

$$T_{пр} \leqslant 0{,}5AT_D; \tag{2.4}$$

$$T_{кр} \leqslant 05T_{DS}. \tag{2.5}$$

где AT_D — допуск угла конуса, выраженный в виде допуска на разность диаметров конуса на его длине (см. п. 4.1).

Если для конуса допуск диаметра T_D задан в любом сечении конуса, то пространственное поле допуска диаметра ограничивает также любые отклонения

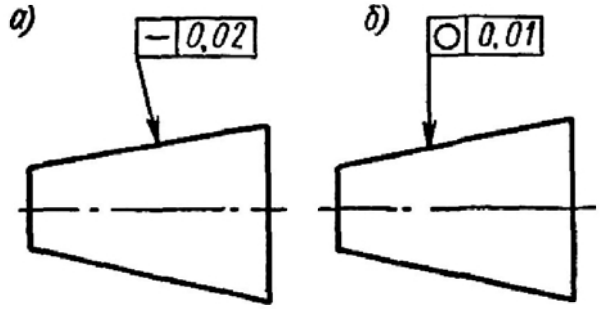


Рис. 2.10

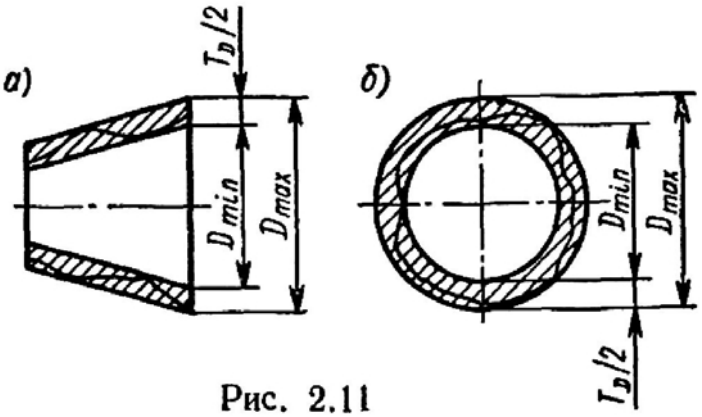
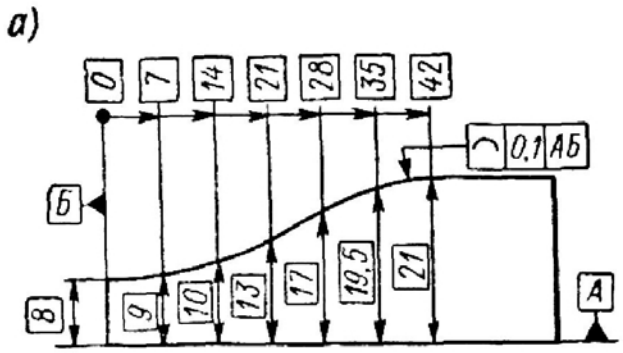


Рис. 2.11

формы конуса (рис. 2.11). При таком способе нормирования конусов отдельные допуски прямолинейности образующей (рис. 2.11, *а*) или круглости (рис. 2.11, *б*) назначают лишь в тех случаях, когда они должны быть меньше половины допуска диаметра.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ [1]

Профили и поверхности сложной формы (криволинейные или состоящие из нескольких простых элементов) задаются либо координатами отдельных точек профиля (рис. 2.12, *а*) либо размерами (например, радиусами кривизны) и взаим-



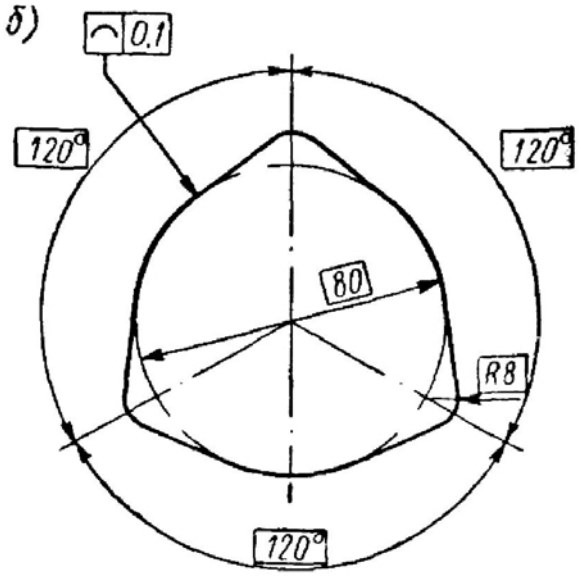


Рис. 2.12

ным расположением отдельных составляющих элементов (рис. 2.12, *б*). Во многих случаях для определения размеров профиля или поверхности сложной формы требуется указание баз или комплекта баз.

Нормирование геометрической точности профилей и поверхностей сложной формы производится двумя способами:

1) допуском формы заданного профиля или заданной поверхности согласно СТ СЭВ 301—76 (ранее государственными стандартами этот способ не предусматривался); применение этого способа показано на рис. 2.12, *а* и *б*;

---

[1] Изложены стандартизованные способы нормирования суммарных отклонений размеров, формы и расположения криволинейных поверхностей. Способы оценки отдельных составляющих отклонений приведены в работе [8].

2) предельными отклонениями координат отдельных точек профиля (или поверхности) или раздельными допусками размеров, формы и расположения отдельных элементов, составляющих профиль (поверхность); примеры указания предельных отклонений размеров профилей приведены на рис. 2.13, *а* и *б*.

Термины и определения, относящиеся к допускам формы заданного профиля и заданной поверхности, приведены в табл. 2.23. Под *заданным профилем* или *заданной поверхностью* понимается профиль (поверхность), заданный номинальными значениями координат отдельных точек (или номинальными размерами элементов профиля), указанными на чертежах в прямоугольных рамках без предельных отклонений. Отклонение формы заданного профиля (или заданной

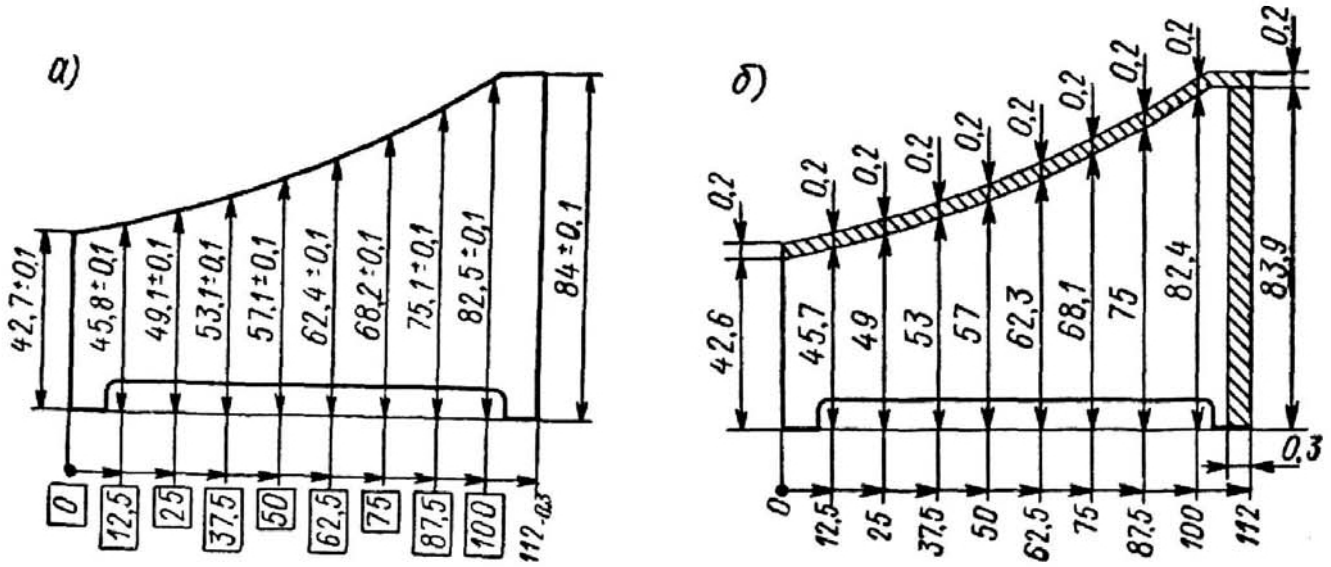


Рис. 2.13

поверхности) является результатом совместного проявления отклонений размеров и формы профиля (поверхности), а также отклонений расположения его относительно заданных баз. Поэтому отклонения и допуски формы заданного профиля и заданной поверхности отнесены в СТ СЭВ 301—76 к группе суммарных отклонений и допусков формы и расположения.

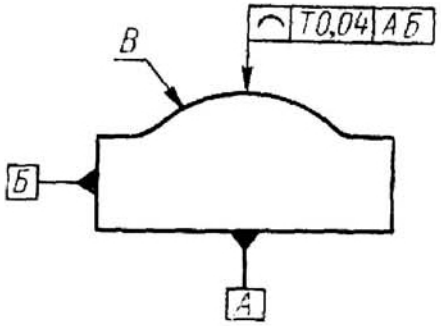
В отличие от остальных отклонений формы (см. табл. 2.9 и 2.16) отклонения формы заданного профиля и заданной поверхности оцениваются не от прилегающих элементов, а от номинального профиля (номинальной поверхности). Поле допуска формы при данном способе нормирования всегда располагается симметрично относительно номинального профиля, а его ширина (допуск) отсчитывается по нормали к номинальному профилю или номинальной поверхности.

Числовые значения допусков формы заданного профиля и заданной поверхности рекомендуется назначать по табл. 2.6. При выборе допусков следует также учитывать данные о достижимой точности формы криволинейных поверхностей, приведенные в табл. 2.24.

При нормировании предельных отклонений координат профиля (см. рис. 2.13) возможно указание не только симметричного, но и любого другого положения поля допуска формы относительно номинального профиля. Предельные отклонения указывают в одном координатном направлении, в то время как в другом задаются лишь номинальные значения координат соответствующих точек в прямоугольных рамках (см. рис. 2.13).

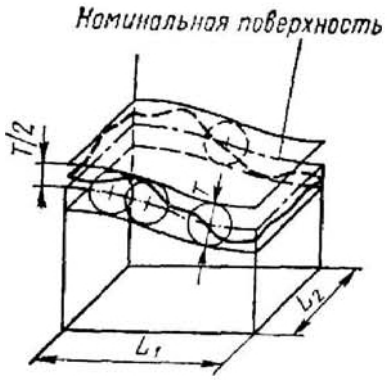
Отклонения формы криволинейных поверхностей контролируют с помощью профильных калибров, универсальных средств измерения (на проекторах, универсальных микроскопах, координатно-измерительных машинах) и специальных измерительных устройств.

2.23. Отклонения и допуски формы заданного профиля и заданной поверхности (по ГОСТ 24642—81)

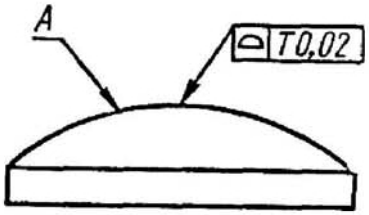
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение *	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение формы заданного профиля  Наибольшее отклонение Δ точек реального профиля от номинального профиля, определяемое по нормали к номинальному профилю в пределах нормируемого участка L	Допуск формы заданного профиля T  Линии, ограничивающие поле допуска, эквидистантны номинальному профилю и являются огибающими семейства окружностей, центры которых находятся на номинальном профиле, а диаметр равен допуску формы в диаметральном выражении T или удвоенному допуску формы в радиусном выражении $T/2$		Допуск формы заданного профиля B T 0,04 мм. Базы — поверхн. A и $Б$
Отклонение формы заданной поверхности	Допуск формы заданной поверхности T		Допуск формы заданной поверхн. A T 0,02 мм



Наибольшее отклонение Δ точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности в пределах нормируемого участка L_1, L_2



Поверхности, ограничивающие поле допуска, эквидистантны номинальной поверхности и являются огибающими семейства сфер, центры которых находятся на номинальной поверхности, а диаметр равен допуску формы в диаметральном выражении T или удвоенному допуску формы в радиусном выражении $T/2$



Примечания: 1. Номинальный профиль или номинальная поверхность определяются номинальными размерами (координатами отдельных точек или размерами отдельных составляющих элементов), заданными в прямоугольных рамках без предельных отклонений. 2. Допуски формы заданного профиля и заданной поверхности могут быть заданы в диаметральном и радиусном выражении. Допуск формы в диаметральном выражении указывается со знаком T перед числовым значением допуска, которое равно удвоенному наибольшему допускаемому значению отклонения формы заданного профиля (заданной поверхности). Допуск формы в радиусном выражении указывается со знаком $T/2$ перед числовым значением допуска, которое равно наибольшему допускаемому значению отклонения формы заданного профиля (заданной поверхности). 3. Допуск формы заданного профиля или заданной поверхности рекомендуется указывать в диаметральном выражении. 4. На эскизах в таблице L, L_1, L_2 — размеры, ограничивающие нормируемый участок. Если нормируемый участок не задан, то допуск формы относится ко всему профилю или всей поверхности.

* Буквенные обозначения поверхностей, приведенные без рамок, даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

2.24. Точность выполнения криволинейных поверхностей [23, 25]

Вид обработки	Допуски формы в диаметральном выражении T, мм	
	экономические	предельно достижимые
Ручная опиловка по шаблону	0,2	0,06
Опиловка на станке	0,1	0,04
Строгание и долбление по разметке	2	0,40
Фрезерование по разметке	3	1,60
Фрезерование по копиру на станках:		
с механическим управлением	0,4	0,16
со следящей системой	0,06	0,02
Обтачивание по копиру	0,24	0,06
Обтачивание фасонным резцом	0,1	0,02
Шлифование на станках с пантографом	0,04	0,02

ВОЛНИСТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Волнистостью называется совокупность периодически повторяющихся неровностей поверхности, которые образуются в процессе обработки главным образом из-за вибраций или относительных колебательных движений в системе станок—инструмент—деталь. Волнистость определяют в сечении, перпендикулярном к поверхности.

Волнистость рассматривается как часть отклонения формы поверхности и, если не сделано особых указаний, ограничивается допуском формы. В тех случаях, когда волнистость оказывает особое воздействие на функциональные свойства поверхности, она может ограничиваться отдельным допуском, меньшим, чем допуск формы. При самостоятельной оценке волнистости шероховатость поверхности и остальные отклонения формы исключаются (применением соответствующих радиусов измерительного наконечника и опоры или высокочастотных и низкочастотных электрических фильтров). К волнистости, как правило, относят периодические неровности, у которых отношение шага к высоте не превышает 40. У деталей с круглым сечением к волнистости относят отклонения в поперечном сечении, у которых шаг меньше $^1/_{15}$ периметра окружности.

Согласно рекомендации СЭВ по стандартизации РС 3951—73, количественная оценка волнистости производится по отклонениям профиля волнистости, получаемого путем исключения шероховатости и низкочастотных отклонений формы на длине участка измерения волнистости l_W (рис. 2.14, *а*). Базой для

оценки отклонений служит средняя линия профиля волнистости m_W — линия, имеющая форму номинального профиля и делящая профиль волнистости таким образом, что на длине l_W среднее квадратическое отклонение точек профиля волнистости от этой линии имеет минимальное значение. Стандартизованы следующие параметры.

1. Высота волнистости W_z — среднее арифметическое значение из пяти значений высоты волнистости (W_1, W_2, ..., W_5), которые определяются на пяти

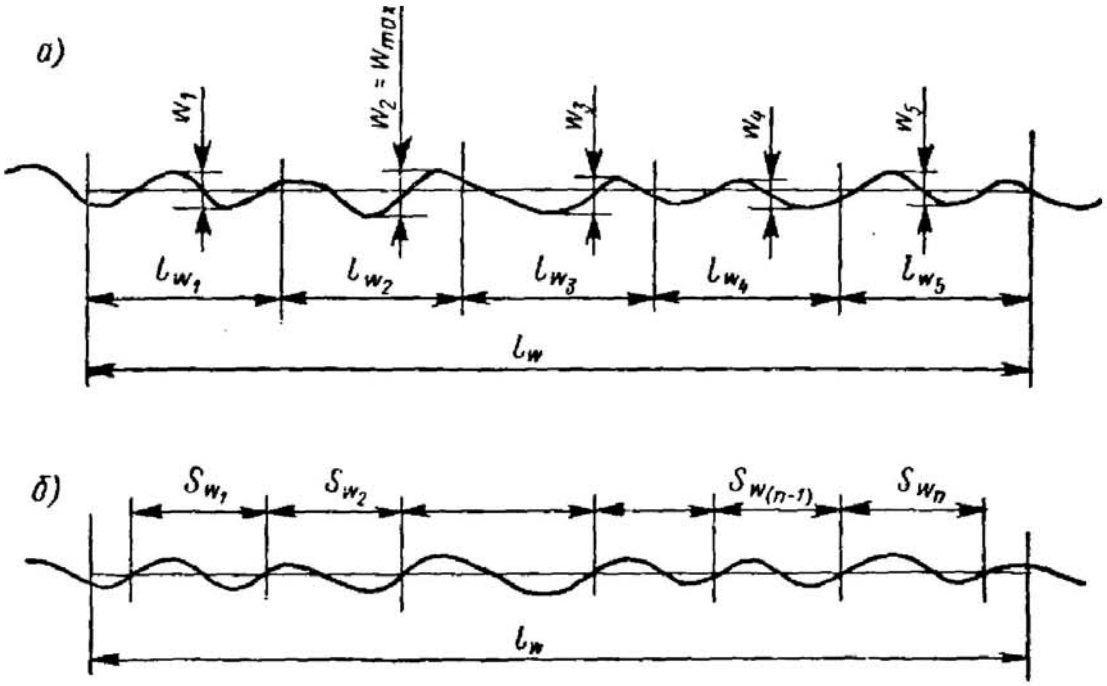


Рис. 2.14

одинаковых участках измерения волнистости (l_{W_1}, l_{W_2}, ..., l_{W_5}) как вертикальные расстояния между линиями, эквидистантными к средней линии и соприкасающимися с профилем волнистости в наивысших и наинизших точках одной полной волны (рис. 2.14, *а*)

$$W_z = {}^1/_5 (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5). \qquad (2.6)$$

2. Наибольшая высота волнистости W_{max} — расстояние между наивысшей и наинизшей точками профиля волнистости в пределах отдельных участков измерения (от l_{W_1} до l_{W_5}), измеренное на одной полной волне (рис. 2.14, *а*).

3. Средний шаг волнистости S_W — среднее арифметическое значение длин волн S_{W_i}, измеренных по средней линии (рис. 2.14, *б*)

$$S_W = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_{W_i} \qquad (2.7)$$

Нормирование волнистости, согласно РС 3951—73, осуществляется по параметру W_z, предельные значения которого (по РС 3951—73), приведены ниже.

W_z, мкм	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
W_z, мкм	6,3	12,5	25	500	100	200

Предельное значение W_z должно быть меньше допуска формы данной поверхности или профиля $T_ф$.

При выборе значений W_z следует учитывать также данные, характеризующие волнистость при различных способах механической обработки (табл. 2.25), и обобщенные, полученные опытным путем (табл. 2.26).

2.25. Параметры волнистости при некоторых видах механической обработки [14]

Вид механической обработки	Высота волны, мм	Шаг волны, мм
Плоское шлифование	1,1—3,8	1,1—4,8
Строгание	1—2,5	1,3—4
Точение	1—10,7	1,4—9
Скоростное фрезерование	1,4—6	1,6—5,2
Притирка	0,75—2	0,8—4,0

2.26. Зависимость между высотой и шагом волн [14]

Высота волны, мм	Шаг волны, мм
0—5	1—5
5—10	1,5—10
10—20	2—10
20—50	3—15

Контроль волнистости может осуществляться универсальными приборами (индикатором, индуктивными преобразователями, оптиметром, проектором и др.), приборами для контроля отклонений формы и шероховатости поверхности (кругломером, профилометром-профилографом и др.), а также специальными приборами — волнографами и волномерами.

2.3. ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Общие сведения об отклонениях и допусках расположения поверхностей приведены в п. 2.1.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ПАРАЛЛЕЛЬНОСТИ

Термины, определения и условные обозначения, относящиеся к отклонениям и допускам параллельности, приведены в табл. 2.27. При необходимости ограничить отклонения от плоскостности и параллельности нормируемой поверхности общим допуском назначают суммарный допуск параллельности и плоскостности (такое нормирование принято, например, для измерительных поверхностей концевых мер длины). В обоснованных случаях могут назначаться неодинаковые допуски параллельности номинально плоских поверхностей в разных направлениях, например, в продольном и поперечном направлениях.

Отклонение от параллельности прямых (или осей), которые по условию всегда лежат в одной плоскости, оцениваются в этой же плоскости, например, отклонение от параллельности образующих номинально цилиндрической поверхности в плоскости сечения, проходящей через ее ось, или штрихов шкалы, нанесенной на плоской поверхности. Если рассматриваемые номинально параллельные элементы могут иметь отклонения расположения в различных направлениях пространства, то отклонение от параллельности оценивается обычно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, одна из которых является общей пло-

стью элементов (осей). Отклонение в плоскости, перпендикулярной к ней, ывается перекосом осей. Отдельный допуск перекоса осей задают преимуще-енно в сопряжениях, чувствительных к перекосам, например, в цилин-ческих зубчатых передачах, шатунах, точных кинематических парах . п.

Возможна и комплексная оценка отклонения от параллельности в простран-е одним показателем, который является геометрической суммой отклонений вух взаимно перпендикулярных плоскостях. При этом способе допуск парал-ьности указывается со знаком диаметра (∅). Применять этот знак следует ех случаях, когда допустимы одинаковые отклонения от параллельности во х направлениях. При необходимости в чертеж может быть внесено пояснение осительно допускаемого направления отклонения от параллельности, напри-, «Допуск параллельности плоскостей 0,1 мм; сближение плоскостей допу-ется только к переднему торцу».

Ряды допусков параллельности приведены в табл. 2.28. Примеры выбора ней точности и способы обработки, обеспечивающие соблюдение соответ-ующих допусков, указаны в табл. 2.29.

Допуски параллельности $T_{пар}$ должны назначаться только в тех случаях, да необходимо, чтобы они были меньше допуска размера T_B между рассматри-мыми элементами:

$$T_{пар} < T_B. \qquad (2.8)$$

В зависимости от соотношения $T_{пар}/T_B$ различают нормальную, повы-ную, высокую геометрическую точность аналогично приведенным в л. 2.13.

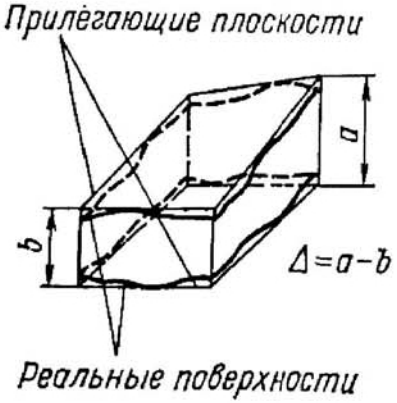
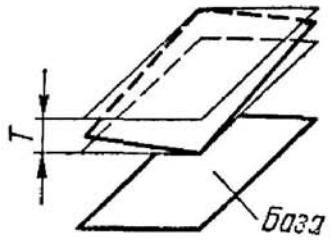
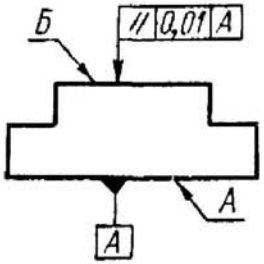
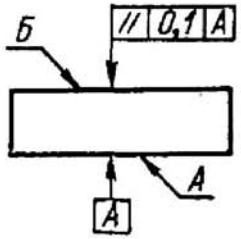
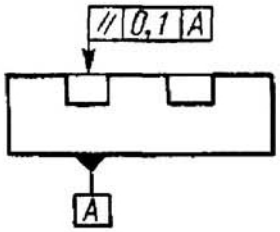
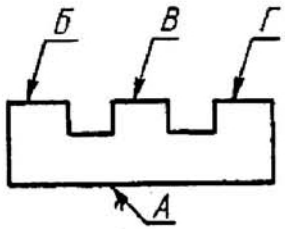
При отсутствии в чертежах указаний о допусках параллельности отклонения параллельности ограничиваются полем допуска размера между рассматрива-ми элементами или полями допусков размеров от каждого из рассматриваемых ментов до общей базы (табл. 2.30). Перекос осей ограничивается: в несимме-чных деталях полями допусков размеров, координирующих расположение ей плоскости осей (табл. 2.30); в симметричных деталях — допуском сим-ричности осей относительно контура.

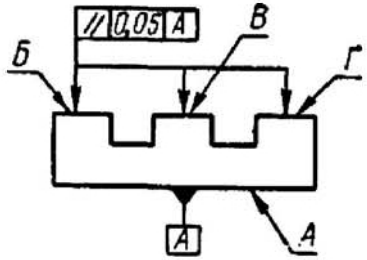
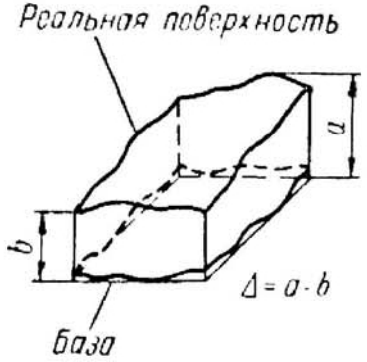
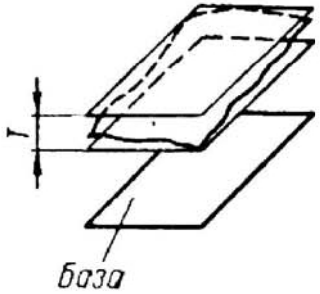
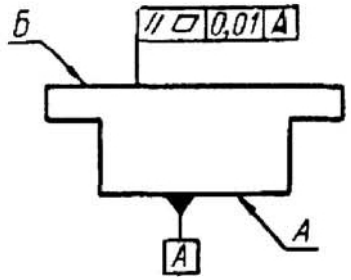
Некоторые возможные способы *контроля параллельности поверхностей* ведены в табл. 2.31. Контроль параллельности плоскостей осуществляется омощью поверочной плиты *1*, на которой деталь *3* устанавливают базовой по-хностью, и измерительной головки *2*, перемещающейся параллельно плоскости ерочной плиты. Определяют разность показаний головки в различных точках веряемой поверхности. При этом отклонение от плоскостности войдет в ре-ьтат измерения и, если не задано суммарного допуска параллельности и пло-стности, должно рассматриваться как часть погрешности измерения. Для лючения влияния отклонения формы применяют плоскопараллельную пла-ну, накладываемую на проверяемую поверхность, или проводят математи-кую обработку измеренных значений. Небольшие детали можно контролиро-ь на стойке со столиком.

Контроль параллельности осей осуществляется по образующим проверяемых ерхностей или по образующим контрольных валиков (оправок), пригнанных роверяемым отверстиям. Например, отклонение от параллельности оси отно-ельно плоскости определяется как разность показаний измерительной головки вух положениях (*I* и *II*) на заданной длине нормируемого участка. Для изме-ия отклонения от параллельности осей по разности расстояний между ними меняют как универсальные средства измерения (нутромеры, индикаторные бы, штангенциркули, микрометры и т. п.), так и специальные приспособ-ия.

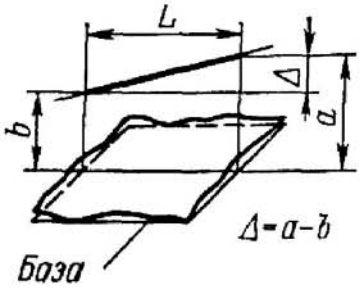
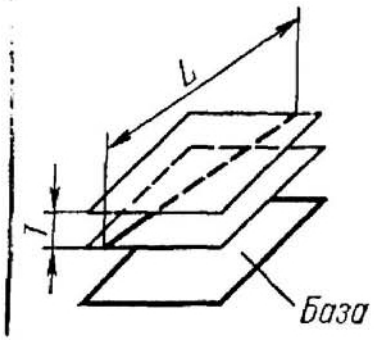
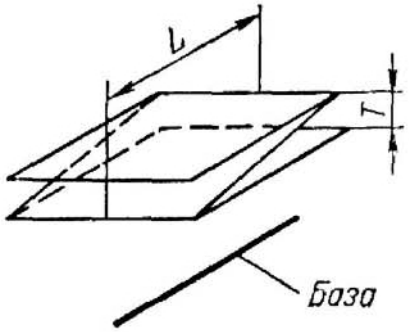
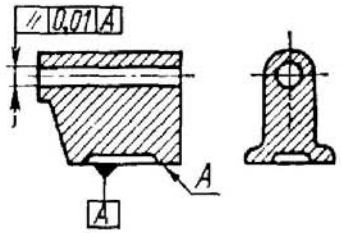
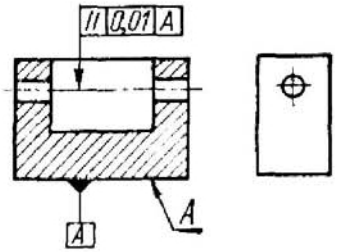
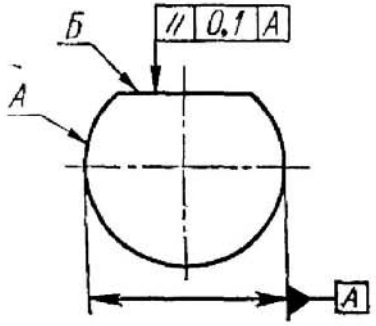
Перекос осей требует специального контроля, например, с помощью индикатор-о приспособления или уровня. В последнем случае определяют разность пока-ий уровня Δy в двух положениях (*I* и *II*) на заданной длине.

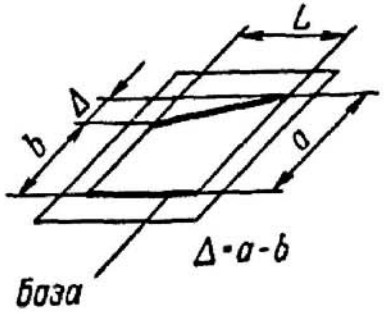
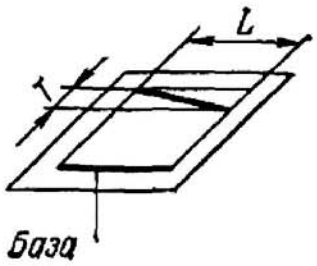
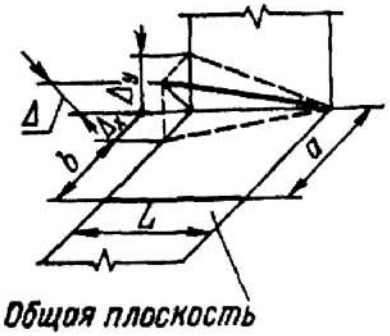
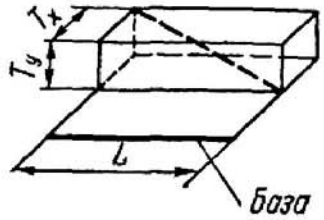
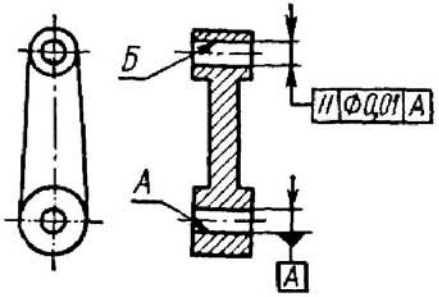
2.27. Отклонения и допуски параллельности (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от параллельности (непараллельность) плоскостей  Разность Δ наибольшего a и наименьшего b расстояний между плоскостями (прилегающими) в пределах нормируемого участка	Допуск параллельности T 		Допуск параллельности поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,01 мм
			Допуск параллельности поверхн. *А* и *Б* 0,1 мм
			

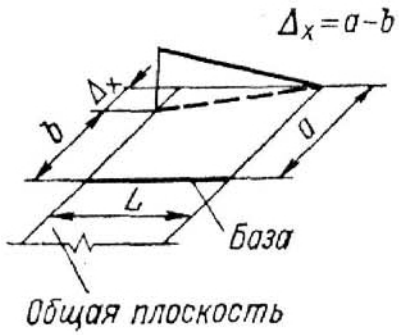
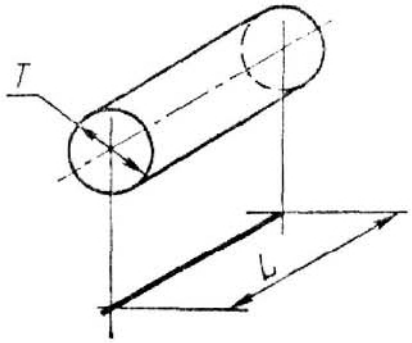
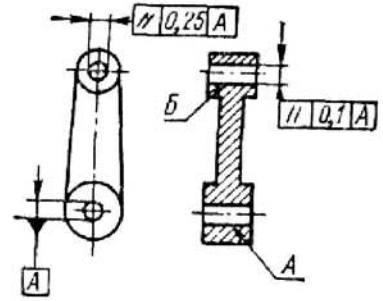
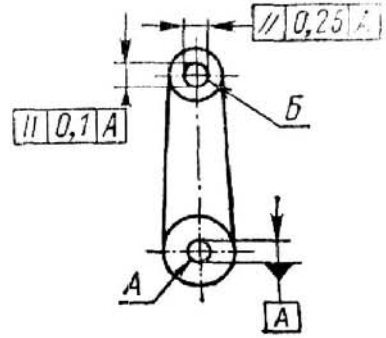
			Допуск параллельности общей прилегающей плоскости поверхн. *Б*, *В* и *Г* относительно поверхн. *А* 0,1 мм
			Допуск параллельности поверхн. *Б*, *В* и *Г* относительно поверхн. *А* 0,05 (требование относится к каждой поверхности в отдельности)
Суммарное отклонение от параллельности и плоскостности  Разность Δ наибольшего *a* и наименьшего *b* расстояний от точек реальной поверхности до базовой плоскости в пределах нормируемого участка	**Суммарный допуск параллельности и плоскостности *T***  Примечание. В пределах поля суммарного допуска должны находиться все точки реальной поверхности		Суммарный допуск параллельности и плоскостности поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,01 мм

Продолжение табл. 2.27

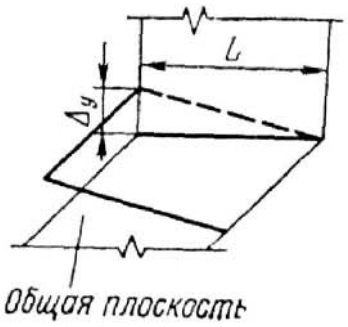
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от параллельности (непараллельность) оси относительно плоскости или плоскости относительно оси  **Разность Δ** наибольшего *a* и наименьшего *b* расстояний между осью и плоскостью на длине нормируемого участка *L*	Допуск параллельности оси относительно плоскости *T*  Допуск параллельности плоскости относительно оси *T*  	 	Допуск параллельности оси отв. относительно поверхн. *A* 0,01 мм
		 	Допуск параллельности общей оси отверстий относительно поверхн. *A* 0,01 мм
		 	Допуск параллельности поверхн. *Б* относительно оси поверхн. *A* 0,1 мм

Отклонение от параллельности (непараллельность) прямых в плоскости  Разность Δ наибольшего a и наименьшего b расстояний между прямыми на длине нормируемого участка	Допуск параллельности прямых в плоскости T 	—	—
Отклонение от параллельности (непараллельность) осей или прямых в пространстве  Геометрическая сумма Δ отклонений от параллельности осей (Δ_x, Δ_y) и двух взаимно перпендикулярных плоскостях, одна из которых является общей плоскостью осей. Примечание. Общей плоскостью осей в пространстве называется плоскость, проходящая через базовую ось и точку другой оси	Допуск параллельности осей в пространстве: поле допуска для случая, когда заданы раздельно допуск параллельности осей в общей плоскости (T_x) и допуск перекоса осей (T_y) 		Допуск параллельности оси отв. *Б* относительно оси отв. *А* ⌀ 0,01 мм

Продолжение табл. 2.27

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от параллельности (непараллельность) осей в общей плоскости  Отклонение от параллельности Δ_x проекций осей на их общую плоскость	поле допуска для случая, когда задан допуск T параллельности осей в пространстве со знаком диаметра перед числовым значением  	  	Допуск параллельности оси отв. $Б$ относительно оси отв. A 0,1 мм, допуск перекоса осей 0,25 мм

Перекос осей



Отклонение от параллельности Δ_y проекций осей на плоскость, перпендикулярную к общей плоскости осей и проходящую через одну из осей (базовую)

---

* В скобках приведены термины-синонимы по ГОСТ 10356—63, не рекомендуемые к применению в новых разработках.

** Буквенные обозначения поверхностей, приведенные без рамок, даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

2.28. Допуски параллельности, наклона, торцового биения и полного торцового биения (по ГОСТ 24643—81)

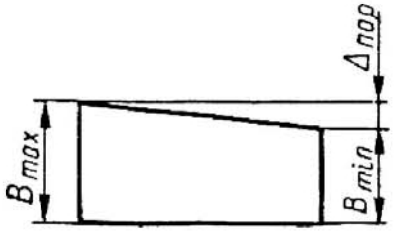
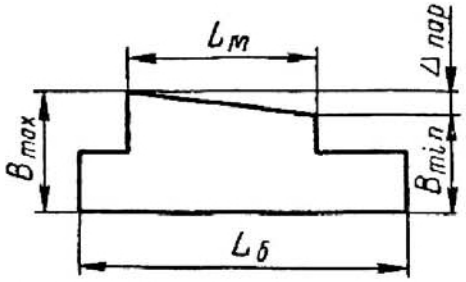
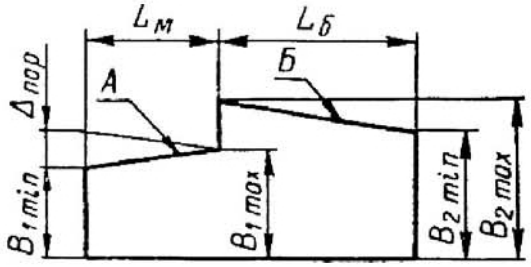
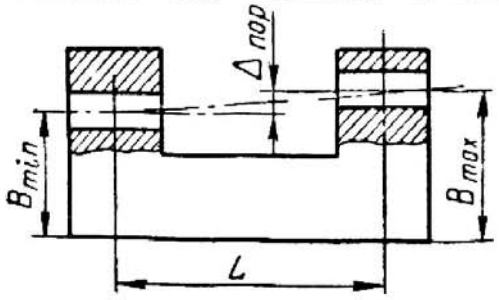
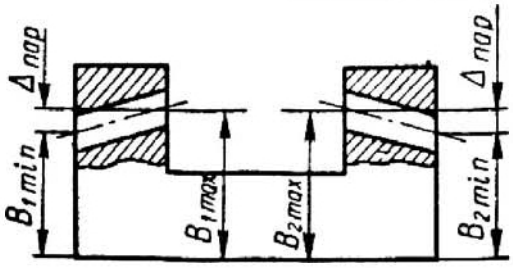
Номинальный размер, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
До 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
Св. 10 до 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
» 16 » 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
» 25 » 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
» 40 » 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
» 63 » 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
» 100 » 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
» 160 » 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
» 250 » 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
» 400 » 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
» 630 » 1 000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
» 1 000 » 1 600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
» 1 600 » 2 500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
» 2 500 » 4 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
» 4 000 » 6 300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
» 6 300 » 10 000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12
	Ближайшая степень точности по ГОСТ 10356—63															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	—	—	—	—

Примечания: 1. По данной таблице назначаются также суммарные допуски параллельности и плоскостности, перпендикулярности и плоскостности, наклона и плоскостности. 2. Выбор допуска при данной степени точности производится по длине нормируемой поверхности (если допуск относится ко всей длине) или длине нормируемого участка. Допуски торцового или полного торцового биения определяются по наибольшему диаметру торцовой поверхности или диаметру, на котором задается допуск торцового биения.

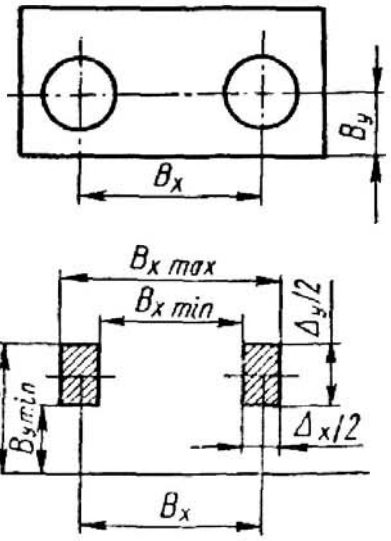
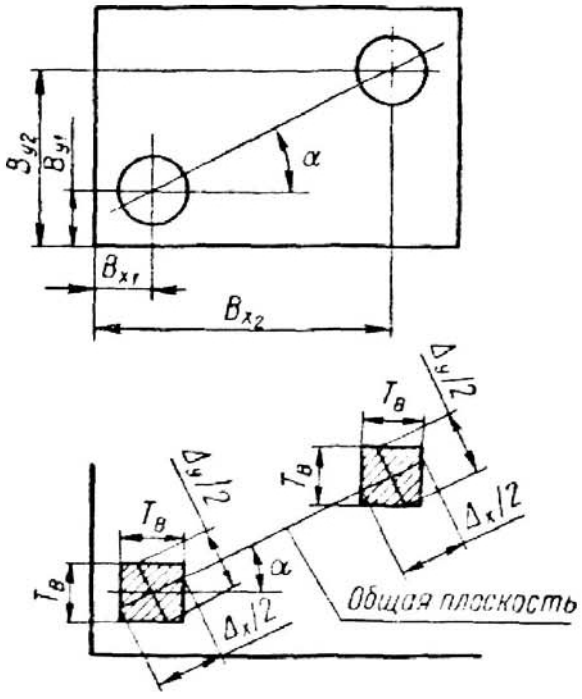
2.29. Примеры назначения допусков параллельности [11, 13, 16]

Степень точности (по табл. 2.28)	Примеры применения	Способ обработки
1—2	Направляющие и базовые поверхности прецизионных станков. Направляющие станины оптической делительной головки. Рабочие поверхности синусных линеек и угольников высокой точности	Доводка, суперфиниширование, алмазная обработка повышенной точности, шабрение повышенной точности
3—4	Направляющие поверхности станков высокой и повышенной точности. Особо точные направляющие приборов управления и регулирования. Измерительные и рабочие поверхности поверочных линеек, штриховых мер длины, призм	Доводка, шлифование, шабрение, хонингование
5—6	Рабочие поверхности станков нормальной точности. Измерительные поверхности микрометров и штангенциркулей. Рабочие поверхности технологических приспособлений высокой точности. Направляющие пазы и планки приборов и механизмов высокой точности. Торцы подшипников качения высокой точности. Оси отверстий в корпусах зубчатых передач высокой точности. Оси отверстий и торцы корпусов, рабочих шестерен и винтов в насосах. Базовые плоскости блока, рамы и картера двигателей	Шлифование, координатное растачивание, фрезерование повышенной точности
7—8	Рабочие поверхности прессов и молотов. Плоскости плит штампов. Рабочие поверхности кондукторов. Торцы фрез. Опорные торцы крышек и колец для подшипников качения нормальной точности. Оси отверстий в головках шатуна. Оси расточек под гильзы в блоке цилиндров двигателя. Оси отверстий в корпусах зубчатых передач нормальной точности. Уплотнительные поверхности фланцев вентилей	Фрезерование, строгание, протягивание, шлифование, растачивание
9—10	Торцы крышек подшипников в тяжелом машиностроении. Шатунные шейки и ось коленчатого вала дизелей и газовых двигателей. Оси передач в лебедках, ручных приводах	Фрезерование и растачивание, сверление и развертывание по кондуктору
11—12	Плоскости разъема и опорная плоскость в корпусах редукторов подъемно-транспортных машин. Оси и поверхности в вилках включения сельскохозяйственных машин	Грубая механическая обработка всех видов
13—16	Поверхности низкой точности	Все виды обработки

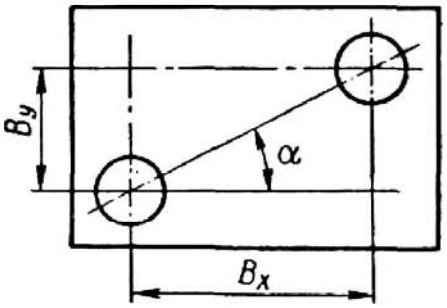
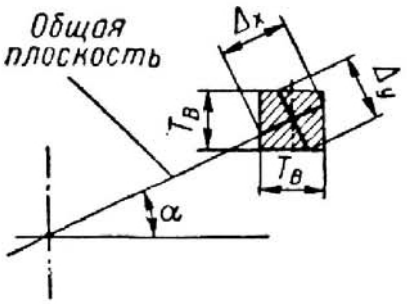
2.30. Неуказанные допуски параллельности, ограничиваемые полем допуски размера [16]

Наименование отклонения	Предельное значение отклонения от параллельности, ограничиваемое полем допуска размера
Отклонение от параллельности плоскостей	 $\Delta_{пар} = T_B$
	 $\Delta_{пар} = T_B$ на длине меньшей стороны $L_м$
	 Отклонение от параллельности плоскости A (с меньшей длиной $L_м$) относительно плоскости $Б$ (с большей длиной $L_б$) $\Delta_{пар} = T_{B_1} + T_{B_2} \frac{L_м}{L_б}$
Отклонение от параллельности оси относительно плоскости	 Отклонение от параллельности общей оси отверстий на длине L $\Delta_{пар} = T_B$
	 Отклонение оси каждого отверстия на длине соответствующего отверстия $\Delta_{пар} = T_B$

Продолжение табл. 2.30

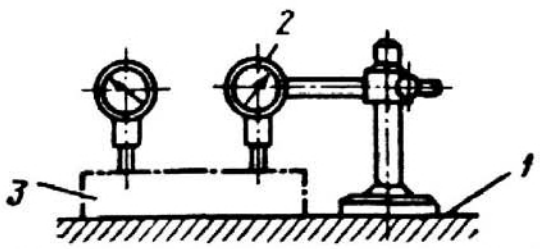
Наименование отклонения	Предельное значение отклонения от параллельности, ограничиваемое полем допуска размера
Отклонение от параллельности и перекос осей	 $\Delta_x = T_{B_x}$; $\Delta_y = 2T_{B_y}$
	 При $T_{Bx_1} = T_{Bx_2} = T_{By_1} = T_{By_2} = T_B$ для $\alpha \leqslant 45°$ $\Delta_x = \Delta_y = 2T_B/\cos\alpha$; для $45° \leqslant \alpha \leqslant 90°$ $\Delta_x = \Delta_y = 2T_B/\sin\alpha$

Продолжение табл. 2.30

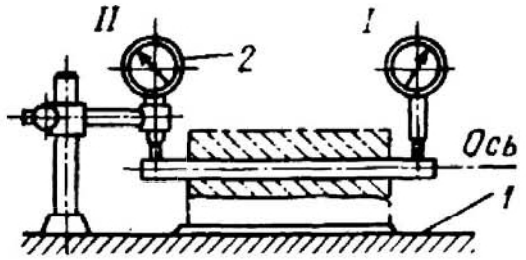
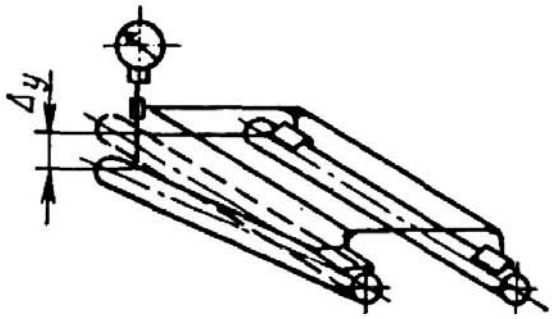
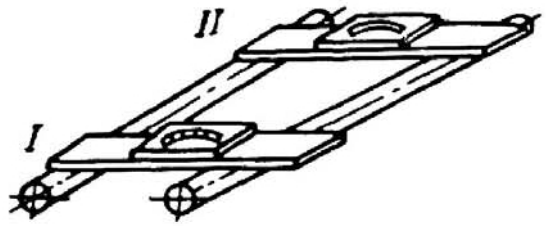
Наименование отклонения	Предельное значение отклонения от параллельности, ограничиваемое полем допуска размера
Отклонение от параллельности и перекос осей	  При $T_{B_x} = T_{B_y} = T_B$: для $\alpha \leqslant 45°$ $\Delta_x = \Delta_y = T_B/\cos\alpha$; для $45° \leqslant \alpha \leqslant 90°$ $\Delta_x = \Delta_y = T_B/\sin\alpha$

Примечание. Отклонение от параллельности ограничивается в пределах, указанных в табл. 2.30, если соблюдение допусков размеров между рассматриваемыми элементами (размеров B) контролируется на всей длине этих элементов или в крайних сечениях. При этих условиях в непосредственном контроле параллельности нет необходимости.

2.31. Некоторые способы контроля параллельности [13, 14, 23]

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Применяемое устройство
	Параллельность плоскостей	Поверочная плита, измерительная головка

Продолжение табл. 2.31

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Применяемое устройство
	Параллельность оси относительно плоскости	Специальный контрольный валик, поверочная плита, измерительная головка
	Перекос осей	Индикаторное приспособление
		Уровень

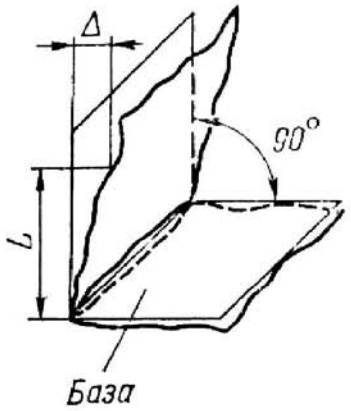
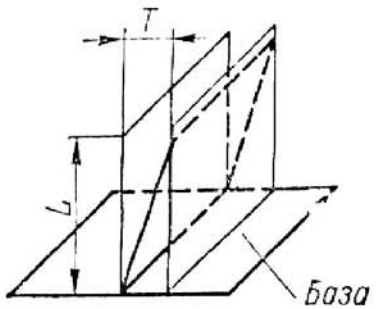
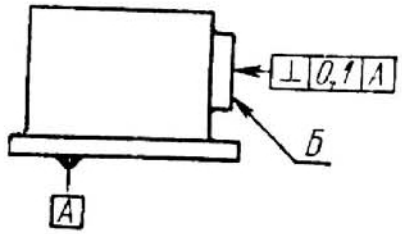
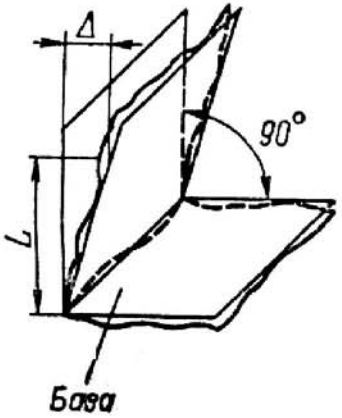
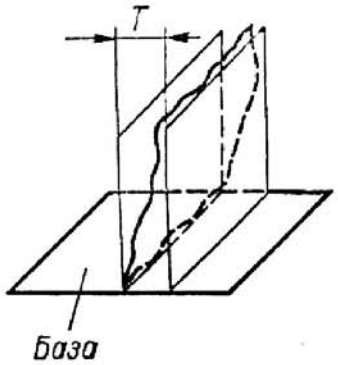
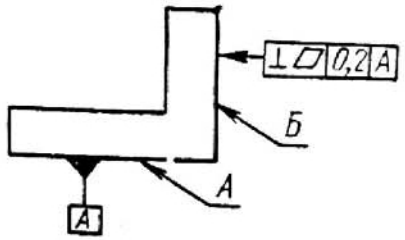
ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТИ. ТОРЦОВОЕ БИЕНИЕ

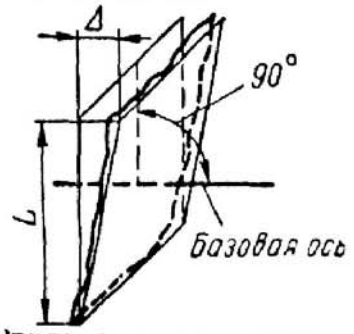
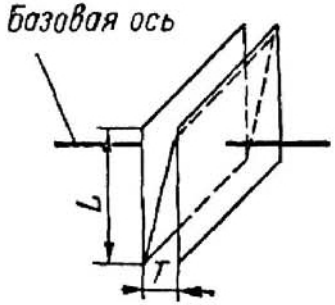
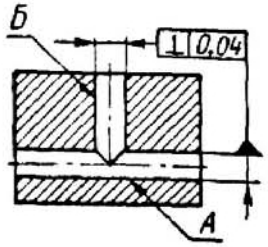
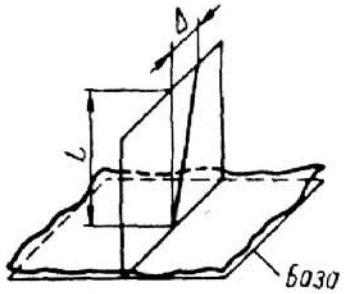
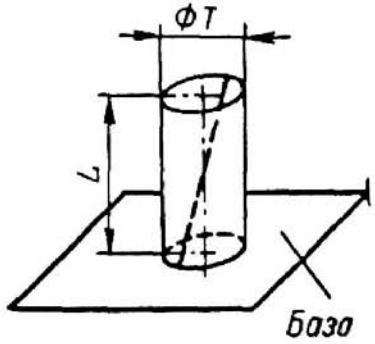
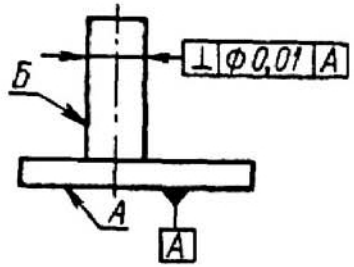
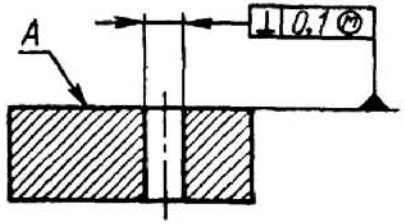
Термины, определения и условные обозначения, относящиеся к отклонениям и допускам перпендикулярности, приведены в табл. 2.32. Нормирование расположения номинально перпендикулярных элементов при необходимости может осуществляться и указанием предельных отклонений от прямого угла (90°) в угловых единицах. В этом случае предельные отклонения могут быть как симметричными, так и односторонними (см. п. 4.1).

Перпендикулярность плоскостей может нормироваться отдельно от плоскостности или совместно с ней. В последнем случае назначается суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности. Допуск перпендикулярности оси относительно плоскости в общем случае ограничивает отклонение в любом направлении (перед значением допуска в этом случае указывается знак ∅). В обоснованных случаях могут быть заданы разные допуски перпендикулярности в двух взаимно перпендикулярных плоскостях заданного направления или только в одной плоскости заданного направления.

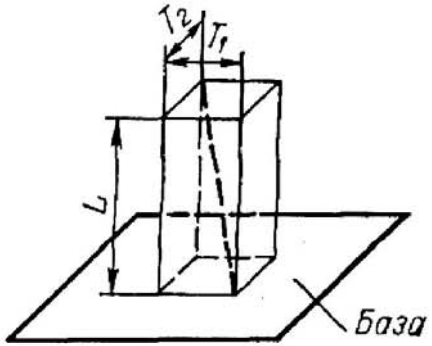
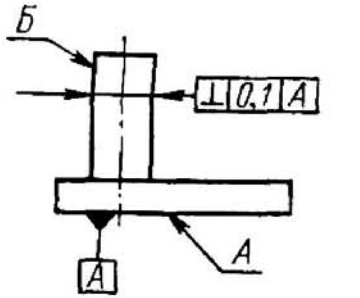
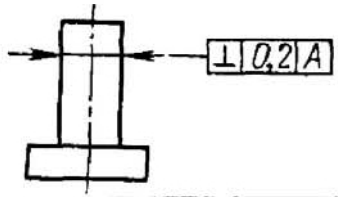
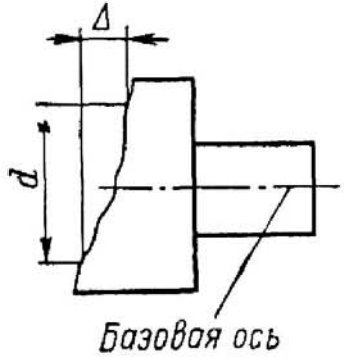
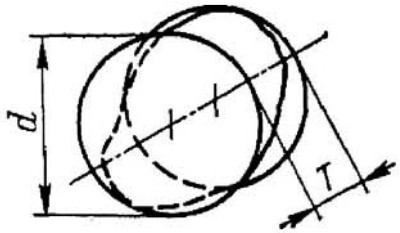
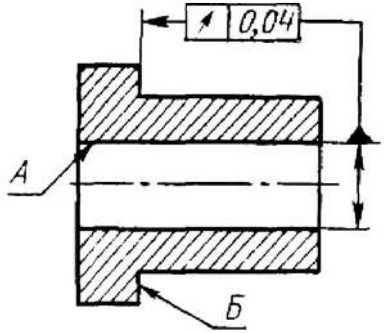
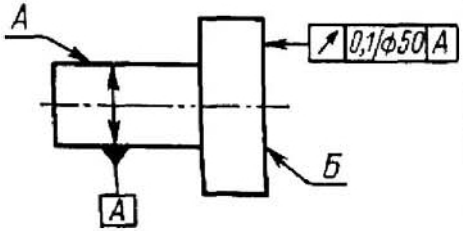
Перпендикулярность торцовых поверхностей деталей вращения может нормироваться несколькими способами: 1) допуском торцового биения (наиболее распространенный способ), который ограничивает отклонение от перпендикуляр-

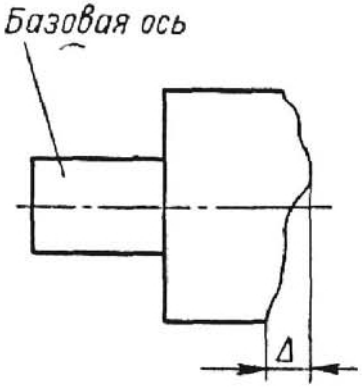
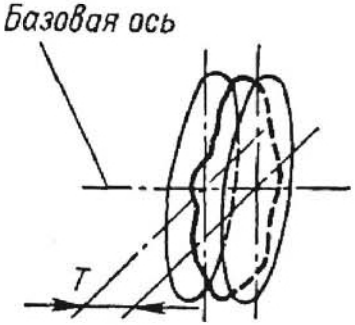
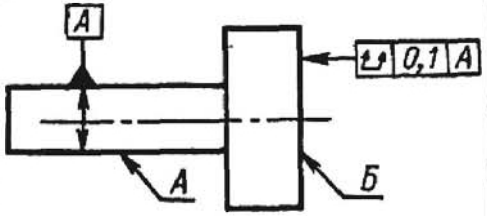
2.32. Отклонения и допуски перпендикулярности (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от перпендикулярности (неперпендикулярность) плоскостей  Отклонение угла между плоскостями от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка L	Допуск перпендикулярности плоскостей T  	 	Допуск перпендикулярности поверхн. *Б* относительно основания 0,1 мм
Суммарное отклонение от перпендикулярности и плоскостности  	Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности T  	 	Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,2 мм

Разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой плоскости (или базовой оси) в пределах нормируемого участка *L*	*Примечание.* В пределах поля суммарного допуска должны находиться все точки реальной поверхности		
Отклонение от перпендикулярности (неперпендикулярность) плоскости или оси относительно оси  Отклонение угла между плоскостью или осью и базовой осью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка *L*	Допуск перпендикулярности плоскости или оси относительно оси *T* 		Допуск перпендикулярности оси отв. *Б* относительно оси отв. *А* 0,04 мм
Отклонение от перпендикулярности (неперпендикулярность) оси относительно плоскости  Отклонение угла между осью и базовой плоскостью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка *L*	Допуск перпендикулярности оси относительно плоскости: если допуск *T* задан со знаком диаметра ⌀ 		Допуск перпендикулярности оси поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* ⌀ 0,01 мм
			Допуск перпендикулярности оси отв. *Б* относительно поверхн. *А* ⌀ 0,1 мм (допуск зависимый)

Продолжение табл. 2.32

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Примечание. Если не задано направление плоскости, в которой должно определяться отклонение от перпендикулярности, то его определяют в плоскости, проходящей через рассматриваемую ось перпендикулярно к базовой плоскости	если заданы допуски в двух взаимно перпендикулярных направлениях T_1, T_2 	 	Допуск перпендикулярности оси поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,1 мм в продольном направлении, 0,2 мм в поперечном направлении
Торцовое биение 	Допуск торцового биения *T* 		Допуск торцового биения поверхн. *Б* относительно оси отв. *А* 0,04 мм
			Допуск торцового биения поверхн. *Б* относительно оси поверхн. *А* 0,1 мм на диаметре 50 мм
Разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базо-			

вой оси. Определяется на заданном диаметре d или любом (в том числе и наибольшем) диаметре торцовой поверхности			
Полное торцовое биение  Разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек всей торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной к базовой оси	До уск полного торцового биения T 		Допуск полного торцового биения поверхн. *Б* относительно оси поверхн. *А* 0,1 мм

* В скобках приведены термины-синонимы по ГОСТ 10356—63, не рекомендуемые к применению при новых разработках.
** Буквенные обозначения поверхностей, приведенные без рамок, даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

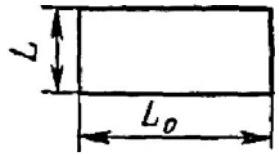
ности и часть отклонений от плоскостности (только для точек, лежащих на контролируемой окружности; отклонения типа выпуклости или вогнутости торцовым биением не выявляются и при необходимости должны нормироваться отдельным допуском); отклонение от перпендикулярности на длине, равной диаметру контролируемой окружности, вызывает такое же по величине торцовое биение; 2) допуском полного торцового биения, если необходимо установить суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности торца; 3) допуском перпендикулярности торцовой поверхности относительно базовой оси, если необходимо установить отдельные допуски перпендикулярности и плоскостности или если допуск перпендикулярности может быть задан зависимым за счет использования отклонений диаметра базового элемента.

Ряды допусков перпендикулярности и торцового биения приведены в табл. 2.28. По этой же таблице следует назначать суммарные допуски перпендикулярности и плоскостности, а также допуски полного торцового биения. Необходимые различия в числовых значениях допусков для различных характеристик перпендикулярности могут быть обеспечены при выборе степеней точ-

2.33. Примеры назначения допусков перпендикулярности и торцового биения [11, 13, 16]

Степень точности табл. 2.28)	Примеры применения	Способ обработки
1—2	Основные направляющие и базовые поверхности прецизионных станков. Шпиндели и оправки зубоизмерительных приборов, оптической делительной головки. Кольца прецизионных подшипников качения	Доводка, тонкое шлифование, алмазная обработка повышенной точности
3—4	Основные направляющие и базовые поверхности станков высокой и повышенной точности. Рабочие поверхности угольников (90°). Фланцы крупных турбин и генераторов. Заплечики валов под прецизионные подшипники качения	Доводка, шлифование и шабрение повышенной точности, тонкое точение
5—6	Рабочие поверхности станков нормальной точности. Опорные торцы долбяков и шеверов. Торцы корпусов, рабочих шестерен, винтов и роторов насосов высокого давления. Заплечики валов и корпусов под подшипники качения высокой точности Торцы вкладышей подшипников гидромашин. Фланцы валов и соединительных муфт двигателей. Торцы рам и корпусов гироприборов. Торцы планшайб и патронов станков	Шлифование, шабрение, хонингование; фрезерование, строгание и растачивание повышенной точности
7—8	Рабочие поверхности прессов. Торцы станочных втулок. Заплечики валов и корпусов под подшипники качения нормальной точности. Торцы ступиц и распорных втулок. Оси отверстий в корпусах конических редукторов. Ось отверстия под палец в автомобильных и тракторных поршнях	Шлифование, фрезерование, строгание, долбление, растачивание
9—10	Торцы подшипников в ручных лебедках и приводах. Оси резьбовых шпилек относительно опорных плоскостей в двигателе. Зубчатые венцы колес с обработанными зубьями в сельскохозяйственных машинах	Обтачивание; грубое фрезерование, строгание и растачивание
11—12	Уплотнительные поверхности присоединительных фланцев угловых вентилей. Зубчатые венцы звездочек с обработанными зубьями в сельскохозяйственных машинах. Оси и поверхности в вилках включения сельскохозяйственных машин. Рабочие поверхности угольников для строительных работ	Грубая механическая обработка всех видов
13—16	Поверхности низкой точности. Поверхности с неуказанными допусками	Все виды обработки

2.34. Неуказанные допуски перпендикулярности (по ГОСТ 25069—81), мм



Номинальная длина короткой стороны прямого угла	Квалитет или класс точности допуска размера, координирующего короткую сторону угла				Номинальная длина короткой стороны прямого угла	Квалитет или класс точности допуска размера, координирующего короткую сторону угла			
	12 и точнее, «точный»	13 и 14, «средний»	15 и 16, «грубый»	17, «очень грубый»		12 и точнее, «точный»	13 и 14, «средний»	15 и 16, «грубый»	17, «очень грубый»
	Допуск перпендикулярности					Допуск перпендикулярности			
До 10	0,06	0,10	0,16	0,25	Св. 630 до 1 000	0,6	1,0	1,6	2,5
Св. 10 до 16	0,08	0,12	0,20	0,3	» 1 000 » 1 600	0,8	1,2	2,0	3
» 16 » 25	0,10	0,16	0,25	0,4	» 1 600 » 2 500	1,0	1,6	2,5	4
» 25 » 40	0,12	0,20	0,3	0,5	» 2 500 » 4 000	1,2	2,0	3	5
» 40 » 63	0,16	0,25	0,4	0,6	» 4 000 » 6 300	1,6	2,5	4	6
» 63 » 100	0,20	0,3	0,5	0,8	» 6 300 » 10 000	2,0	3,0	5	8
» 100 » 160	0,25	0,4	0,6	1,0					
» 160 » 250	0,3	0,5	0,8	1,2					
» 250 » 400	0,4	0,6	1,0	1,6					
» 400 » 630	0,5	0,8	1,2	2,0					
						Степени точности по табл. 2.28			
						12	13	14	15

Примечания: 1. За базу, к которой относится неуказанный допуск перпендикулярности, принимается поверхность (или ось поверхности), образующая бо́льшую сторону прямого угла, а при одинаковых размерах сторон угла — поверхность, имеющая меньшую шероховатость; см. также стр. 376. 2. Если с короткой стороной угла связано несколько координирующих размеров разной точности, то неуказанный допуск перпендикулярности выбирается по более точному квалитету. 3. Допуски по табл. 2.34 должны соблюдаться без ссылок на них в чертежах.

ности. Примеры выбора степеней точности и соответствующие способы обработки указаны в табл. 2.33.

Неуказанные допуски перпендикулярности приведены в табл. 2.34. Они должны выбираться в зависимости от точности линейного размера, координирующего рассматриваемый элемент (короткую сторону прямого угла) и, согласно СТ СЭВ 302—76, должны соблюдаться для всех прямых углов независимо от наличия в чертежах ссылок на неуказанные допуски.

Для торцовых поверхностей тел вращения устанавливаются неуказанные допуски торцового биения, выбор которых производят в зависимости от квалитета допуска размера, координирующего торец (табл. 2.35). Для полного торцового биения неуказанные допуски не устанавливаются. Во всех случаях, когда необходимо ограничить эту характеристику, допуски должны указываться.

Некоторые способы *контроля перпендикулярности* приведены в табл. 2.36. Определение отклонений при контроле угольниками производится «на просвет», концевыми мерами длины или по измерительной головке. Измерение отклонения

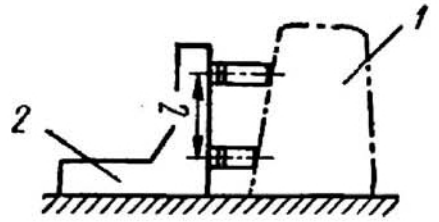
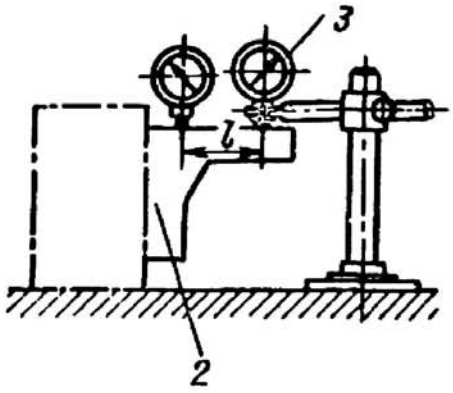
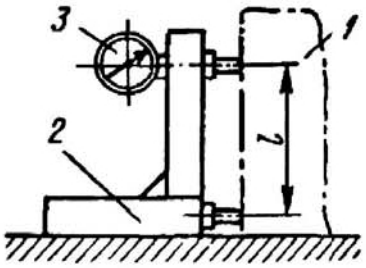
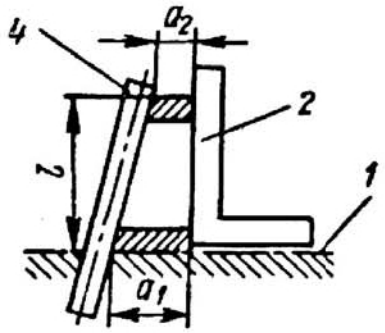
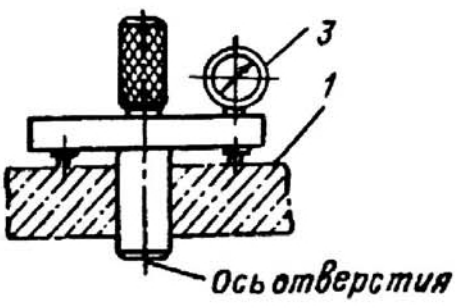
2.35. Неуказанные допуски торцового биения (по ГОСТ 25069—81), мм

Номинальный диаметр торца	Квалитет или класс точности размера, координирующего торец в осевом направлении			
	12 и точнее, «точный»	13 и 14, «средний»	15 и 16, «грубый»	17, «очень грубый»
	Допуск торцового биения			
До 10	0,025	0,04	0,10	0,16
Св. 10 до 16	0,03	0,05	0,12	0,20
» 16 » 25	0,04	0,06	0,16	0,25
» 25 » 40	0,05	0,08	0,20	0,3
» 40 » 63	0,06	0,10	0,25	0,4
» 63 » 100	0,08	0,12	0,3	0,5
» 100 » 160	0,10	0,16	0,4	0,6
» 160 » 250	0,12	0,20	0,5	0,8
» 250 » 400	0,16	0,25	0,6	1,0
» 400 » 630	0,20	0,3	0,8	1,2
» 630 » 1 000	0,25	0,4	1,0	1,6
» 1 000 » 1 600	0,3	0,5	1,2	2,0
» 1 600 » 2 500	0,4	0,6	1,6	2,5
» 2 500 » 4 000	0,5	0,8	2,0	3
» 4 000 » 6 300	0,6	1,0	2,5	4
» 6 300 » 10 000	0,8	1,2	3,0	5
	Степень точности по табл. 2.28			
	10	11	13	14

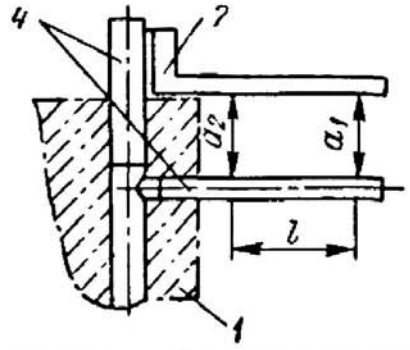
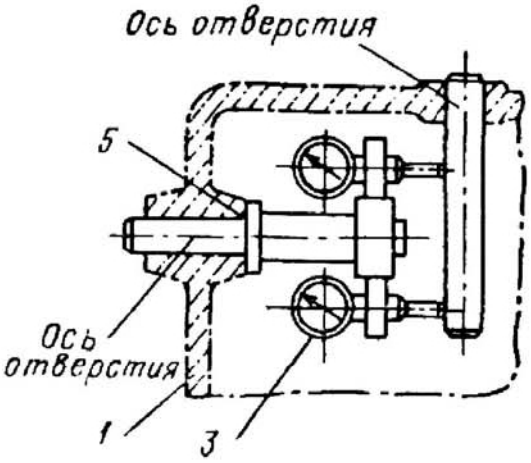
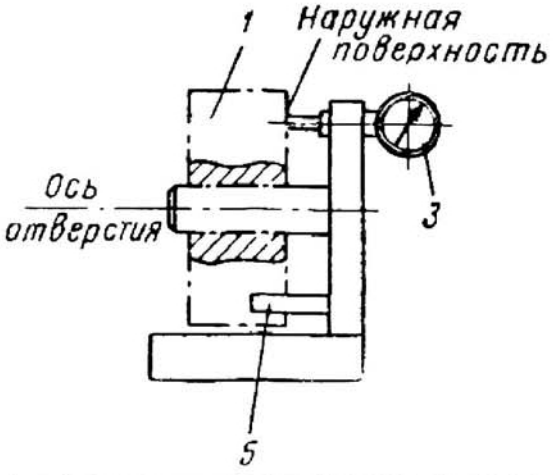
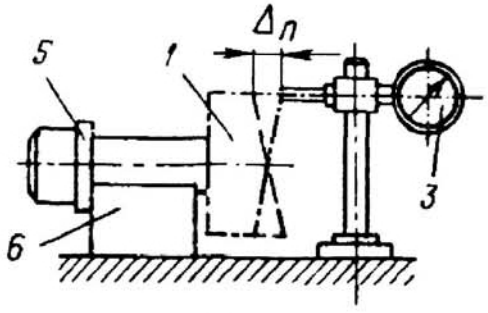
Примечания: 1. Если с данным торцом связано несколько осевых размеров разной точности, то неуказанный допуск торцового биения выбирается по более точному квалитету. 2. За базу, к которой относится неуказанный допуск торцового биения, принимается ось поверхности, имеющей бо́льшую длину, при одинаковых длинах — поверхности с допуском диаметра по более точному квалитету, при одинаковых квалитетах — поверхности с бо́льшим диаметром. 3. Допуски по таблице действительны при наличии в чертежах ссылок на ГОСТ 25069—81.

от перпендикулярности оси к плоскости следует производить в различных направлениях, если не указано определенное направление. Контроль перпендикулярности торцовых поверхностей относительно базовой оси в деталях вращения часто производят путем измерения торцового биения. Возможны и другие способы контроля перпендикулярности, например комплексными калибрами, оптико-механическими приборами [13, 14, 23].

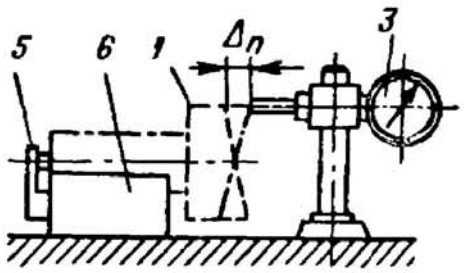
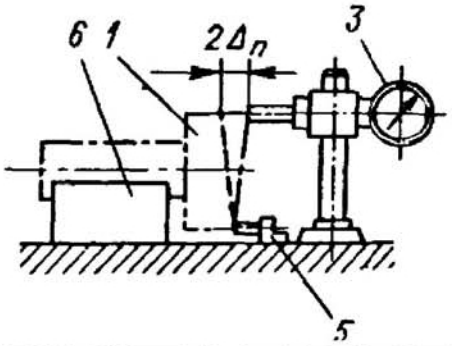
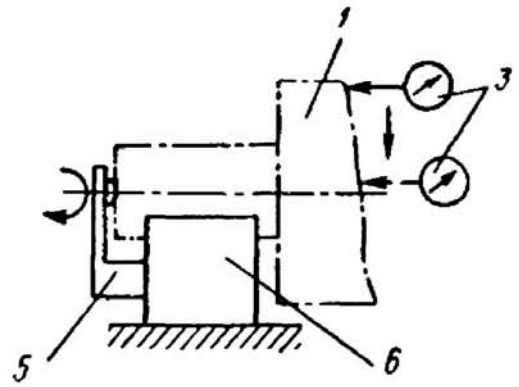
2.36. Некоторые способы контроля перпендикулярности [13, 14, 23]

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Применяемое устройство
	Перпендикулярность плоскостей	Угольник
		Угольник, измерительная головка
		Индикаторное приспособление
	Перпендикулярность отверстия относительно плоскости	Угольник
		Индикаторное приспособление

Продолжение табл. 2.36

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Применяемое устройство
	Перпендикулярность осей	Угольник, оправки
		Индикаторное приспособление
	Перпендикулярность осей отверстия и наружной поверхности	
	Торцовое биение	Измерительная головка, призма, упор

Продолжение табл. 2.36

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Применяемое устройство
	Торцовое биение	Измерительная головка, призма, упор
		
	Полное торцовое биение	

Примечание. На схемах измерения: *1* — проверяемая деталь; *2* — угольник; *3* — измерительная головка; *4* — оправка; *5* — упор; *6* — призма

Контроль торцового и полного торцового биения производят и в тех случаях, когда указаны допуски непосредственно на эти проверки. Измерения торцового биения производят на заданном диаметре или на наибольшем диаметре торцовой поверхности. При контроле полного торцового биения измерительная головка должна не только вращаться относительно базовой оси детали, но и перемещаться в радиальном направлении перпендикулярно базовой оси.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ НАКЛОНА

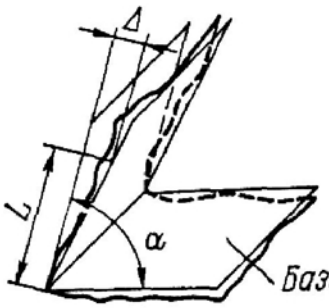
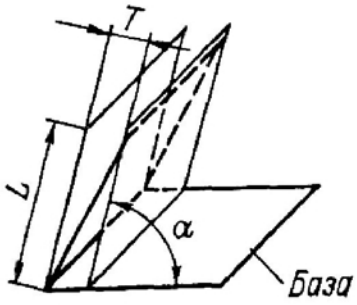
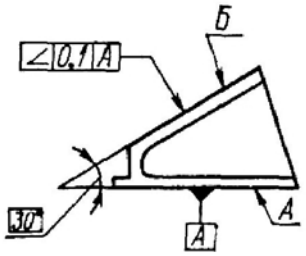
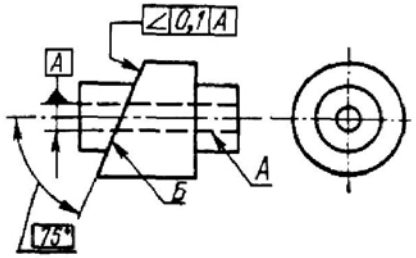
Точность угла между элементами может нормироваться двумя способами:

1) указанием предельных отклонений от номинального угла в угловых единицах; отклонения могут быть симметричными или односторонними (см. п. 4.1);

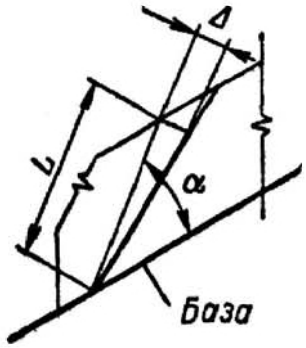
2) указанием допуска наклона в линейных единицах.

Термины, определения и условные обозначения, относящиеся к допускам наклона, приведены в табл. 2.37.

2.37. Отклонения и допуски наклона (по ГОСТ 24642—81)

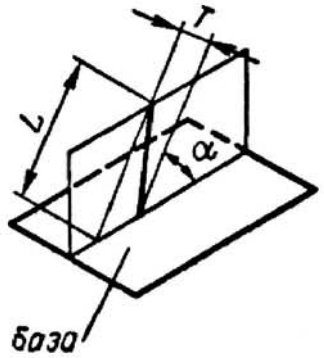
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение *	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение наклона плоскости  Отклонение угла между плоскостью (прилегающей) и базой (базовой плоскостью или базовой осью) от номинального угла α, выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка *L*	Допуск наклона плоскости *T*  	 	Допуск наклона поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,1 мм
		 	Допуск наклона поверхн. *Б* относительно оси поверхн. *А* 0,1 мм

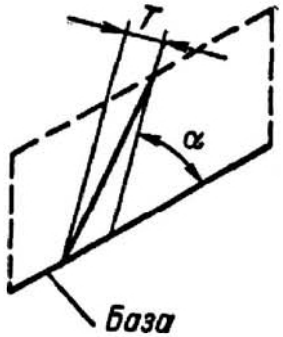
Отклонение наклона оси (или прямой)



Отклонение угла между осью поверхности вращения и базой (базовой плоскостью или базовой осью) от номинального угла α, выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка L

Допуск наклона оси *T*



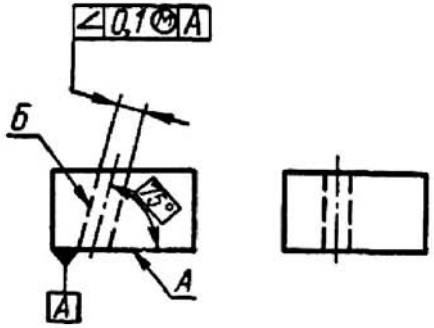


Примечание. Поле допуска наклона оси находится на плоскости, проходящей:

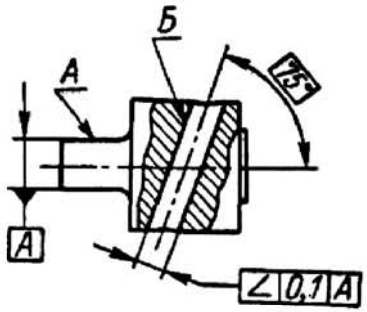
через базовую и рассматриваемую оси;

через базовую ось параллельно рассматриваемой оси (если оси не лежат в одной плоскости);

через рассматриваемую ось перпендикулярно базовой плоскости

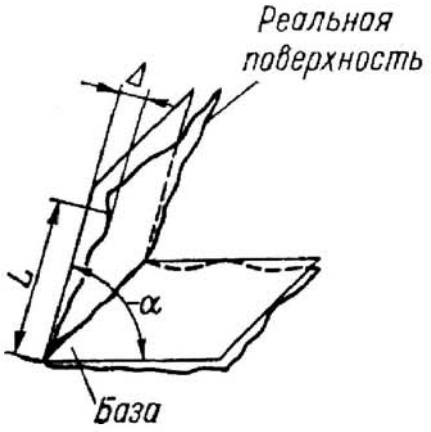
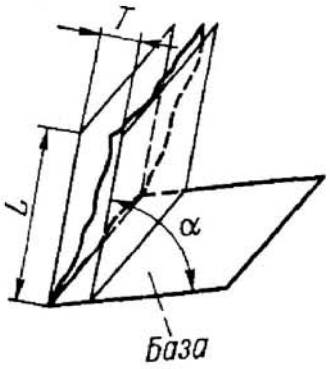
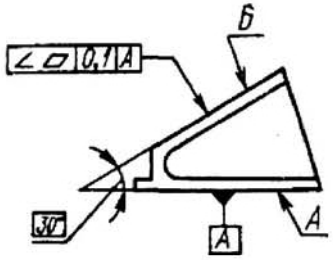


Допуск наклона оси поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,1 мм (допуск зависимый)



Допуск наклона оси поверхн. *Б* относительно оси поверхн. *А* 0,1 мм

Продолжение табл. 2.37

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение *	Пояснение (текст в технических требованиях)
Суммарное отклонение наклона и плоскостности  Разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, расположенной под номинальным углом α относительно базы (базовой плоскости или базовой оси) в пределах нормируемого участка *L*	Суммарный допуск наклона и плоскостности *T*  Примечание. В пределах поля суммарного допуска должны находиться все точки реальной поверхности		Суммарный допуск наклона и плоскостности поверхн. *Б* относительно поверхн. *А* 0,1 мм

* Буквенные обозначения поверхностей, приведенные без рамок, даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

Допуски наклона могут назначаться при любых номинальных углах между элементами, за исключением углов, равных 0°, 90 и 180°. Их целесообразно назначать в тех случаях, когда по конструктивным условиям должны быть ограничены непосредственно отклонения угла, выраженные в линейных единицах, например, когда эти отклонения связаны с зазорами между сопрягаемыми элементами. Этот способ позволяет установить лишь симметричные предельные отклонения относительно номинального угла. Числовые значения допусков наклона должны назначаться по табл. 2.28. По этой же таблице должны назначаться суммарные допуски наклона и плоскостности.

Для углов с неуказанными допусками отклонения наклона ограничиваются неуказанными предельными отклонениями углов по СТ СЭВ 302—76 (см. п. 4, ч.II).

Контроль отклонений наклона может производиться любыми средствами, применяемыми для измерения углов. Наиболее удобны те, которые позволяют отсчитать результат измерения в линейных единицах, например синусные линейки, индикаторные устройства, настраиваемые на нуль по номинальному углу, и др. Для контроля наклона осей отверстий или валов могут применяться также комплексные калибры.

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ СООСНОСТИ, СИММЕТРИЧНОСТИ, ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ОСЕЙ. РАДИАЛЬНОЕ БИЕНИЕ

Термины, определения и условные обозначения, применяемые при нормировании точности расположения поверхностей с номинально совпадающими осями или плоскостями симметрии, приведены в табл. 2.38. При нормировании соосности

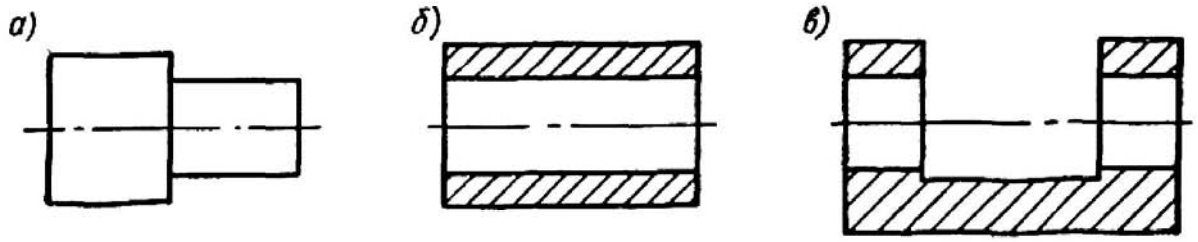


Рис. 2.15

различают смежное (рис. 2.15, *а*), вписанное — перекрывающееся (рис. 2.15, *б*) и разнесенное расположение поверхностей (рис. 2.15, *в*).

В зависимости от условий базирования детали в сборочной единице в качестве базовой оси может быть принята:

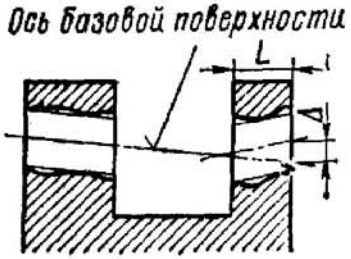
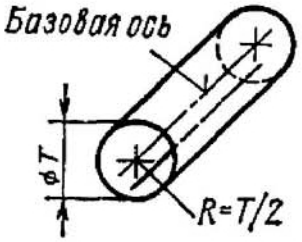
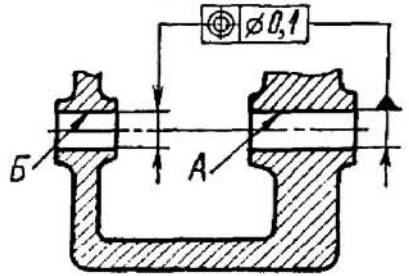
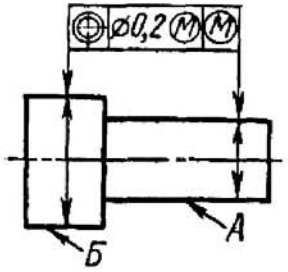
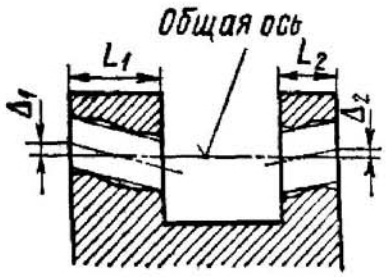
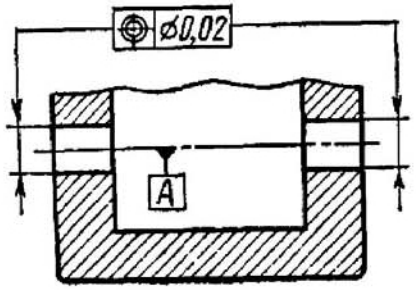
1) ось базовой поверхности, по которой осуществляется более точное центрирование соединения, например, поверхность, по которой предусмотрена посадка с натягом или с меньшим гарантированным зазором, чем по другим поверхностям, соосным с ней;

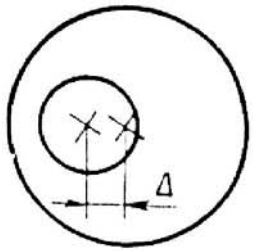
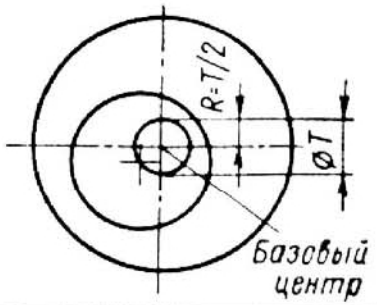
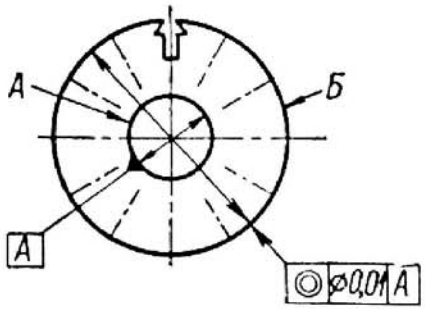
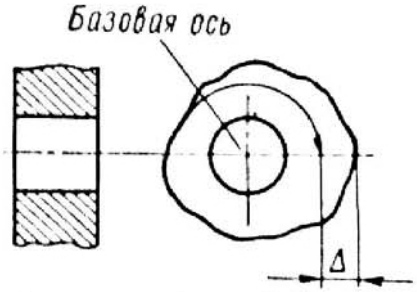
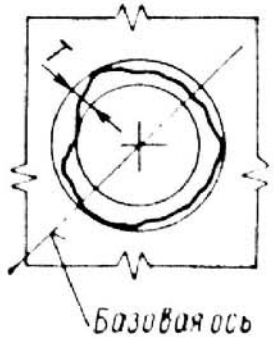
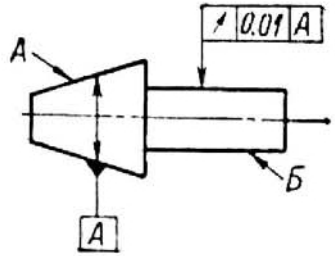
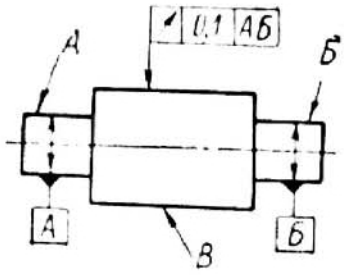
2) общая ось двух поверхностей — при разнесенном расположении поверхностей, когда ни одна из них не является базовой и обе совместно определяют центрирование, например, общая ось двух шеек вала под одинаковые подшипники качения (см. табл. 2.4);

3) общая ось нескольких поверхностей, по отношению к которой нормируется соосность каждой из этих поверхностей или других поверхностей; применяется для многоступенчатых деталей, входящих одна в другую, и при контроле соосности таких деталей калибрами (см. табл. 2.4);

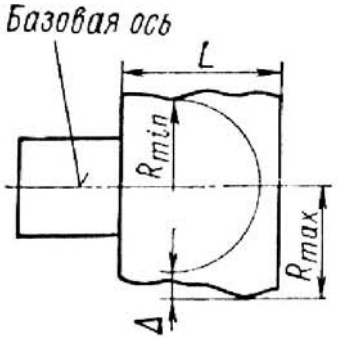
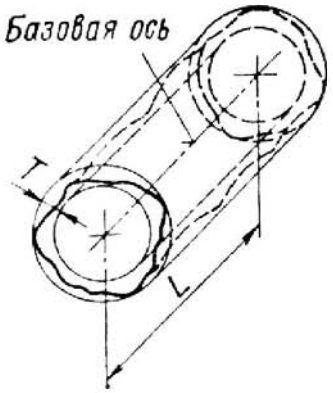
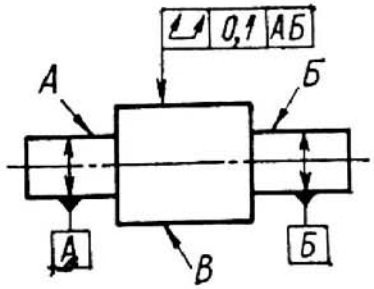
4) общая ось центровых отверстий, если по ним осуществляется базирование детали в сборочной единице. Такие случаи редки, например, контрольные оправки. Как правило, центровые отверстия являются лишь технологической базой и допуски соосности или биения следует относить не к ним, а к общей оси опорных (подшипниковых) шеек.

2.38. Отклонения и допуски соосности, симметричности, пересечения осей (по ГОСТ 24642—81)

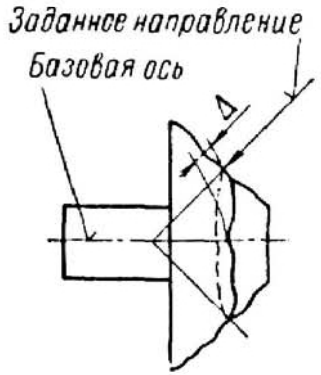
Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от соосности (несоосность) * относительно оси базовой поверхности  Наибольшее расстояние Δ между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности на длине нормируемого участка L	Допуск соосности: 1) допуск в диаметральном выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности; указывается со знаком ⌀ перед числовым значением допуска 2) допуск в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности; указывается со знаком R перед числовым значением допуска 		Допуск соосности отв. *Б* относительно оси отв. *А* ⌀ 0,1 мм
			Допуск соосности поверхн. *А* и *Б* ⌀ 0,2 мм (допуск зависимый)
Отклонение от соосности (несоосность) относительно общей оси  Наибольшее расстояние Δ (Δ1, Δ2) между осью рассматриваемой поверхности вращения и общей осью двух или			Допуск соосности отверстий относительно общей оси ⌀ 0,02 мм

нескольких поверхностей вращения на длине нормируемого участка (L_1, L_2)			
Отклонение от концентричности  Расстояние Δ в заданной плоскости между центрами профилей (линий), имеющих номинальную форму окружности	Допуск концентричности: 1) в диаметральном выражении указывается со знаком ⌀ перед числовым значением допуска T 2) в радиусном выражении указывается со знаком R перед числовым значением  	 	Допуск концентричности поверхн. *Б* относительно центра поверхн. *А* ⌀ 0,01 мм
Радиальное биение  Разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси (оси базовой поверхности или общей оси) в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси. Примечание. Радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от круглости профиля рассматриваемого сечения и отклонения его центра относительно базовой оси	Допуск радиального биения T  	 	Допуск радиального биения поверхн. *Б* относительно оси поверхн. *А* 0,01 мм
		 	Допуск радиального биения поверхн. *В* относительно общей оси поверхн. *А* и *Б* 0,1 мм

Продолжение табл. 2.38

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Полное радиальное биение  Разность Δ наибольшего R_{max} и наименьшего R_{min} расстояний от всех точек реальной поверхности в пределах нормируемого участка L до базовой оси. Примечание. Данная характеристика применяется только к поверхностям с номинальной цилиндрической формой и является результатом совместного проявления отклонения от цилиндричности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее соосности относительно базовой оси	Допуск полного радиального биения T 		Допуск полного радиального биения поверхн. B относительно общей оси поверхн. A и $Б$ 0,1 мм

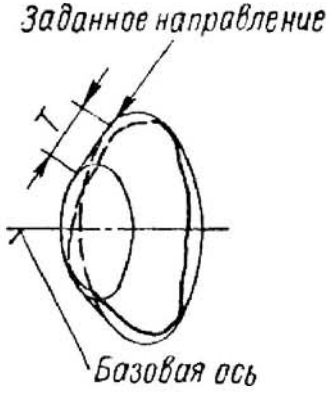
Биение в заданном направлении



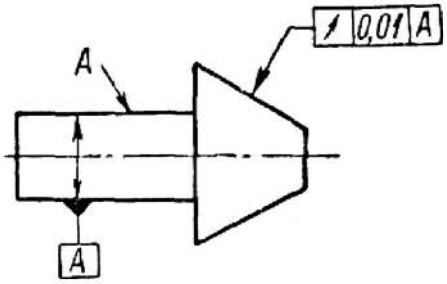
Разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения в сечении рассматриваемой поверхности конусом, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление, до вершины этого конуса.

Примечание. Биение является результатом совместного проявления в заданном направлении отклонений формы профиля рассматриваемого сечения и отклонений расположения оси рассматриваемой поверхности относительно базовой оси

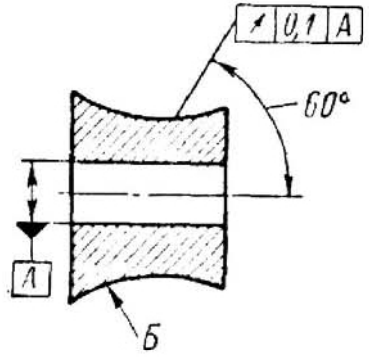
Допуск биения в заданном направлении *T*



Примечание. Направление рекомендуется задавать по нормали к поверхности. На чертежах направление указывается стрелкой соединительной линии от рамки с допуском и (при необходимости) номинальным углом по отношению к базовой оси (угол указывают в прямоугольной рамке)

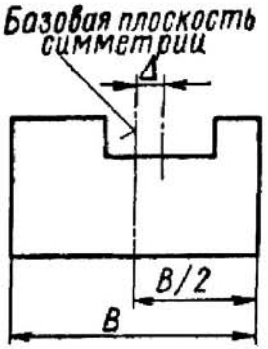
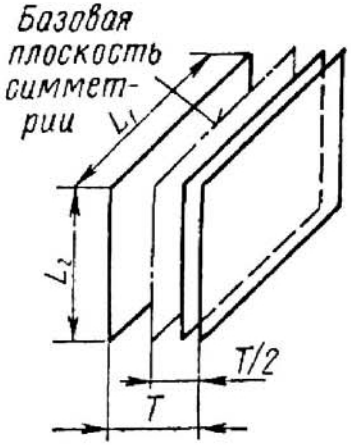
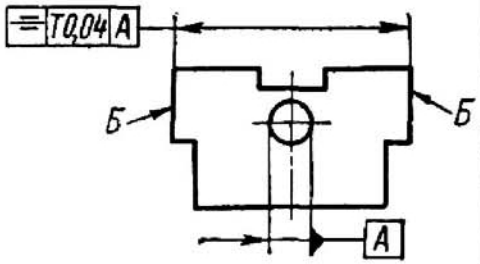
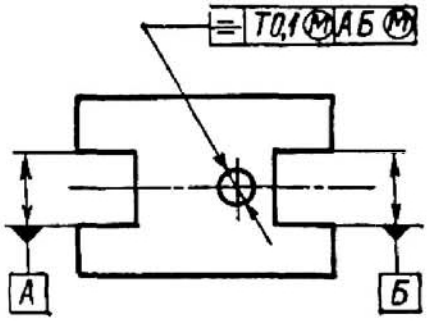


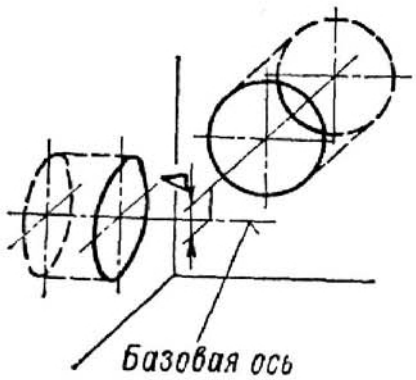
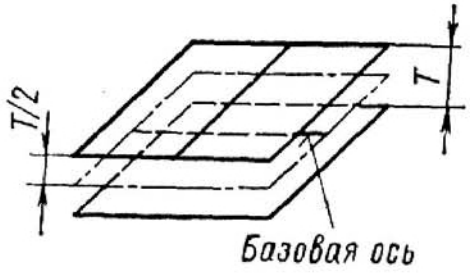
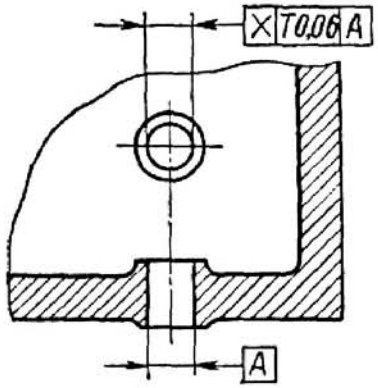
Допуск биения конуса относительно оси поверхн. *А* в направлении, перпедикулярном к образующей конуса, 0,01 мм



Допуск биения поверхн. *Б* относительно оси отверстия в направлении под углом 60° к оси 0,1 мм

Продолжение табл. 2.38

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Н именование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Отклонение от симметричности (несимметричность) * относительно плоскости симметрии базового элемента  Наибольшее расстояние Δ между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента и плоскостью симметрии базового элемента (элементов) в пределах нормируемого участка	Допуск симметричности: 1) в диаметральном выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от симметричности; указывается со знаком T перед числовым значением допуска; 2) в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение отклонения от симметричности; указывается со знаком $T/2$ перед числовым значением допуска  	 	Допуск симметричности поверхностей Б относительно оси отв. T 0,04 мм
Отклонение от симметричности (несимметричность) * относительно общей плоскости симметрии  		 	Допуск симметричности отверстия относительно общей плоскости симметрии пазов T 0,1 мм (допуск зависимый)

Наибольшее расстояние Δ между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента и общей плоскостью симметрии двух или нескольких элементов в пределах нормируемого участка			
Отклонение от пересечения (непересечение) * осей  Наименьшее расстояние Δ между осями, номинально пересекающимися	Допуск пересечения осей: 1) в диаметральном выражении — указывается со знаком T перед числовым значением; 2) в радиусном выражении — указывается со знаком $T/2$ перед числовым значением  	 	Допуск пересечения осей отверстий T 0,06 мм

Примечания: 1. Определения общей оси и общей плоскости двух или нескольких элементов см. в табл. 2.4. 2. Допуски соосности, симметричности, пересечения осей предпочтительно указывать в диаметральном выражении. 3. Примеры условных обозначений в таблице приведены для допусков в диаметральном выражении, а также с условными обозначениями по ГОСТ 2.308—68 дано в табл. 2.39. 4. На рисунках L, L_1, L_2 — размеры, ограничивающие нормируемый участок. Если нормируемый участок не задан, то допуск расположения относится ко всей длине (протяженности) рассматриваемой поверхности. 5. В текстовых записях по ГОСТ 2.308—68 типа «Отклонение от соосности (симметричности, пересечения осей)... не более...» указанные в них предельные отклонения следует понимать как допуски в радиусном выражении.

* В скобках приведены термины-синонимы по ГОСТ 10356—63, не рекомендуемые к применению в новых разработках.

** Буквенные обозначения поверхностей, приведенные без рамок, даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

При необходимости нормировать отклонение от совпадения осей или центров в одном заданном сечении может использоваться понятие о *допуске концентричности*.

Определение отклонения и допуска соосности учитывает как параллельное, так и угловое смещение осей. Обычно обе эти составляющие отклонения от соосности имеют место при изготовлении отверстий в корпусных деталях.

Допуски соосности и концентричности ограничивают отклонения расположения осей или центров прилегающих элементов и предполагают исключение влияния отклонений формы реальных поверхностей. Допуски радиального или полного радиального биения назначаются для косвенного нормирования соосности. Они включают в себя также отклонения формы нормируемой поверхности. Чаще всего допуски радиального биения назначают в тех случаях, когда оно непосредственно влияет на функциональные свойства поверхности или когда предполагается контроль биения. Допуск радиального биения, если он не задан в определенном сечении, должен соблюдаться в любом сечении поверхности вращения, перпендикулярном базовой оси.

Допуск полного радиального биения следует назначать только для номинально цилиндрических поверхностей в функционально обоснованных случаях, например, когда необходимо обеспечить равномерность радиального зазора во всех точках сопрягаемых поверхностей, и когда отклонения от цилиндричности могут быть того же порядка, что и отклонения от соосности.

Кроме радиального биения, при нормировании используется иногда еще один показатель, связанный с соосностью — *разностенность*, под которой понимается разность между наибольшей и наименьшей толщиной стенки, образованной номинально соосными наружной и внутренней цилиндрическими поверхностями. Разностенность является суммарным проявлением отклонения от соосности и отклонений от цилиндричности обеих рассматриваемых поверхностей. Ее можно рассматривать как разновидность погрешности размера (толщины стенки). При необходимости для нормирования разностенности можно пользоваться значениями допусков радиального биения.

Для поверхностей, образующие которых непрямолинейны или не параллельны относительно базовой оси (например, для конусов), может нормироваться *биение в заданном направлении*. Заданное направление должно соответствовать направлению воздействия отклонения на функциональные характеристики поверхности или соединения и чаще всего определяется по перпендикуляру к поверхности.

Понятие о симметричности сходно с понятием о соосности, но применяется для характеристики точности совпадения либо плоскостей симметрии двух призматических элементов (или групп элементов), либо плоскости симметрии элемента с осью поверхности вращения.

Понятие об отклонении и допуске пересечения применяется для осей, которые номинально должны лежать в одной плоскости и пересекаться под прямым или другим заданным углом.

В ГОСТ 24642—81 введены два способа оценки допусков соосности, симметричности и пересечения осей — в радиусном выражении (как наибольшее допускаемое значение отклонения) или в диаметральном выражении (как диаметр или ширина поля допуска расположения). Допуски в радиусном выражении соответствуют предельным отклонениям по ГОСТ 10356—63 и ГОСТ 2.308—68. Допуски в диаметральном выражении установлены по международному стандарту ИСО 1101 [15]. В дальнейшем рекомендуется предпочтительно указывать допуски в диаметральном выражении. Они более удобны для расчета по диаметральным зазорам, для расчета комплексных калибров и соответствуют допускам на биение. Соотношение между эквивалентными допусками в диаметральном и радиусном выражении равно 2 : 1. Согласно ГОСТ 2.308—79, при указании допусков в диаметральном и радиусном выражениях используются одни и те же условные знаки допусков, а способ выражения допуска указывается дополнительным знаком перед числовым значением допуска (см. табл. 2.7). Необходимо учи-

тывать, что по сравнению с ГОСТ 2.308—68 в ГОСТ 2.308—79 изменены условные знаки допусков соосности и симметричности. Они приняты по стандарту ИСО 1101. Сопоставление условных обозначений допусков соосности, симметричности и пересечения осей по ГОСТ 2.308—68, ГОСТ 2.308—79 и стандарту ИСО 1101 приведено в табл. 2.39.

Независимые допуски соосности, симметричности и пересечения осей в диаметральном выражении, а также допуски радиального биения, полного радиального биения и биения в заданном направлении должны назначаться по единым степеням точности, приведенным в табл. 2.40. Необходимые различия в числовых значениях допусков на различные характеристики расположения могут быть обеспечены при выборе степеней точности. При необходимости допуски в радиусном выражении определяются делением допусков, принятых по табл. 2.40, пополам.

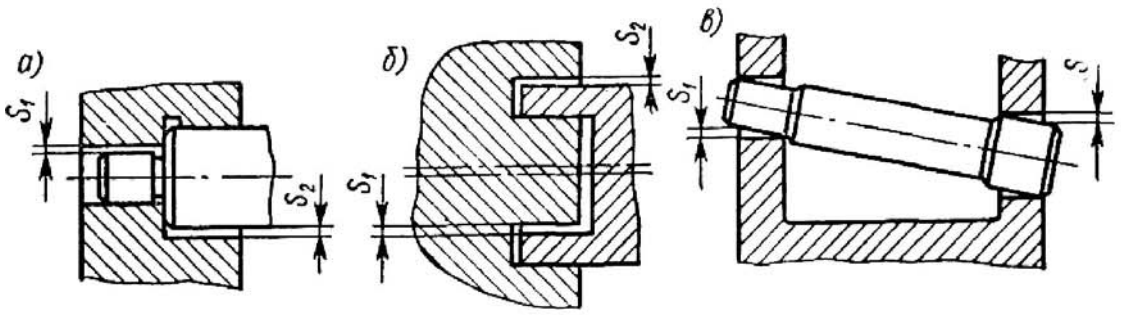


Рис. 2.16

Рекомендации по выбору степеней точности и соответствующие способы обработки приведены в табл. 2.41.

Зависимые допуски соосности и симметричности рассчитываются исходя из гарантированных (наименьших) зазоров в соединении. Для двухступенчатых соединений при вписанном и смежном расположении ступеней (рис. 2.16, *а* и *б*) допуск соосности одной ступени (поверхности) относительно другой определяется по формуле:

$$T_{cA} + T_{cB} = K_1 S_{1\,min} + K_2 S_{2\,min}, \qquad (2.9)$$

где T_{cA} — допуск соосности в диаметральном выражении для детали со ступенчатым отверстием (или первой детали); T_{cB} — допуск соосности в диаметральном выражении для детали со ступенчатым валом (или второй детали); K_1 и K_2 — коэффициенты использования зазора (соответственно $S_{1\,min}$ или $S_{2\,min}$); значения K_1 и K_2 принимают равными 0,4—0,8, если детали имеют относительное перемещение, и равными 0,8—1, если детали неподвижны в соединении).

Сумму допусков соосности обеих соединяемых деталей, найденную по формуле (2.9), распределяют между деталями с учетом сложности их изготовления. Обычно для деталей со смежным расположением ступеней принимают $T_{cA} : T_{cB} = 1{,}5 : 1$ и тогда:

$$T_{cA} = 0{,}6\,(K_1 S_{1\,min} + K_2 S_{2\,min}); \qquad (2.10а)$$

$$T_{cB} = 0{,}4\,(K_1 S_{1\,min} + K_2 S_{2\,min}). \qquad (2.10б)$$

Для деталей с вписанным расположением ступеней принимают

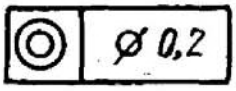
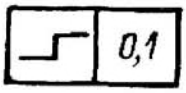
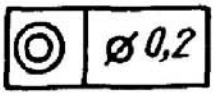
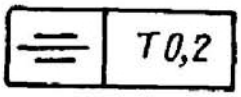
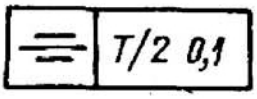
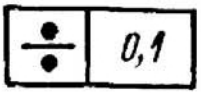
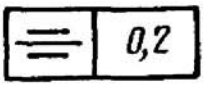
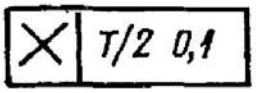
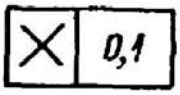
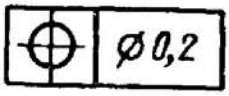
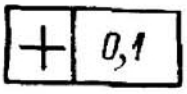
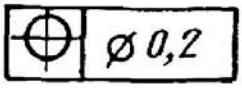
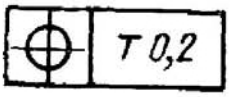
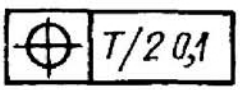
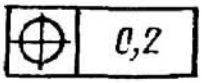
$$T_{cA} = T_{cB} = 0{,}5\,(K_1 S_{1\,min} + K_2 S_{2\,min}). \qquad (2.11)$$

Для двух- и многоступенчатых соединений с разнесенным расположением поверхности (рис. 2.16, *в*) при отсутствии базовой поверхности допуск соосности каждой *i*-й ступени относительно общей оси двух или нескольких поверхностей определяется по формуле

$$T_{cA_i} + T_{cB_i} = K_i S_{i\,min}, \qquad (2.12)$$

где $S_{i\,min}$ и K_i — соответственно наименьший зазор в нормируемой ступени и коэффициент использования этого зазора.

2.39. Сопоставление условных обозначений допусков расположения осей и плоскостей симметрии по ГОСТ 2.308—79, ГОСТ 2.308—68 и стандарту ИСО 1101

Наименование допуска	Условное обозначение эквивалентных допусков			
	по ГОСТ 2.308—79		по ГОСТ 2.308—68	по стандарту ИСО 1101
	в диаметральном выражении	в радиусном выражении	только в радиусном выражении	только в диаметральном выражении
Допуск соосности (концентричности)				
Допуск симметричности				
Допуск пересечения осей				—
Позиционный допуск оси				
Позиционный допуск плоскости симметрии				

Примечания: 1. Термину «позиционный допуск» в ГОСТ 10356—63 отвечал термин «предельное смещение оси (или плоскости симметрии) от номинального расположения». 2. Предельные отклонения от соосности, симметричности, пересечения осей и предельное смещение от номинального расположения, указанные в ранее разработанной технической документации текстом по ГОСТ 2.308—68, следует понимать как допуски в радиусном выражении.

2.40. Допуски соосности, симметричности, пересечения осей и радиального биения (по ГОСТ 24643—81)

Номинальный диаметр, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Допуск, мкм															
До 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Св. 3 до 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000
» 10 » 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200
» 18 » 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1 600
» 30 » 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2 000
» 50 » 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2 500
» 120 » 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3 000
» 250 » 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500	4 000
» 400 » 630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000	5 000
» 630 » 1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500	4000	6 000
» 1000 » 1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000	5000	8 000
» 1600 » 2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2500	4000	6000	10 000
	Ближайшая степень точности по ГОСТ 10356—63															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Допуски, приведенные в данной таблице, распространяются также на концентричность, полное радиальное биение и биение в заданном направлении. 2. Допуски соосности, симметричности и пересечения осей приведены в таблице в диаметральном выражении. Соответствующие им допуски в радиусном выражении могут быть получены делением их значений пополам. 3. Выбор допусков при данной степени точности производится по диаметру нормируемой поверхности или размеру между поверхностями, образующими нормируемый симметричный элемент. Если база не указывается, то допуск определяется по элементу с бо́льшим размером.

2.41. Примеры назначения допусков соосности и радиального биения [11, 13, 16]

Степень точности (по табл. 2.40)	Примеры применения	Способ обработки
1—2	Рабочие поверхности шпинделей и планшайб станков высокой точности. Опорные и посадочные шейки шпинделей зубоизмерительных приборов и оптических делительных головок. Рабочие поверхности колец прецизионных подшипников качения. Шейки вала и отверстия воздушных подшипников высокоскоростных шпинделей	Доводка, тонкое шлифование, хонингование, алмазная обработка повышенной точности
3—4	Рабочие поверхности шпинделей и столов станков повышенной и нормальной точности. Кольца подшипников качения высокой точности. Опорная и посадочная поверхности вкладышей подшипников насосов и гидротурбин. Конец вала электрических машин малой мощности (повышенной и нормальной точности). Посадочные шейки валов под зубчатые колеса высокой точности. Быстроходные валы и оси гидроприборов высокой точности. Центрирующие буртики и выточки валов крупных турбин	Тонкое шлифование и точение, внутреннее шлифование с одной установки, хонингование
5—6	Втулки станочные повышенной точности. Отрезные алмазные круги. Кольца подшипников качения нормальной точности. Посадочные поверхности валов под зубчатые колеса повышенной точности. Опорные шейки коленчатого и распределительного валов автомобильных двигателей. Фланцы валов крупных турбин. Быстроходные валы повышенной точности	Шлифование, обтачивание повышенной точности, внутреннее шлифование и растачивание с одной установки
7—8	Рабочие кромки зенкеров, конических разверток, метчиков. Коренные шейки коленчатых валов дизелей и газовых двигателей. Отверстия под торцовые крышки и вкладыши в корпусах подшипников насосов и средних гидротурбин. Быстроходные валы нормальной точности (до 1000 об/мин) Трансмиссионные валы длиной до 1000 мм. Поверхности катания ходовых колес и посадочные поверхности барабанов подъемно-транспортных машин. Зубчатые колеса с обработанными зубьями в сельскохозяйственных машинах	Грубое шлифование; обтачивание и растачивание нормальной точности, протягивание, развертывание
9—10	Режущие кромки плашек, метчиков, сверл, фрез. Посадочные шейки валов под зубчатые колеса пониженной точности Трансмиссионные валы длиной 1000—4000 мм. Шейки валов и осей с допусками по 11 и 12 квалитетам в сельскохозяйственных машинах	Обтачивание и растачивание, сверление
11—16	Поверхности низкой точности. Поверхности с неуказанными допусками	Все виды обработки

При $T_{cA_i} : T_{cB_i} = 1{,}5 : 1$

$$\left.\begin{aligned} T_{cA_i} &= 0{,}6K_iS_{i\min} \\ T_{cB_i} &= 0{,}4K_iS_{i\min} \end{aligned}\right\}. \qquad (2.13)$$

При $T_{cA_i} : T_{cB_i} = 1 : 1$

$$T_{cA_i} = T_{cB_i} = 0{,}5K_iS_{i\min}. \qquad (2.14)$$

По формулам (2.12)—(2.14) рассчитывают также допуски соосности относительно оси базовой поверхности при любом расположении ступеней; при этом за базу принимают ту поверхность, для которой $S_{\min} \leqslant 0$ или $K = 0$. При $S_{\min} < 0$ (посадка с натягом или переходная) на базовую ступень не рекомендуется распространять условие зависимого допуска.

Аналогично рассчитываются и зависимые допуски симметричности.

Значения допусков соосности (симметричности), рассчитанные по формулам (2.9)—(2.14), следует округлить до ближайшего (обычно меньшего) значения из стандартного ряда допусков по табл. 2.6.

Назначение в рабочих чертежах деталей зависимых допусков расположения, в том числе и равных нулю, позволяет на стадии разработки технологической документации при необходимости расширить допуски расположения (в данном случае соосности или симметричности) за счет сокращения допусков на диаметры сопрягаемых поверхностей. Дополнительный допуск соосности для двухступенчатого соединения определяется из уравнения

$$T_{A_{доп}} + T_{B_{доп}} = m_1T_{D_1} + m_2T_{D_2} + m_3T_{d_1} + m_4T_{d_2}, \qquad (2.15)$$

где T_{D_1} и T_{D_2} — допуски диаметров отверстий; T_{d_1} и T_{d_2} — допуски диаметров валов; m_1; m_2; m_3; m_4 — коэффициенты использования допусков диаметров для компенсации дополнительных отклонений от соосности; их значение определяется из технологических условий и обычно не превышает 0,3.

При рассчитанном расширении допуска соосности допуски диаметров ступенчатых отверстий и валов должны быть уменьшены путем сдвига проходного предела внутрь поля допуска (для отверстий в плюс, для валов в минус) соответственно на величины $m_1T_{D_1}$; $m_2T_{D_2}$; $m_3T_{d_1}$; $m_4T_{d_2}$.

Если неуказанные допуски расположения поверхностей чертежом не установлены, то следует иметь в виду, что в несимметричных деталях отклонения от соосности, симметричности и пересечения осей косвенно ограничиваются полями допусков размеров, координирующих рассматриваемые элементы относительно других баз (табл. 2.42).

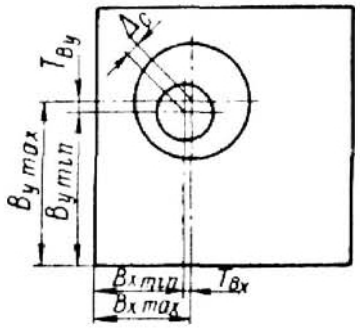
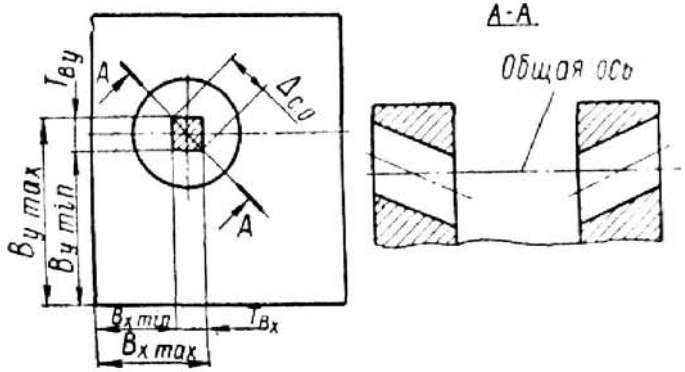
Неуказанные допуски соосности, пересечения осей, симметричности и радиального биения по ГОСТ 25069—81 приведены в табл. 2.43. В общем случае они рассматриваются как независимые. При необходимости неуказанные допуски соосности, пересечения осей и симметричности могут быть установлены как зависимые. В этом случае ссылка в чертеже на ГОСТ 25069—81 должна быть дополнена указанием о том, что перечисленные виды допусков являются зависимыми.

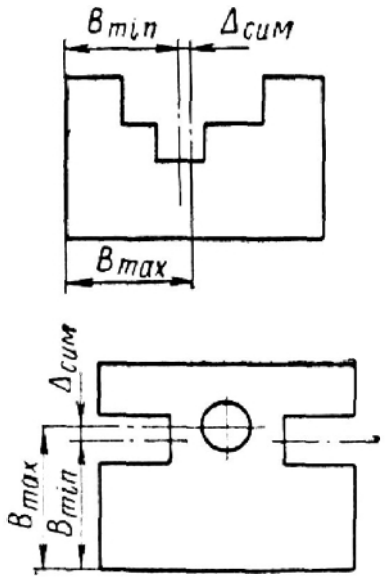
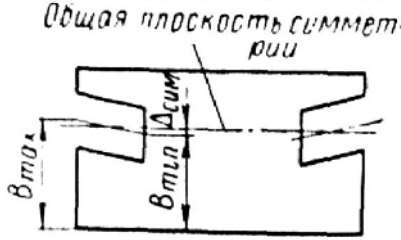
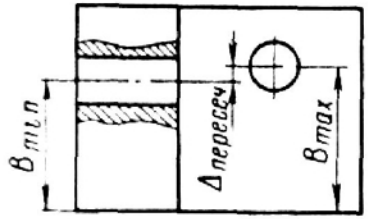
Неуказанные допуски радиального биения применяются в тех случаях, когда этот параметр является наиболее подходящим для контроля.

Для полного радиального биения и биения в заданном направлении неуказанные допуски не устанавливаются. Во всех случаях, когда необходимо ограничить эти характеристики, допуски на них должны указываться.

Контроль соосности и симметричности при зависимых допусках чаще всего осуществляют комплексными калибрами (по ГОСТ 16085—80). При независимых допусках отклонения от соосности определяют обычно путем измерения радиального биения. Эксцентриситет проверяемого сечения вызывает вдвое большее

2.42. Неуказанные допуски соосности, симметричности и пересечения осей, ограничиваемые полем допуска координирующих размеров [16]

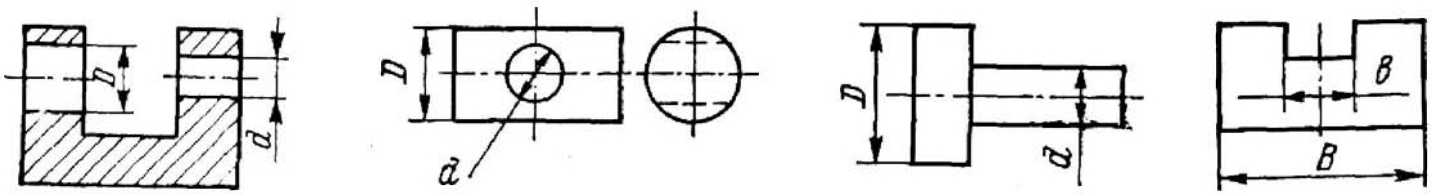
Наименование отклонения расположения	Предельное значение отклонения расположения, ограничиваемое полем допуска размера	
Отклонение от соосности одной поверхности относительно другой (при смежном и вписанном расположении элементов)		$\Delta_c = \sqrt{T_{B_x}^2 + T_{B_y}^2}$
Отклонение от соосности поверхности относительно общей оси (при разнесенном расположении элементов)		$\Delta_{c.o} = \frac{T_{B_x}^2 + T_{B_y}^2}{2}$

Отклонение от симметричности одного элемента относительно другого или общей плоскости симметрии других элементов (при смежном и вписанном расположении элементов)		$\Delta_{сим} = T_B$, где $T_B = B_{max} - B_{min}$
Отклонение от симметричности элементов относительно их общей плоскости симметрии (при разнесенном расположении элементов)		$\Delta_{сим} = T_B/2$
Отклонение от пересечения осей		$\Delta_{пересеч} = T_B$

Примечания: 1. Отклонения от соосности и симметричности ограничиваются в пределах, указанных в табл. 2.42, если соблюдение допусков координирующих размеров B, B_x, B_y контролируется для каждого из рассматриваемых элементов на всей их длине или в крайних сечениях каждого. 2. Отклонение от пересечения осей ограничивается в пределах, указанных в табл. 2.42, если соблюдение допуска размера B контролируется для каждого элемента в точке номинального пересечения их осей.

2.48. Неуказанные допуски соосности, пересечения осей, радиального биения и симметричности (по ГОСТ 25069—81)

мм



Номинальный размер	Квалитет или класс точности определяющего допуска размера							
	12 и точнее, «точный»	13 и 14, «средний»	15 и 16, «грубый»	17, «очень грубый»	12 и точнее, «точный»	13 и 14, «средний»	15 и 16, «грубый»	17, «очень грубый»
	Допуск соосности, пересечения осей, радиального биения				Допуск симметричности			
До 3	0,05	0,12	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,8
Св. 3 до 10	0,06	0,16	0,25	0,4	0,25	0,4	0,6	1,0
» 10 » 18	0,08	0,20	0,3	0,5	0,3	0,5	0,8	1,2
» 18 » 30	0,10	0,25	0,4	0,6	0,4	0,6	1,0	1,6
» 30 » 50	0,12	0,3	0,5	0,8	0,5	0,8	1,2	2,0
» 50 » 120	0,16	0,4	0,6	1,0	0,6	1,0	1,6	2,5
» 120 » 250	0,20	0,5	0,8	1,2	0,8	1,2	2,0	3
» 250 » 400	0,25	0,6	1,0	1,6	1,0	1,6	2,5	4
» 400 » 630	0,3	0,8	1,2	2,0	1,2	2,0	3	5
» 630 » 1000	0,4	1,0	1,6	2,5	1,6	2,5	4	6
» 1000 » 1600	0,5	1,2	2,0	3,0	2,0	3	5	8
» 1600 » 2500	0,6	1,6	3,0	4,0	2,5	4	6	10
	Степень точности по табл. 2.40							
	10	12	13	14	13	14	15	16

Примечания: 1. Допуски соосности, пересечения осей и симметричности приведены в диаметральном выражении. 2. Под номинальным размером понимается бо́льший из диаметров рассматриваемой или базовой поверхностей (или бо́льший из размеров между поверхностями, образующими рассматриваемый или базовый симметричные элементы). 3. Под определяющим допуском размера понимается допуск размера рассматриваемого или базового элемента по более грубому квалитету или классу точности. 4 За базу, к которой относится неуказанный допуск по таблице, принимается ось (плоскость симметрии) поверхности, имеющей бо́льшую длину, при одинаковых длинах — элемента, имеющего допуск размера по более точному квалитету, при одинаковых квалитетах — элемента с бо́льшим размером. 5. Допуски по таблице действительны при наличии в чертеже ссылок на ГОСТ 25069—81.

радиальное биение. Измерение отклонений от соосности возможно также на кругломерах или координатно-измерительных машинах. Некоторые способы контроля соосности и симметричности приведены в табл. 2.44.

Контроль радиального биения осуществляется при помощи измерительных головок при базировании изделия в центрах, на оправках или призмах и повороте его на 360°. На результат измерения, кроме отклонения осей, влияет и отклонение от круглости проверяемого сечения. При параллельном смещении осей биение достаточно контролировать только в одном сечении, при угловом — необходимо контролировать два крайних сечения проверяемой поверхности. Базирование и вращение изделия при контроле радиального биения следует производить относительно той оси, которая указана в качестве базы в обозначении допуска. Если контролируется соосность или радиальное биение двух поверхностей относительно их общей оси, то изделие базируется по обеим проверяемым поверхностям в их средних сечениях, а радиальное биение проверяется в крайних сечениях. При переносе опоры в крайние сечения измеренное отклонение увеличивается примерно вдвое [13].

Контроль симметричности поверхностей производят путем измерения расстояний между соответствующими поверхностями или их образующими. Полуразность этих расстояний, измеренных по обе стороны от базовой оси или плоскости симметрии, равна отклонению от симметричности.

Контроль разностенности возможен с помощью индикаторных толщиномеров или специальных приспособлений. Применяются также радиоизотопные и ультразвуковые приборы [23].

Контроль пересечения осей отверстий корпусных деталей осуществляется путем измерения высоты образующей соответствующей оправки над вспомогательной базой в точке пересечения осей. Определяется разность показаний измерительной головки с учетом диаметров применяемых оправок. Для контроля пересечения осей наружной и внутренней поверхностей может быть применено индикаторное приспособление.

Принципиальная схема измерения *полного радиального биения* предусматривает базирование изделия по заданной базе и вращение детали или измерительной головки относительно базовой оси в сочетании с продольным перемещением параллельно базовой оси. За результат принимается разность между наибольшим и наименьшим показаниями измерительной головки во всех точках проверяемой поверхности.

ПОЗИЦИОННЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ

Точность расположения элементов, заданного проставленными на чертежах линейными и угловыми координирующими размерами, может нормироваться двумя способами:

1) указанием предельных отклонений координирующих размеров [1];

2) указанием позиционного допуска элемента (его оси, плоскости симметрии) [2].

Термины, определения и условные обозначения, относящиеся к этому способу, приведены в табл. 2.45.

Нормирование позиционных отклонений предполагает, что чертежом или другой технической документацией четко определено, к каким элементам относится позиционный допуск (с указанием при необходимости баз) и какими размерами определяется номинальное расположение, от которого отсчитывается позиционное отклонение. Такие размеры указывают в чертежах номинальными

[1] При этом применяются понятия об отклонениях и допусках размеров и углов, приведенных в гл. 1 и п. 4.1, с тем лишь дополнением, что допуски координирующих размеров, как допуски расположения, могут быть зависимыми или независимыми.

[2] В ГОСТ 10356—63 и ГОСТ 2.308—68 понятию позиционного допуска соответствовал термин «смещение оси от номинального расположения».

2.44. Некоторые способы контроля соосности, симметричности, разностенности, пересечения осей, радиального биения [13, 14, 23]

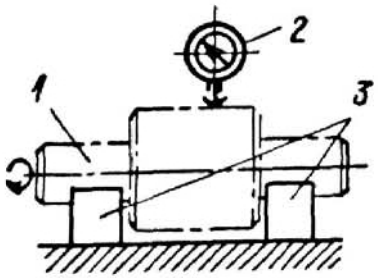
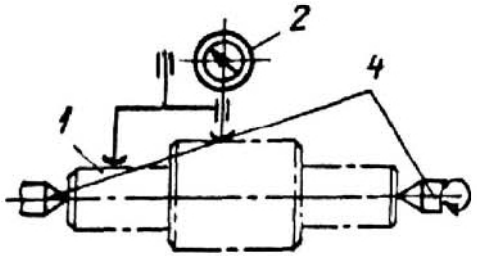
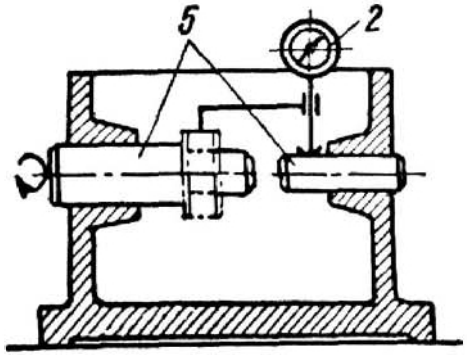
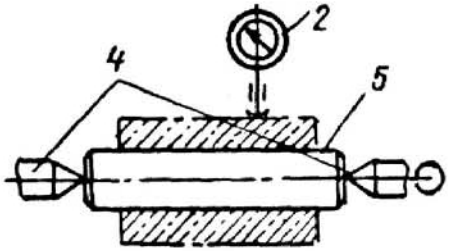
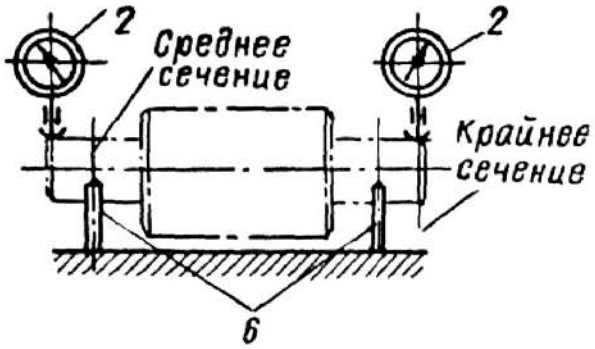
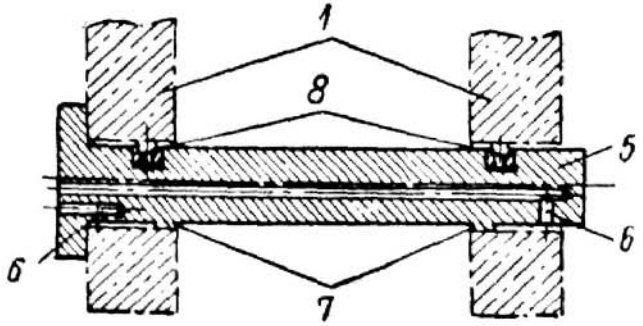
Схема измерения	Контролируемое отклонение	Условие измерения, применяемое устройство
	Радиальное биение	Призмы, измерительная головка
		Центры, измерительная головка
		Оправки, измерительная головка

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Условие измерения, применяемое устройство
	Радиальное биение	Оправка, центры, измерительная головка
	Соосность двух поверхностей шеек валов относительно общей оси	Базирование на крайние сечения отверстий проверяемой детали; пневматическое приспособление
	Соосность двух отверстий относительно общей оси	Базирование на средние сечения шеек валов; ножевые опоры

Продолжение табл. 2.44

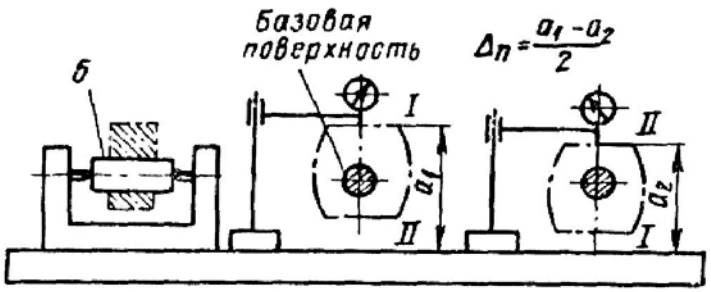
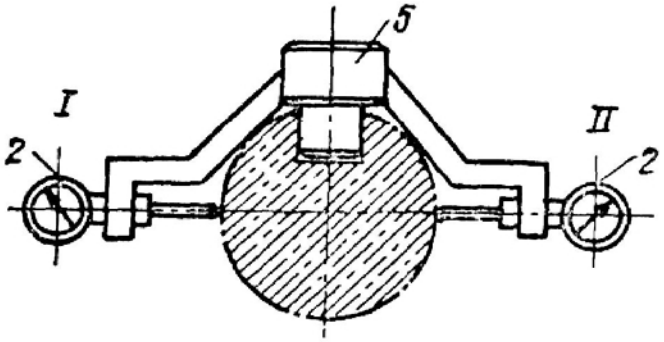
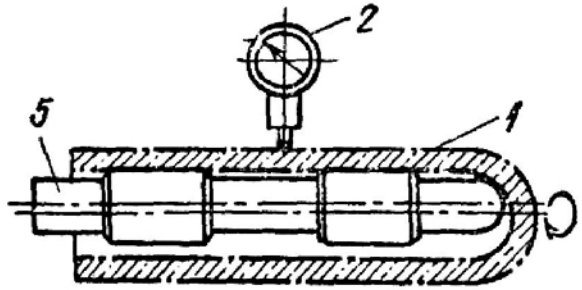
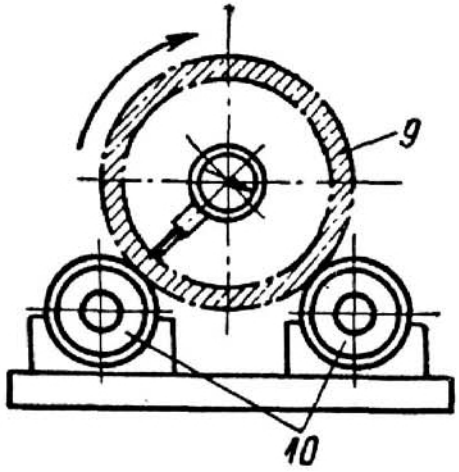
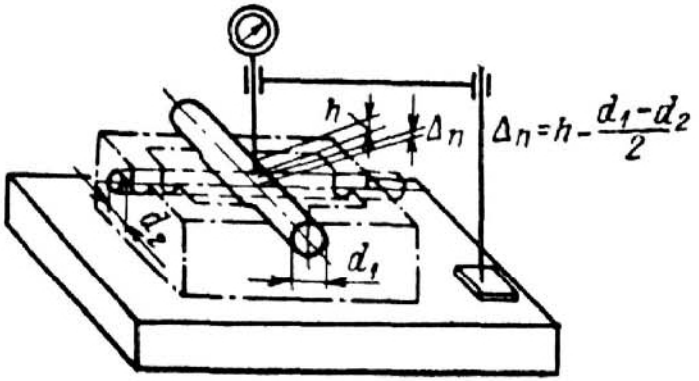
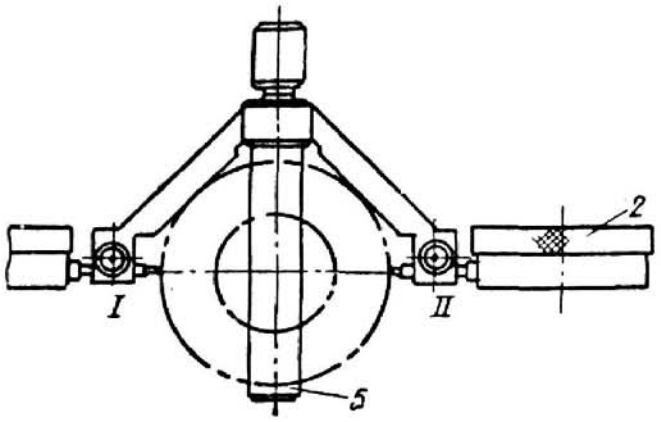
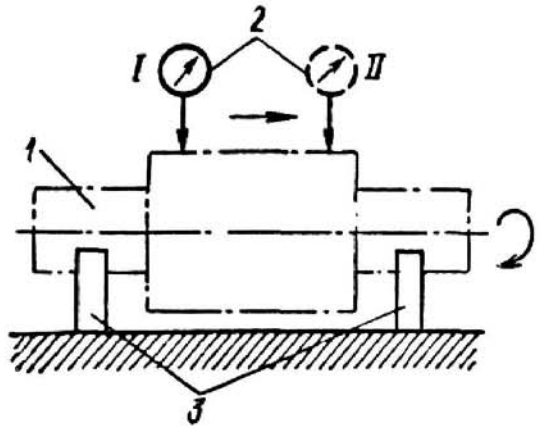
Схема измерения	Контролируемое отклонение	Условие измерения, применяемое устройство
	Симметричность поверхностей	*I*, *II* — различные положения детали при контроле; оправка, центры
	Симметричность паза и наружной поверхности	*I*, *II* — различные положения индикаторного приспособления при контроле
	Разностенность	Деталь поворачивается на оправке; измерительная головка

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Условие измерения, применяемое устройство
	Разностенность	Гильза поворачивается на опорных роликах; измерительная головка
	Пересечение осей отверстий корпусной детали	Поверочная плита, оправки, измерительная головка

Продолжение табл. 2.44

Схема измерения	Контролируемое отклонение	Условие измерения, применяемое устройство
	Пересечение осей наружной и внутренней поверхностей	Контролируемое отклонение Δ_n определяется полуразностью показаний измерительной головки в положениях *I* и *II* индикаторного приспособления
	Полное радиальное биение	*I*, *II* — предельные положения при контроле

Примечание. На схемах измерения: *1* — проверяемая деталь; *2* — измерительная головка; *3* — призмы; *4* — центры; 5 — оправка; *6* — ножевые опоры; *7* — жесткие упоры; *8* — пружинящие упоры; *9* — гильза; *10* — опорные ролики

значениями без предельных отклонений и заключают в прямоугольные рамки. Кроме размеров, заключенных в рамки, номинальное расположение определяется также точным соблюдением всех геометрических условий, заданных непосредственно изображением детали на чертеже, например, кроме заданного расстояния между осями, чертеж может предполагать их взаимную параллельность и перпендикулярность к базовой плоскости.

Между обоими способами нормирования существует взаимосвязь [13]. Позиционные допуски обеспечивают комплексное нормирование расположения элементов, так как позволяют ограничить отклонения расположения каждого из элементов как от общей базы — номинального расположения, так и в любом из направлений. По отношению к позиционным допускам предельные отклонения координирующих размеров являются поэлементными отклонениями, ограничивающими отклонения в координатных направлениях и отдельно для каждой пары элементов, связанных соответствующим координирующим размером.

Позиционные допуски упрощают анализ взаимозаменяемости, расчет допусков и простановку их в чертежах [13]. Они обеспечивают при изготовлении более широкие поля допусков расположения, чем эквивалентные им предельные отклонения координирующих размеров (см. п. 2.4). Нормирование позиционных допусков рекомендуется, если необходимо обеспечить точность взаимного расположения более чем двух элементов, объединенных общими точностными требованиями, например требованием собираемости с парной деталью одновременно по нескольким сопрягаемым элементам. Чаще всего метод позиционных допусков применяется для нормирования расположения осей отверстий под крепежные детали (см. п. 2.4). Однако он может быть применен и в других случаях, например, для нормирования точности расположения присоединительных элементов (штырьков) в электровакуумных приборах или электрических разъемах, при нормировании точности делений шкал, расположения рабочих элементов штампов, кондукторов и другой технологической оснастки, расположения измерительных элементов комплексных калибров и т. д.

Метод позиционных допусков может быть применен при любых методах изготовления и контроля, при назначении как зависимых, так и независимых допусков расположения. Но в первую очередь его преимущества проявляются при назначении зависимых допусков для деталей серийного и массового производства, контролируемых комплексными калибрами.

Для различных элементов, входящих в одну группу, могут быть назначены одинаковые или разные позиционные допуски. Для отдельных элементов в группе они могут быть равны нулю — такие элементы являются базами для позиционных допусков других элементов группы. Действительное расположение базовых элементов в реальной детали принимается за номинальное, относительно которого определяется номинальное расположение других элементов группы.

От позиционных допусков при необходимости можно перейти к соответствующим предельным отклонениям координирующих размеров. Пример такого перехода приведен в п. 2.4 для осей отверстий под крепежные детали. В тех случаях, когда этот переход имеет только технологическое назначение (в связи с применяемыми способами обработки или контроля), его целесообразно осуществлять в технологической документации, сохраняя в рабочих чертежах позиционные допуски.

Непосредственное нормирование предельных отклонений координирующих размеров рекомендуется [13]:

1) для размеров, координирующих группу элементов в целом относительно других элементов детали;

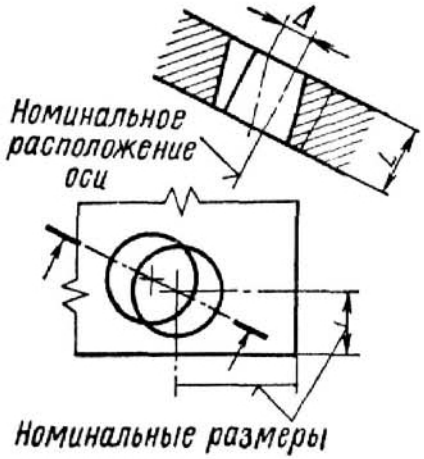
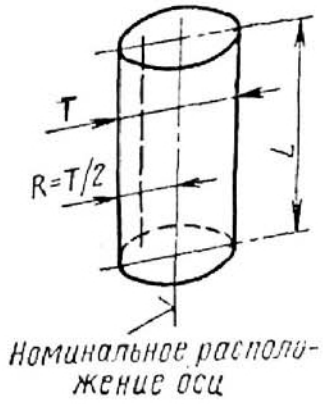
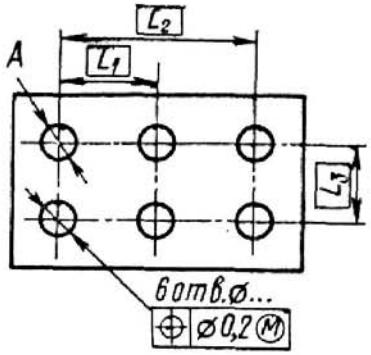
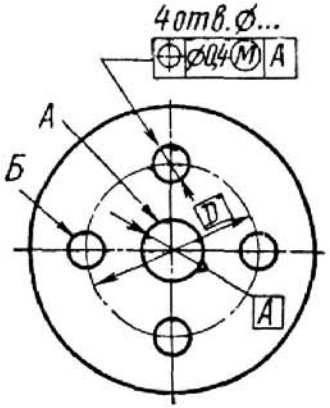
2) при числе элементов в одной группе менее трех;

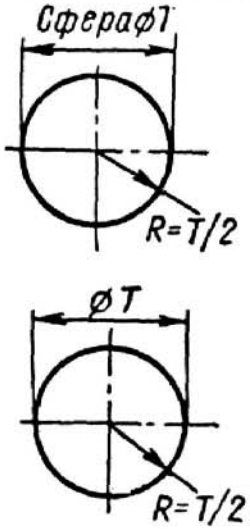
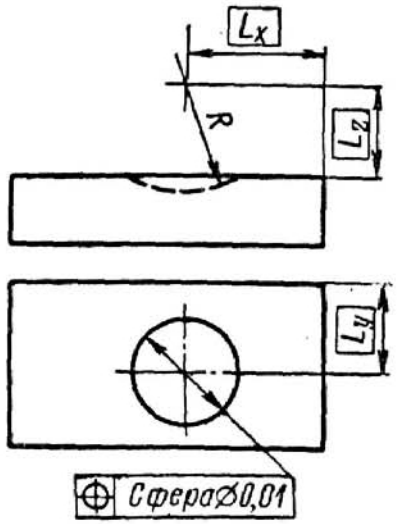
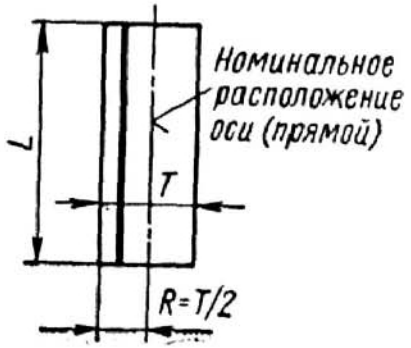
3) если по конструктивным условиям необходимо ограничить отклонения расположения непосредственно в координатных направлениях;

4) для неуказанных отклонений расположения.

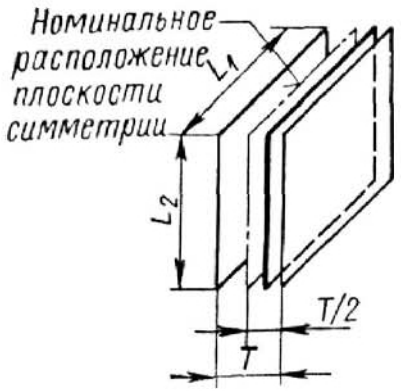
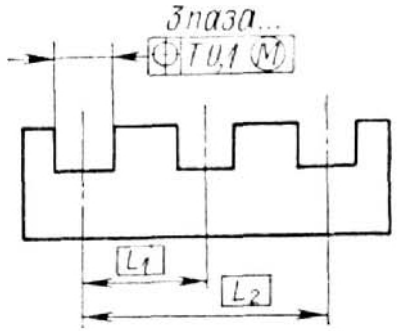
Предельные отклонения координирующих размеров допускается назначать и для элементов, входящих в одну группу при числе их от трех и более, если

2.45. Позиционные отклонения и допуски (по ГОСТ 24642—81)

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
Позиционное отклонение (смещение от номинального расположения)  Наибольшее расстояние Δ между реальным расположением элемента (его оси, центра или плоскости симметрии) и его номинальным расположением в пределах нормируемого участка	1. Позиционный допуск оси: в диаметральном выражении — удвоенное наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения; указывается со знаком ⌀ перед числовым значением допуска T; в радиусном выражении — наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения; указывается со знаком R перед числовым значением допуска $T/2$ 		Позиционный допуск осей отв. A ⌀ 0,2 мм (допуск зависимый)
			Позиционный допуск осей отв. $Б$ ⌀ 0,4 мм; база — ось поверхн. A (допуск зависимый)

2. Позиционный допуск точки: в диаметральном выражении указывается со знаком ⌀ ; в радиусном выражении — указывается со знаком *R* 		Позиционный допуск центра поверхн. *А Сфера* ⌀ 0,01 мм
3. Позиционный допуск прямой (оси) в плоскости: в диаметральном выражении — указывается со знаком *T* перед числовым значением; в радиусном выражении — указывается со знаком *T*/2 		

Продолжение табл. 2.45

Наименование отклонения и определение параметра для количественной оценки *	Наименование допуска и изображение поля допуска	Примеры нанесения допусков в чертежах (по ГОСТ 2.308—79)	
		Условное обозначение **	Пояснение (текст в технических требованиях)
	4. Позиционный допуск плоскости симметрии: в диаметральном выражении — указывается знаком T перед числовым значением: в радиусном выражении — указывается со знаком $T/2$ 		Позиционный допуск плоскостей симметрии пазов A T 0,1 мм (допуск зависимый)

Примечания: 1. Номинальное расположение элемента (оси, центра, плоскости симметрии) определяется номинальными размерами, координирующими данный элемент и указанными в прямоугольных рамках без предельных отклонений. 2. Позиционные допуски предпочтительно указывать в диаметральном выражении. 3. Примеры условных обозначений приведены для допусков в диаметральном выражении. Сопоставление этих обозначений с эквивалентными условными обозначениями допусков в радиусном выражении, а также с условными обозначениями по ГОСТ 2.308—68 дано в табл. 2.39. 4. В текстовых записях по ГОСТ 2.308—68 типа: «Смещение оси (или плоскости симметрии) от номинального расположения не более...» указанные в них предельные смещения следует понимать как позиционные допуски в радиусном выражении.

* В скобках приведен термин-синоним по ГОСТ 10356—63, не рекомендуемый к применению в новых разработках.

** Буквенные обозначения поверхностей, приведенные без рамок, даны для пояснения и при нанесении допусков условными обозначениями в чертежах не указываются.

заранее известно, что при изготовлении и контроле будут измеряться координирующие размеры и разработка технологической документации на данное изделие не предусмотрена (например, при единичном изготовлении с обработкой по разметке и измерением универсальными средствами).

В ГОСТ 24642—81 введены два способа оценки позиционных допусков в радиусном и диаметральном выражении (см. табл. 2.45). Позиционные допуски в радиусном выражении соответствуют предельному смещению от номинального расположения по ГОСТ 10356—63 и ГОСТ 2.308—68. В дальнейшем позиционные допуски рекомендуется назначать в диаметральном выражении. Согласно ГОСТ 2.308—79, при указании позиционных допусков в диаметральном и радиусном выражениях применяется один и тот же условный знак допуска (он изменен по сравнению с ГОСТ 2.308—68, см. табл. 2.39), а способ выражения допуска определяется по дополнительному знаку, указываемому перед числовым значением допуска. Сопоставление условных обозначений позиционных допусков по ГОСТ 2.308—79, ГОСТ 2.308—68 и стандарту ИСО 1101 приведено в табл. 2.39.

Числовые значения позиционных допусков должны соответствовать указанным в табл. 2.6. Выбор их осуществляется на основании расчетов точности расположения элементов с учетом влияния позиционных отклонений на собираемость, точностные или иные функциональные показатели изделий. Расчет позиционных допусков из условий собираемости ведется по гарантированным (наименьшим) зазорам в соединении. Методика таких расчетов приведена в п. 2.4.

Если позиционные допуски не указаны, то позиционные отклонения косвенно ограничиваются полями допусков (указанными или неуказанными) на координирующие размеры и непосредственно не контролируются.

Контроль позиционных отклонений при зависимых допусках осуществляется обычно комплексными калибрами (по ГОСТ 16085—80). Небольшие детали можно контролировать на проекторах, сличая изображение детали с чертежом, на котором в соответствующем масштабе нанесены предельные контуры контролируемых поверхностей с учетом позиционных допусков.

При независимых допусках позиционные отклонения могут быть определены на координатно-измерительных машинах или универсальных микроскопах путем дополнительного пересчета измеренных координат осей проверяемых элементов с помощью счетно-решающих устройств, либо путем построения по измеренным координатам диаграммы и оценки ее с помощью прозрачного шаблона [13].

Комплексный контроль позиционных отклонений может быть заменен поэлементным контролем межосевых расстояний или координатными измерениями, для чего применяют как универсальные средства измерения (штангенциркули, микрометры, индикаторные скобы, универсальные микроскопы, координатно-измерительные машины, проекторы, делительные головки и т. п.), так и специальные измерительные устройства (индикаторные, пневматические и др.). Указания о поэлементных проверках, заменяющих контроль позиционных допусков, и методике их проведения см. в п. 2.4 и работе [13].

2.4. ДОПУСКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСЕЙ ОТВЕРСТИЙ ПОД КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ

ТИПЫ СОЕДИНЕНИЙ И ВИДЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ

Соединения деталей с помощью винтов, болтов, шпилек, заклепок, штифтов и других крепежных деталей подразделяются на два типа: тип А и тип В. При соединении типа А (рис. 2.17, *а*) в обеих соединяемых деталях (*1* и *2*) предусмотрены сквозные отверстия под проход крепежной детали с гарантированным диаметральным зазором S (болтовые, заклепочные соединения). При соединении типа В сквозные отверстия под проход крепежной детали предусмотрены только

в одной из соединяемых деталей, а в другой детали имеются или резьбовые отверстия (винтовые, шпилечные соединения — рис. 2.17, *б*), или отверстия, обеспечивающие натяг (рис. 2.17, *в*).

При параллельном расположении осей [1] отверстия под крепежные детали могут размещаться на прямых линиях (координация в системе прямоугольных координат) или на окружностях (координация в системе полярных координат). Классификация видов расположения осей отверстий под крепежные детали приведена в табл. 2.46. Она охватывает расположение отверстий в одной сборочной группе, т. е. отверстий, предназначенных для соединения одной пары деталей и объединенных едиными сборочными требованиями (обеспечение собираемости

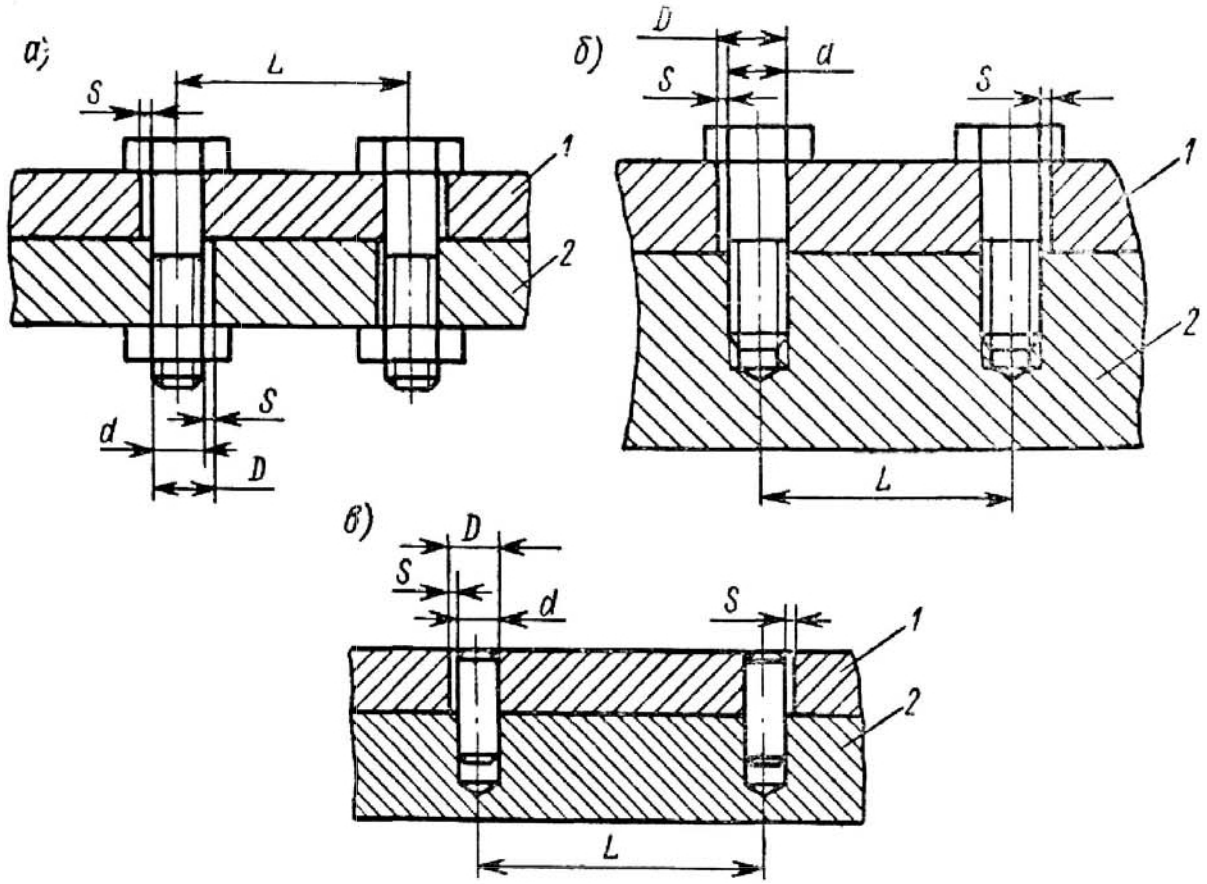


Рис. 2.17

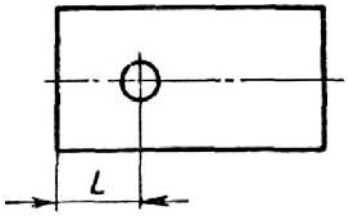
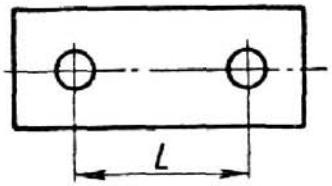
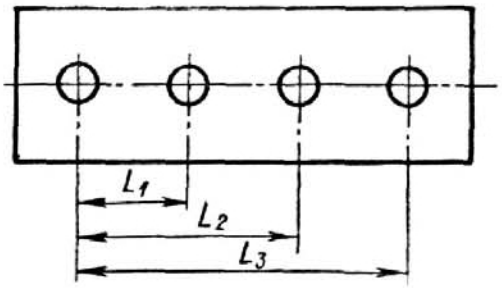
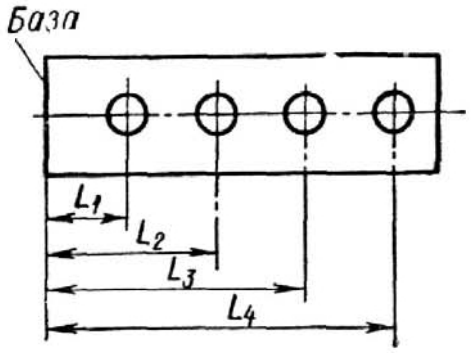
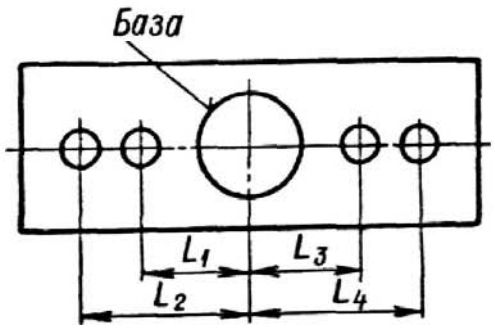
деталей, т. е. свободного прохода крепежных деталей в отверстия соединяемых деталей или дополнительное обеспечение запаса на регулировку взаимного расположения соединяемых деталей при сборке). В одну сборочную группу с отверстиями под крепежные детали могут входить и другие конструктивные элементы (центрирующие отверстия, буртики, привалочные плоскости и т. п.), по которым детали также должны соединяться или совмещаться. В тех случаях, когда по этим элементам должно быть обеспечено совмещение соединяемых деталей при сборке, они являются сборочными базами и должны приниматься в качестве баз при простановке размеров и допусков, определяющих расположение осей отверстий под крепежные детали.

СКВОЗНЫЕ ОТВЕРСТИЯ

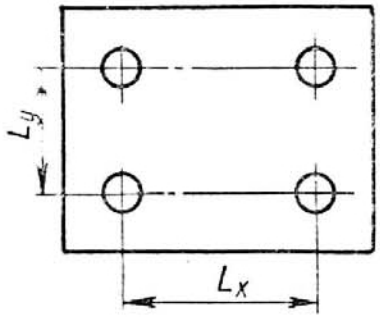
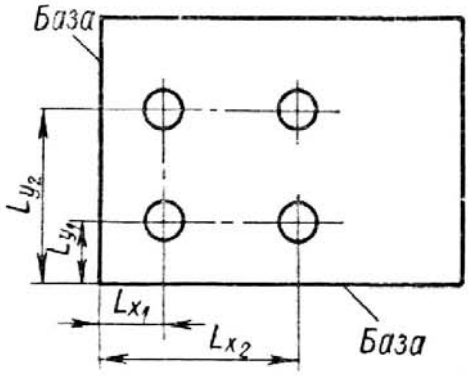
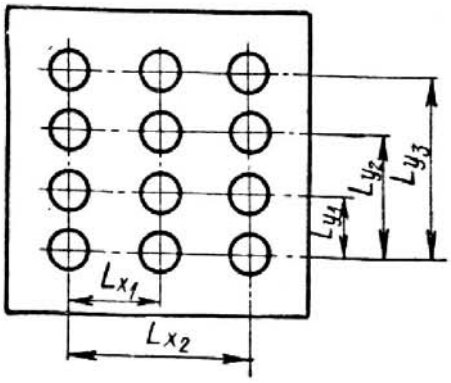
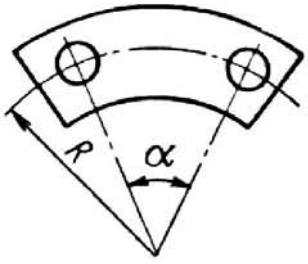
Диаметры сквозных отверстий под крепежные детали и соответствующие им гарантированные (наименьшие предельные) зазоры S_{min} приведены в табл. 2.47. Выбор диаметров сквозных отверстий в зависимости от типа соединения, вида расположения отверстий и способа получения отверстий рекомендуется производить в соответствии с табл. 2.48.

[1] Допуски расположения непараллельных осей отверстий под крепежные детали, например, осей отверстий, размещенных на цилиндрической поверхности перпендикулярно к ней, в справочнике не рассматриваются.

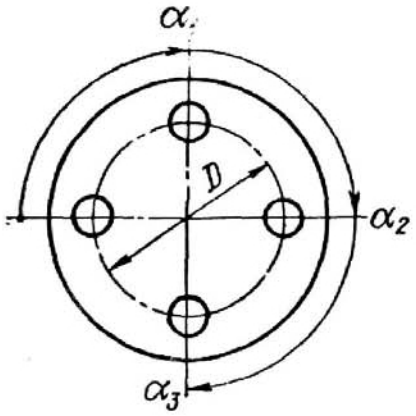
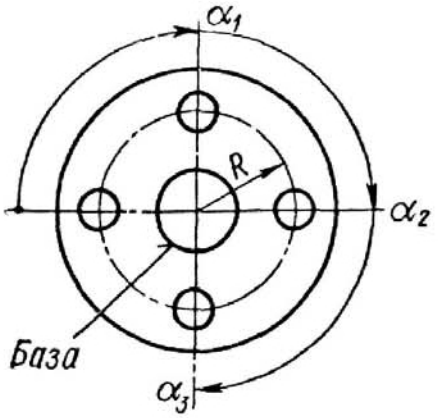
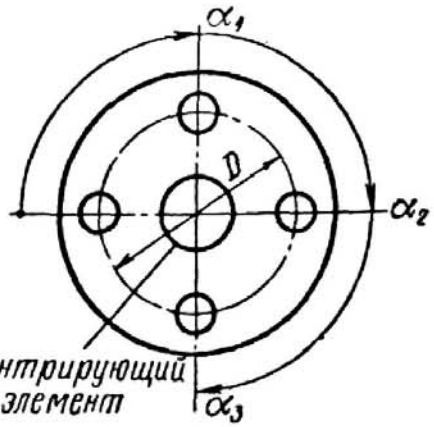
2.46. Классификация видов расположения осей отверстий под крепежные детали

Вид расположения	Эскиз	Характеристика расположения
I		Одно отверстие, координированное относительно плоскости, являющейся сборочной базой
II		Два отверстия, координированные друг относительно друга. Сборочная база отсутствует
III		Три и более отверстия, расположенные в один ряд. Сборочная база отсутствует
IV	 	Два и более отверстия, расположенные в один ряд и координированные относительно плоскости или отверстия, являющихся сборочной базой

Продолжение табл. 2 46

Вид расположения	Эскиз	Характеристика расположения
V		Три или четыре отверстия, расположенные в два ряда. Сборочная база отсутствует
VI		Одно или несколько отверстий в один или несколько рядов, координированные относительно сборочных баз (например, двух плоскостей) в двух взаимно перпендикулярных направлениях
VII		Несколько отверстий, расположенных в два или более ряда по три и более в ряду. Сборочная база отсутствует
VIII		Два отверстия, координированные относительно оси центрального элемента

Продолжение табл. 2.46

Вид расположения	Эскиз	Характеристика расположения
IX		Три и более отверстия, расположенные по окружности. Сборочная база отсутствует
X		Три и более отверстия, расположенные по окружности и координированные относительно центрального элемента, являющегося сборочной базой
XI		Три и более отверстия, расположенные по окружности и центральный элемент, образующий одну сборочную группу с отверстиями, но не являющийся сборочной базой

2. 47. Диаметры сквозных отверстий под крепежные детали и соответствующие им наименьшие (гарантированные) зазоры — см. рис. 2.17 (по ГОСТ 11284—75)

Диаметр стержня крепежной детали d, мм	Диаметры сквозных отверстий и наименьшие (гарантированные) зазоры, мм					
	1-й ряд		2-й ряд		3-й ряд	
	D	S_{min}	D	S_{min}	D	S_{min}
1,0	1,2	0,2	1,3	0,3	—	—
1,2	1,4	0,2	1,5	0,3	—	—
1,4	1,6	0,2	1,7	0,3	—	—
1,6	1,7	0,1	1,8	0,2	2,0	0,4
2,0	2,2	0,2	2,4	0,4	2,6	0,6
2,5	2,7	0,2	2 9	0,4	3,1	0,6
3,0	3,2	0,2	3,4	0,4	3,6	0,6
4,0	4,3	0,3	4,5	0,5	4,8	0,8
5,0	5,3	0,3	5,5	0,5	5,8	0,8
6,0	6,4	0,4	6,6	0,6	7,0	1,0
7,0	7,4	0,4	7,6	0,6	8,0	1,0
8,0	8,4	0,4	9,0	1,0	10,0	2,0
10,0	10,5	0,5	11,0	1,0	12,0	2,0
12,0	13,0	1,0	14,0	2,0	15,0	3,0
14,0	15,0	1,0	16,0	2,0	17,0	3,0
16,0	17,0	1,0	18,0	2,0	19,0	3,0
18,0	19,0	1,0	20,0	2,0	21,0	3,0
20,0	21,0	1,0	22,0	2,0	24,0	4,0
22,0	23,0	1,0	24,0	2,0	26,0	4,0
24,0	25,0	1,0	26,0	2,0	28,0	4,0
27,0	28,0	1,0	30,0	3,0	32,0	5,0
30,0	31,0	1,0	33,0	3,0	35,0	5,0
33,0	34,0	1,0	36,0	3,0	38,0	5,0
36,0	37,0	1,0	39,0	3,0	42,0	6,0
39,0	40,0	1,0	42,0	3,0	45,0	6,0
42,0	43,0	1,0	45,0	3,0	48,0	6,0
45,0	46,0	1,0	48,0	3,0	52,0	7,0
48,0	50,0	2,0	52,0	4,0	56,0	8,0
52,0	54,0	2,0	56,0	4,0	62,0	10,0
56,0	58,0	2,0	62,0	6,0	66,0	10,0
60,0	62,0	2,0	66,0	6,0	70,0	10,0
64	66	2	70	6	74	10
68	70	2	74	6	78	10
72	74	2	78	6	82	10
76	78	2	82	6	86	10
80	82	2	86	6	91	11
85	87	2	91	6	96	11
90	93	3	96	6	101	11
95	98	3	101	6	107	12
100	104	4	107	7	112	12
105	109	4	112	7	117	12
110	114	4	117	7	122	12
115	119	4	122	7	127	12
120	124	4	127	7	132	12
125	129	4	132	7	137	12
130	134	4	137	7	144	14
140	144	4	147	7	155	15
150	155	5	158	8	165	15
160	165	5	168	8	175	15

Примечания: 1. Для заклепочных соединений 3-й ряд отверстий применять не допускается. 2. При совместной обработке отверстий в деталях заклепочных и неразъемных болтовых соединений диаметр сквозного отверстия рекомендуется принимать равным наибольшему предельному диаметру стержня крепежной детали. Такие отверстия должны быть раззенкованы на размер, соответствующий переходному радиусу между головкой и стержнем. 3. Предельные отклонения диаметров сквозных отверстий: для 1-го ряда по $H12$ (СТ СЭВ 144—75); для 2-го и 3-го рядов по $H14$ (СТ СЭВ 144—75). 4. Наименьшие зазоры S_{min}, приведенные в табл. 2.47, соответствуют условию, когда наибольший предельный диаметр стержня крепежной детали d_{max} равен номинальному диаметру. 5. Рекомендации по выбору рядов сквозных отверстий приведены в табл. 2.48.

2.48. Выбор рядов сквозных отверстий под крепежные детали (по ГОСТ 11284—75)

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Способ получения отверстий	Тип соединения (по рис. 2.17)	Рекомендуемый ряд сквозных отверстий (по табл. 2.47)
Все виды	Обработка по кондукторам	А и Б	1-й
Расположение на прямых линиях, виды I, II, III, IV, V	Пробивка штампами повышенной точности, литье под давлением и литье по выплавляемым моделям повышенной точности	А	1-й
		Б	2-й
	Обработка по разметке, пробивке штампами обычной точности, литье нормальной точности	А	2-й
		Б	3-й
Расположение на прямых линиях, виды VI и VII; расположение по окружности	Пробивка штампами повышенной точности, литье под давлением и литье по выплавляемым моделям повышенной точности	А и Б	2-й
	Обработка по разметке, пробивка штампами обычной точности и литье нормальной точности	А	3-й

Примечание. Для соединений, которые кроме собираемости должны обеспечивать регулировку взаимного расположения скрепляемых деталей, а также при расстояниях между осями наиболее удаленных отверстий свыше 500 мм допускается принимать более грубые по сравнению с рекомендуемыми в табл. 2.48 ряды сквозных отверстий.

ДОПУСКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСЕЙ ОТВЕРСТИЙ

В табл. 2.49—2.52 приведены допуски расположения осей отверстий под крепежные детали для соединений типов А и Б при размещении осей отверстий на прямых линиях или по окружности. При пользовании этими таблицами необходимо учитывать следующее.

1. Данные табл. 2.49—2.52 устанавливают допуски расположения осей отверстий для деталей, к которым предъявляется требование полной взаимозаменяемости при независимом изготовлении отверстий в соединяемых деталях. В тех случаях, когда к деталям не предъявляется требований взаимозаменяемости, их

собираемость допускается обеспечивать различными способами совместной обработки отверстий в парных соединяемых деталях (например, когда сверление отверстий производится сначала в одной детали, используемой затем в качестве кондуктора для сверления отверстий в парной детали). В этих случаях назначают предельные отклонения на размеры, координирующие оси отверстий в одной из сопрягаемых деталей, более удобной для разметки, например, в детали, имеющей меньшую массу. При этом исходят из экономической точности обработки и назначают симметричные предельные отклонения по 14—17-му квалитетам (см. табл. 1.43); на эти же размеры можно распространять и неуказанные предельные отклонения по классам точности «средний», «грубый» или «очень грубый» согласно СТ СЭВ 302—76 (см. табл. 1.56—1.59). В парной детали, обрабатываемой совместно с первой, размеры отверстий и координирующие размеры указывают в соответствии с табл. 1.90 (п. 1.5).

2. Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали при требованиях взаимозаменяемости устанавливаются исходя из расчетного зазора $S_р$, который определяется по формуле:

$$S_р = S_{min} - 2S_{рег} - 2\,(T_{перп\,1} + T_{перп\,2}) - T_с, \qquad (2.16)$$

где $S_{min} = D_{min} - d_{max}$ — гарантированный (наименьший предельный) диаметральный зазор под проход крепежной детали (см. рис. 2.17 и табл. 2.43); $S_{рег}$ — наименьший радиальный зазор между сквозным отверстием и стержнем крепежной детали, который должен быть обеспечен для последующей регулировки взаимного расположения деталей или для облегчения сборки; $T_{перп\,1}$; $T_{перп\,2}$ — допуски перпендикулярности осей отверстий к опорной плоскости в обеих соединяемых деталях (учитывается в тех случаях, когда при соединении деталей необходимо обеспечить плотное соприкосновение по опорным плоскостям, а отклонения от перпендикулярности не включены в позиционный допуск осей); $T_с = 2\,\Delta_с$ — допуск соосности ступеней крепежной детали в диаметральном выражении (удвоенное предельное отклонение от соосности $\Delta_с$); учитывается в тех случаях, когда крепежная деталь ступенчатая, например, несоосность резьбовой и гладкой части стержня винтов и шпилек.

При отсутствии точных данных о составляющих, входящих в формулу (2.16), зазор $S_р$ можно представить в следующем виде:

$$S_р = KS_{min}, \qquad (2.17)$$

где K — коэффициент использования зазора для компенсации отклонения расположения осей.

В общем случае рекомендуется принимать [13]:

$K = 1$ или 0,8 для соединений, не требующих регулировки соединяемых деталей (меньшее значение рекомендуется для обеспечения облегченных условий сборки, для соединений винтами с утопленными или потайными коническими головками);

$K = 0{,}8$ или 0,6 для соединений, в которых требуется обеспечить регулировку взаимного расположения деталей при сборке.

Если требования к деталям ограничиваются только собираемостью, а другие отклонения расположения осей отсутствуют или ими можно пренебречь, то принимают $K = 1$, т. е.

$$S_р = S_{min}. \qquad (2.18)$$

3. Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали могут устанавливаться одним из двух способов:

а) позиционными допусками (смещением от номинального расположения) осей;

б) предельными отклонениями размеров, координирующих оси отверстий.

Нормирование позиционных допусков, согласно ГОСТ 14140—69, является предпочтительным для отверстий, образующих одну сборочную группу, за исклю-

2.49. Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали, координированных в системе прямоугольных координат. Соединения типа А

мм

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p											
		0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0,5S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)											
		0,01	0,012	0,016	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = S_p$											
		0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±), мм											
I	Отклонение размера L между осью отверстия и плоскостью $\delta L = 0,5S_p = 0,5T$	0,01	0,012	0,016	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12
II	Отклонение размера L между осями отверстий $\delta L = S_p = T$	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25
III	Отклонение размера между осями двух любых отверстий $\delta L_\Sigma = 0,7S_p = 0,7T$	0,014	0,016	0,022	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14	0,16
	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,35S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08
IV	Отклонения размеров L_i между осью каждого отверстия и базой $\delta L = 0,35S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08
	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,35S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08

Продолжение табл. 2.49

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p											
		0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0{,}5S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)											
		0,01	0,012	0,016	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = S_p$											
		0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±), мм											
V	Отклонение размеров L_x и L_y; $\delta L = 0{,}7S_p = 0{,}7T$	0,014	0,016	0,022	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14	0,16
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = S_p = T$	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25
VI	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0{,}35Sp = 0{,}35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08
VII	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0{,}35S_p = 0{,}35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = S_p = T$	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p																	
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0,5\ S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)																	
		0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = S_p$																	
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±), мм																	
I	Отклонение размера L между осью отверстия и плоскостью $\delta L = 0,5S_p = 0,5T$	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
II	Отклонение размера L между осями отверстий $\delta L = S_p = T$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
III	Отклонение размера между осями двух любых отверстий $\delta L_\Sigma = 0,7S_p = 0,7T$	0,22	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6	2,2	2,8	3,5	4	5,5	7	8	11
	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,35S_p = 0,35T$	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8	3,5	4	5,5
IV	Отклонения размеров L_i между осью каждого отверстия и базой $\delta L = 0,35S_p = 0,35T$	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8	3,5	4	5,5
	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,35S_p = 0,35T$	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8	3,5	4	5,5

Продолжение табл. 2.49

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p																	
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0,5S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)																	
		0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = S_p$																	
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±), мм																	
V	Отклонение размеров L_x и L_y; $\delta L = 0,7S_p = 0,7T$	0,22	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6	2,2	2,8	3,5	4	5,5	7	8	11
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = S_p = T$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
VI	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0,35S_p = 0,35T$	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8	3,5	4	5,5
VII	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0,35S_p = 0,35T$	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8	3,5	4	5,5
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = S_p = T$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16

Примечание. Если вместо δL_Σ нормируются или измеряются отклонения размера от оси одного отверстия (измерительной базы) до оси каждого из остальных отверстий (L_1, L_2, ...), то δL следует принимать по IV виду расположения см. формулу (2.28).

2.50. Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали, координированных в системе прямоугольных координат.

Соединения типа Б

мм

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p										
		0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0,25S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)										
		0,01	0,012	0,016	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = 0,5S_p$										
		0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)										
I	Отклонение размера L между осью и плоскостью $\delta L = 0,25S_p = 0,5T$	0,01	0,012	0,016	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12
II	Отклонение размера L между осями $\delta L = 0,5S_p = T$	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2
III	Отклонение размера между осями двух любых отверстий $\delta L_\Sigma = 0,35S_p = 0,7T$	0,014	0,016	0,022	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14
	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,175S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07
IV	Отклонения размеров Li между осью каждого отверстия и базой $\delta L = 0,175S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07

Продолжение табл. 2.50

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p										
		0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0,25S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)										
		0,01	0,012	0,016	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = 0,5S_p$										
		0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)										
IV	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,175S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07
V	Отклонения размеров L_x и L_y; $\delta L = 0,35S_p = 0,7T$	0,014	0,016	0,022	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07	0,08	0,11	0,14
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = 0,5S_p = T$	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,2
VI	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0,175S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07
VII	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0,175S_p = 0,35T$	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,055	0,07
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = 0,5S_p = T$	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2

Продолжение табл. 2.50

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p															
		0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2,0	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T/2 = 0{,}25S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)															
		0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = 0{,}5S_p$															
		0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)															
I	Отклонение размера L между осью и плоскостью $\delta L = 0{,}25S_p = 0{,}5T$	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4
II	Отклонение размера L между осями $\delta L = 0{,}5S_p = T$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
III	Отклонение размера между осями двух любых отверстий $\delta L_\Sigma = 0{,}35S_p = 0{,}7T$	0,16	0,22	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6	2,2	2,8	3,5	4	5,5
	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0{,}175S_p = 0{,}35T$	0,08	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8
IV	Отклонение размеров L_i между осью каждого отверстия и базой $\delta L = 0{,}175S_p = 0{,}35T$	0,08	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8

Продолжение табл. 2.50

Вид расположения отверстий (по табл. 2.46)	Нормируемое отклонение размеров, координирующих оси, и расчетная формула	Расчетный зазор S_p															
		0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2,0	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
		Позиционный допуск осей в радиусном выражении $T2/ = 0,25S_p$ (предельное смещение оси от номинального расположения по ГОСТ 14140—69)															
		0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4
		Позиционный допуск осей в диаметральном выражении $T = 0,5S_p$															
		0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)															
IV	Отклонение осей от общей плоскости $\delta_y = 0,175S_p = 0,35T$	0,08	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8
V	Отклонение размеров L_x и L_y; $\delta L = 0,35S_p = 0,7T$	0,16	0,22	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6	2,2	2,8	3,5	4	5,5
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = 0,5S_p = T$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
VI	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0,175S_p = 0,35T$	0,08	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8
VII	Отклонения размеров L_{x_i} и L_{y_i}; $\delta L = 0,175S_p = 0,35T$	0,08	0,11	0,14	0,18	0,2	0,28	0,35	0,4	0,55	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	2	2,8
	Отклонения размеров между осями по диагонали $\delta L_d = 0,5S_p = T$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8

Примечание. См. примечание к табл. 2.49.

2.51. Допуски расположения осей отверстий, координированных в системе полярных координат. Соединения типа А

Расчетный зазор S_p, мм	Позиционные допуски, мм		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)								
	в радиусном выражении $T/2 = 0{,}5S_p$	в диаметральном выражении $T = S_p$	диаметра окружности центров δD, мм (виды IX и XI по табл. 2.46)	радиуса окружности центров δR, мм (виды VIII и X по табл. 2.46)	центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров, мм							
					Св. 6 до 10	Св. 10 до 14	Св. 14 до 18	Св. 18 до 24	Св. 24 до 30	Св. 30 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 65
0,02	0,01	0,02	0,014	0,007	12′	8′	6′	5′	4′	3′	2′ 30″	2′
0,025	0,012	0,025	0,016	0,008	14′	10′	7′	6′	5′	4′	3′	2′ 30″
0,03	0,016	0,03	0,022	0,011	20′	12′	10′	7′	6′	5′	4′	3′
0,04	0,02	0,04	0,028	0,014	25′	16′	12′	10′	7′	5′ 30″	4′ 20″	3′ 30″
0,05	0,025	0,05	0,035	0,018	30′	20′	14′	11′	9′	7′	5′	4′
0,06	0,03	0,06	0,04	0,02	35′	25′	18′	14′	11′	8′	6′	5′
0,08	0,04	0,08	0,055	0,028	50′	30′	25′	18′	14′	11′	8′	6′
0,1	0,05	0,1	0,07	0,035	1°	40′	30′	22′	18′	14′	10′	8′
0,12	0,06	0,12	0,08	0,04	1° 10′	50′	35′	28′	22′	16′	12′	10′
0,16	0,08	0,16	0,11	0,055	1° 40′	1°	45′	35′	28′	22′	16′	12′
0,2	0,1	0,2	0,14	0,07	2°	1° 20′	1°	45′	35′	28′	20′	16′
0,25	0,12	0,25	0,16	0,08	2° 20′	1° 40′	1° 10′	55′	45′	35′	25′	20′
0,3	0,16	0,3	0,22	0,11	3°	2°	1° 30′	1° 10′	55′	45′	30′	25′
0,4	0,2	0,4	0,28	0,14	4°	2° 40′	2°	1° 30′	1° 10′	55′	40′	30′
0,5	0,25	0,5	0,35	0,18		3° 20′	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1° 10′	50′	40′

Продолжение табл. 2.51

Расчетный зазор S_p, мм	Позиционные допуски, мм		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)								
	в радиусном выражении $T/2 = 0{,}5S_p$	в диаметральном выражении $T = S_p$	диаметра окружности центров δD, мм (виды IX и XI по табл. 2.46)	радиуса окружности центров δR, мм (виды VIII и X по табл. 2.46)	центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров, мм							
					Св. 6 до 10	Св. 10 до 14	Св. 14 до 18	Св. 18 до 24	Св. 24 до 30	Св. 30 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 65
0,6 0,8 1	0,3 0,4 0,5	0,6 0,8 1	0,4 0,55 0,7	0,2 0,28 0,35		4°	3° 4°	2° 20′ 3° 3° 40′	1° 50′ 2° 20′ 3°	1° 20′ 1° 50′ 2° 20′	1° 1° 20′ 1° 40′	50′ 1° 1° 20′
1,2 1,6 2	0,6 0,8 1	1,2 1,6 2	0,8 1,1 1,4	0,4 0,55 0,7				4° 30′	3° 40′ 4° 30′	2° 40′ 3° 40′ 4° 30′	2° 2° 40′ 3° 20′	1° 40′ 2° 2° 40′
2,5 3 4	1,2 1,6 2	2,5 3 4	1,6 2,2 2,8	0,8 1,1 1,4							4° 30′	3° 20′ 4°
5 6 8	2,5 3 4	5 6 8	3,5 4 5,5	1,8 2 2,8								
10 12 16	5 6 8	10 12 16	7 8 11	3,5 4 5,5								

Продолжение табл. 2.51

Расчетный зазор S_p, мм	Предельные отклонения * размеров, координирующих оси отверстий (±) центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров, мм														
	Св. 65 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 120	Св. 120 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 310	Св. 310 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000
0,02 0,025 0,03	2′ 30″	2′													
0,04 0,05 0,06	2′ 40″ 3′ 4′	2′ 20″ 2′ 30″ 3′	2′ 2′ 40″	2′											
0,08 0,1 0,12	5′ 6′ 8′	4′ 5′ 6′	3′ 4′ 5′	2′ 30″ 3′ 30″ 4′ 30″	2′ 3′ 4′	2′ 2′ 30″	2′								
0,16 0,2 0,25	10′ 12′ 16′	8′ 10′ 12′	7′ 9′ 11′	6′ 7′ 9′	5′ 6′ 7′	3′ 30″ 4′ 30″ 6′	2′ 30″ 3′ 4′	2′ 2′ 30″ 3′	2′ 2′ 30″	2′					
0,3 0,4 0,5	20′ 25′ 30′	16′ 20′ 25′	14′ 18′ 22′	12′ 14′ 18′	9′ 12′ 14′	7′ 9′ 11′	6′ 7′ 9′	4′ 5′ 6′	3′ 4′ 5′	2′ 30″ 3′ 4′	2′ 2′30″ 3′30″	2′ 3′	2′		
0,6 0,8 1	40′ 50′ 1°	30′ 40′ 50′	28′ 35′ 45′	22′ 28′ 35′	18′ 22′ 30′	14′ 18′ 22′	10′ 14′ 16′	8′ 10′ 12′	6′ 8′ 10′	5′ 6′ 8′	4′ 5′ 7′	3′ 30″ 4′ 30″ 6′	2′ 30″ 3′ 4′	2′ 2′ 30″ 3′	2′ 2′ 30″

Продолжение табл. 2.51

Расчетный зазор S_p, мм	Предельные отклонения * размеров, координирующих оси отверстий (±) центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров, мм														
	Св. 65 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 120	Св. 120 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 310	Св. 310 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000
1,2	1° 20′	1°	55′	45′	35′	28′	20′	16′	12′	10′	8′	7′	5′	4′	3′
1,6	1° 40′	1° 20′	1° 10′	55′	45′	35′	25′	20′	16′	12′	11′	9′	6′	5′	4′
2	2°	1° 40′	1° 30′	1° 10′	55′	45′	35′	25′	20′	16′	14′	12′	8′	7′	5′
2,5	2° 40′	2°	1° 50′	1° 30′	1° 10′	55′	40′	30′	25′	20′	16′	14′	10′	8′	6′
3	3° 20′	2° 40′	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1° 10′	55′	40′	35′	25′	20′	18′	14′	10′	8′
4	4°	3° 20′	3°	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1° 10′	50′	40′	35′	25′	22′	16′	12′	10′
5		4°	3° 40′	3°	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1°	50′	40′	35′	28′	20′	16′	12′
6			4° 30′	3° 40′	3°	2° 20′	1° 50′	1° 20′	1°	50′	40′	35′	25′	20′	16′
8				4° 30′	4°	3°	2° 20′	1° 40′	1° 20′	1°	50′	40′	35′	25′	20′
10					4° 30′	3° 40′	2° 40′	2° 20′	1° 50′	1° 20′	1°	50′	40′	35′	25′
12						4° 30′	3° 20′	2° 40′	2°	1° 50′	1° 20′	1°	50′	40′	35′
16							4° 30′	3° 40′	2° 20′	2°	1° 50′	1° 20′	1°	50′	40′

Примечания: 1. Предельные отклонения координирующих размеров рассчитаны по следующим формулам: $\delta D = 0{,}7S_p = 0{,}7T$; $\delta R = 0{,}35S_p = 0{,}35T$; $\delta\alpha_\Sigma = \frac{0{,}7S_p}{R}\,3440 = \frac{0{,}7T}{R}\,3440$. В последней формуле R, S_p, T даны в мм, $\delta\alpha_\Sigma$ — в мин. 2. Если вместо $\delta\alpha_\Sigma$ нормируются или измеряются отклонения $\delta\alpha$ центрального угла от оси одного отверстия (измерительной базы) до оси каждого из остальных отверстий (α_1, α_2, ...), то следует принимать $\delta\alpha = \pm\frac{\delta\alpha_\Sigma}{2}$ (см. формулу (2.32)).

* Предельные отклонения диаметра или радиуса окружности центров и значения позиционного допуска для соответствующего расчетного зазора S_p см. на стр 475, 476.

2.52. Допуски расположения осей отверстий, координированных в системе полярных координат. Соединения типа Б

Расчетный зазор S_p, мм	Позиционные допуски, мм		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)								
	в радиусном выражении $T/2 = 0{,}25S_p$	в диаметральном выражении $T = 0{,}5S_p$	диаметра окружности центров δD, мм (виды IX и XI по табл. 2.46)	радиуса окружности центров δR, мм (виды VIII и X по табл. 2.46)	центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров D, мм							
					Св. 6 до 10	Св. 10 до 14	Св. 14 до 18	Св. 18 до 24	Св. 24 до 30	Св. 30 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 65
0,04	0,01	0,02	0,014	0,007	12′	8′	6′	5′	4′	3′	2′ 30″	2′
0,05	0,012	0,025	0,016	0,008	14′	10′	7′	6′	5′	4′	3′	2′ 30″
0,06	0,016	0,03	0,022	0,011	20′	12′	10′	7′	6′	5′	4′	3′
0,08	0,02	0,04	0,028	0,014	25′	16′	12′	10′	7′	5′ 30″	4′ 20″	3′ 30″
0,1	0,025	0,05	0,035	0,018	30′	20′	14′	11′	9′	7′	5′	4′
0,12	0,03	0,06	0,04	0,02	35′	25′	18′	14′	11′	8′	6′	5′
0,16	0,04	0,08	0,055	0,028	50′	30′	25′	18′	14′	11′	8′	6′
0,2	0,05	0,1	0,07	0,035	1°	40′	30′	22′	18′	14′	10′	8′
0,25	0,06	0,12	0,08	0,04	1° 10′	50′	35′	28′	22′	16′	12′	10′
0,3	0,08	0,16	0,11	0,055	1° 40′	1°	45′	35′	28′	22′	16′	12′
0,4	0,1	0,2	0,14	0,07	2°	1° 20′	1°	45′	35′	28′	20′	16′
0,5	0,12	0,25	0,16	0,08	2° 20′	1° 40′	1° 10′	55′	45′	35′	25′	20′
0,6	0,16	0,3	0,22	0,11	3′	2°	1° 30′	1° 10′	55′	45′	30′	25′
0,8	0,2	0,4	0,28	0,14	4′	2° 40′	2°	1° 30′	1° 10′	55′	40′	30′
1	0,25	0,5	0,35	0,18		3° 20′	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1° 10′	50′	40′

Продолжение табл. 2.52

Расчетный зазор $S_р$, мм	Позиционные допуски, мм		Предельные отклонения размеров, координирующих оси отверстий (±)									
	в радиусном выражении $T/2 = 0,25S_р$	в диаметральном выражении $T = 0,5S_р$	диаметра окружности центров δD, мм (виды IX и XI по табл. 2.46)	радиуса окружности центров δR, мм (виды VIII и X по табл. 2.46)	центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров D, мм							
					Св. 6 до 10	Св. 10 до 14	Св. 14 до 18	Св. 18 до 24	Св. 24 до 30	Св. 30 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 65
1,2	0,3	0,6	0,4	0,2		4°	3°	2° 20′	1° 50′	1° 20′	1°	50′
1,6	0,4	0,8	0,55	0,28			4°	3°	2° 20′	1° 50′	1° 20′	1°
2	0,5	1	0,7	0,35				3° 40′	3°	2° 20′	1° 40′	1° 20′
2,5	0,6	1,2	0,8	0,4				4° 30′	3° 40′	2° 40′	2°	1° 40′
3	0,8	1,6	1,1	0,55					4° 30′	3° 40′	2° 40′	2°
4	1	2	1,4	0,7						4° 30′	3° 20′	2° 40′
5	1,2	2,5	1,6	0,8							4° 30′	3° 20′
6	1,6	3	2,2	1,1								4°
8	2	4	2,8	1,4								
10	2,5	5	3,5	1,8								
12	3	6	4	2								
16	4	8	5,5	2,8								

Продолжение табл. 2.52

Расчетный зазор S_p, мм	Предельные отклонения * размеров, координирующих оси отверстий (±) центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров D, мм														
	Св. 65 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 120	Св. 120 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 310	Св. 310 до 401	Св. 401 до 500	Св. 501 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000
0,04 0,05 0,06	2′ 30″	2′													
0,08 0,1 0,12	2′ 40″ 3′ 4′	2′ 20″ 2′ 30″ 3′	2′ 2′ 40″	2′											
0,16 0,2 0,25	5′ 6′ 8′	4′ 5′ 6′	3′ 4′ 5′	2′ 30″ 3′ 30″ 4′ 30″	2′ 3′ 4′	2′ 2′ 30″	2′								
0,3 0,4 0,5	10′ 12′ 16′	8′ 10′ 12′	7′ 9′ 11′	6′ 7′ 9′	5′ 6′ 7′	3′ 30″ 4′ 30″ 6′	2′ 30″ 3′ 4′	2′ 2′ 30″ 3′	2′ 2′ 30″	2′					
0,6 0,8 1	20′ 25′ 30′	16′ 20′ 25′	14′ 18′ 22′	12′ 14′ 18′	9′ 12′ 14′	7′ 9′ 11′	6′ 7′ 9′	4′ 5′ 6′	3′ 4′ 5′	2′ 30″ 3′ 4′	2′ 2′ 30″ 3′ 30″	2′ 3′	2′		

Продолжение табл. 2.52

Расчетный зазор $S_р$, мм	Предельные отклонения * размеров, координирующих оси отверстий (±) центрального угла между осями отверстий $\delta\alpha$ (для вида VIII по табл. 2.46), центрального угла между осями двух любых отверстий $\delta\alpha_\Sigma$ (для видов IX, X и XI по табл. 2.46) при номинальных диаметрах окружности центров D, мм														
	Св. 65 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 120	Св. 120 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 310	Св. 310 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000
1,2	40′	30′	28′	22′	18′	14′	10′	8′	6′	5′	4′	3′ 30″	2′ 30″	2′	
1,6	50′	40′	35′	28′	22′	18′	14′	10′	8′	6′	5′	4′ 30″	3′	2′ 30″	2′
2	1°	50′	45′	35′	30′	22′	16′	12′	10′	8′	7′	6′	4′	3′	2′ 30″
2,5	1° 20′	1°	55′	45′	35′	28′	20′	16′	12′	10′	8′	7′	5′	4′	3′
3	1° 40′	1° 20′	1° 10′	55′	45′	35′	25′	20′	16′	12′	11′	9′	6′	5′	4′
4	2°	1° 40′	1° 30′	1° 10′	55′	45′	35′	25′	20′	16′	14′	12′	8′	7′	5′
5	2° 40′	2°	1° 50′	1° 30′	1° 10′	55′	40′	30′	25′	20′	16′	14′	10′	8′	6′
6	3° 20′	2° 40′	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1° 10′	55′	40′	35′	25′	20′	18′	14′	10′	8′
8	4°	3° 20′	3°	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1° 10′	50′	40′	35′	25′	22′	16′	12′	10′
10		4°	3° 40′	3°	2° 20′	1° 50′	1° 30′	1°	50′	40′	35′	28′	20′	16′	12′
12			4° 30′	3° 40′	3°	2° 20′	1° 50′	1° 20′	1°	50′	40′	35′	25′	20′	16′
16				4° 30′	4°	3°	2° 20′	1° 40′	1° 20′	1°	50′	40′	35′	25′	20′

Примечания: 1. Предельные отклонения координирующих размеров рассчитаны по следующим формулам: $\delta D = 0{,}35S_р = 0{,}7T$; $\delta R = 0{,}175S_р = 0{,}35T$; $\delta\alpha_\Sigma = \frac{0{,}35S_р}{R}\,3440 = \frac{0{,}7T}{R}\,3440$. В последней формуле R, $S_р$, T даны в мм, $\delta\alpha_\Sigma$ — в мин. 2. Если вместо $\delta\alpha_\Sigma$ нормируются или измеряются отклонения $\delta\alpha$ центрального угла от оси одного отверстия (измерительной базы) до оси каждого из остальных отверстий (α_1, α_2, ...), то следует принимать $\delta\alpha = \pm\frac{\delta\alpha_\Sigma}{2}$ [см. формулу (2.32)].

* Предельные отклонения диаметра или радиуса окружности центров и значения позиционного допуска для соответствующего расчетного зазора $S_р$ см. на стр. 479, 480.

чением I и II видов расположения по табл. 2.46. Позиционные допуски комплексно ограничивают отклонение осей от номинального расположения и благодаря этому наиболее полно и надежно обеспечивают требования взаимозаменяемости, облегчают ее анализ и оформление чертежей. Они рассчитываются на основе формул, единых для всех видов расположения осей отверстий:

для соединений типа А

$$T = S_p; \qquad (2.19)$$

для соединений типа Б

$$T = 0{,}5S_p. \qquad (2\ 20)$$

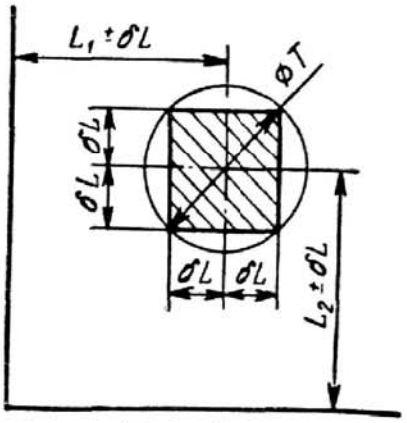


Рис. 2.18

Здесь T — позиционный допуск в диаметральном выражении (удвоенное предельное смещение от номинального расположения по ГОСТ 14140—69).

Технологические преимущества позиционных допусков состоят в том, что они позволяют использовать наибольшее поле допуска (рис. 2.18), упрощают расчет кондукторов и комплексных калибров. В наибольшей степени преимущества позиционных допусков проявляются для деталей серийного и массового производства, в которых отверстия получаются с помощью кондукторов, пробивных штампов, пресс-форм, а контролируются комплексными калибрами.

Нормирование предельных отклонений координирующих размеров является по отношению к позиционным допускам поэлементным нормированием, которому присущи следующие недостатки:

сокращается допуск на изготовление; на рис. 2.18 поле допуска, определяемое предельными отклонениями координирующих размеров, представляет собой квадратное или прямоугольное поле, вписанное в круглое поле позиционного допуска, при этом сокращение поля составляет примерно 36%;

усложняется выбор и простановка предельных отклонений, так как необходимо учитывать вид расположения отверстий (см. табл. 2.49—2.52);

обеспечение взаимозаменяемости становится менее надежным и требует в ряде случаев нормирования и контроля дополнительных параметров, например, отклонения оси от общей плоскости ряда, отклонения расстояния между осями по диагонали (см. табл. 2.49 и 2.50).

Однако предельные отклонения координирующих размеров необходимы в тех случаях, когда отверстия получают обработкой по разметке или на координатно-расточных станках, а измерение расположения осей производят универсальными средствами. В этих случаях (обычно для деталей единичного и мелкосерийного производства) нормируют предельные отклонения координирующих размеров. Расчетные формулы для этих предельных отклонений приведены в табл. 2.49—2.52 и зависят от вида расположения осей отверстий. Допускается также и в этих случаях в конструкторской документации нормировать позиционные допуски, а переход от них к поэлементным предельным отклонениям координирующих размеров производить в технологической документации на основании табл. 2.49—2.52.

Непосредственное нормирование предельных отклонений координирующих размеров рекомендуется, кроме того, при расположении отверстий I и II вида по табл. 2.46 или если по конструктивным условиям необходимо ограничить отклонения именно в соответствующих координатных направлениях (например, в некоторых тонкостенных деталях, при неодинаковых допусках в разных координатных направлениях).

4. Допуски расположения по табл. 2.49—2.52 для осей сквозных отверстий, как правило, должны назначаться зависимыми (независимые допуски для сквозных отверстий могут понадобиться лишь в отдельных случаях при малой толщине стенок или при повышенных требованиях к внешнему виду деталей). В соедине-

ниях типа Б допуски расположения осей резьбовых отверстий под шпильки или тяжелонагруженные винты, а также осей гладких отверстий, по которым крепежная деталь (штифт) соединяется по посадке с натягом или переходной, рекомендуется назначать независимыми. Для осей резьбовых отверстий под малонагруженные винты допуски расположения можно назначать зависимыми. В этом случае значение зависимого допуска связано с действительным отклонением приведенного среднего диаметра резьбового отверстия от нижнего предела. Приведенные рекомендации о назначении зависимых и независимых допусков относятся как к нормированию позиционных допусков, так и к нормированию предельных отклонений координирующих размеров.

5. Данные табл. 2.49 — 2.52 распространяются на те случаи, когда наименьшие зазоры S_{min} между всеми сквозными отверстиями одной сборочной группы и крепежными деталями одинаковы. При неравных зазорах расчетный зазор S_p следует определять по наименьшему зазору S_{min} из числа участвующих в соединении. При нормировании позиционных допусков для разных зазоров в одной сборочной группе возможно назначение и разных допусков расположения осей соответствующих отверстий.

6. Допуски расположения осей отверстий по табл. 2.49—2.52 одинаковы для обеих соединяемых деталей (т. е. $T_1 = T_2 = T$; $\delta L_1 = \delta L_2 = \delta L$). В обоснованных случаях могут назначаться и неодинаковые допуски расположения — увеличенные для одной детали и соответственно уменьшенные для другой. При этом неодинаковые позиционные допуски должны отвечать следующим условиям:

для соединений типа А

$$T_1 + T_2 = 2S_p = 2T; \tag{2.21}$$

для соединений типа Б

$$T_1 + T_2 = S_p = 2T. \tag{2.22}$$

Здесь T — значение позиционного допуска по табл. 2.49—2.52.

Пример перераспределения позиционных допусков для деталей в соединениях типа Б, применяемых в насосостроении, приведен в табл. 2.53. Увеличение допуска расположения осей резьбовых отверстий в данном случае обосновывается тем, что этот допуск является независимым, а уменьшение допуска для сквозных отверстий компенсируется тем, что он принят зависимым и фактически расширяется при недоиспользовании допуска диаметра отверстий.

7. Предельные отклонения координирующих размеров определяют исходя из соответствующего позиционного допуска осей отверстий T. Для этого при всех видах расположения осей, кроме I и II (см. табл. 2.46), производится геометрическое разложение позиционного допуска оси каждого отверстия на координатные составляющие: T_x и T_y в прямоугольных координатах (рис. 2.19, *а*) или T_R и T_α в полярных координатах (рис. 2.19, *б*). Соотношения между координатными составляющими позиционного допуска определяются следующими формулами:

$$\sqrt{T_x^2 + T_y^2} = T; \tag{2.23}$$

$$\sqrt{T_R^2 + \left(\frac{RT_\alpha}{3440}\right)^2} = T. \tag{2.24}$$

В формуле (2.24) R — радиус окружности центров дан в мм, значения T и T — в мм, T_α — в мин.

Если принять обе координатные составляющие позиционного допуска одинаковыми (на рис. 2.19 этому условию соответствуют заштрихованные поля

допусков), то формулы (2.23) и (2.24) преобразуются в следующие:

$$T_x = T_y \approx 0{,}7T; \tag{2.25}$$

$$T_R = T_\alpha \frac{R}{3440} \approx 0{,}7T. \tag{2.26}$$

Предельные отклонения координирующих размеров в зависимости от нормируемого отклонения и вида расположения отверстий принимаются равными

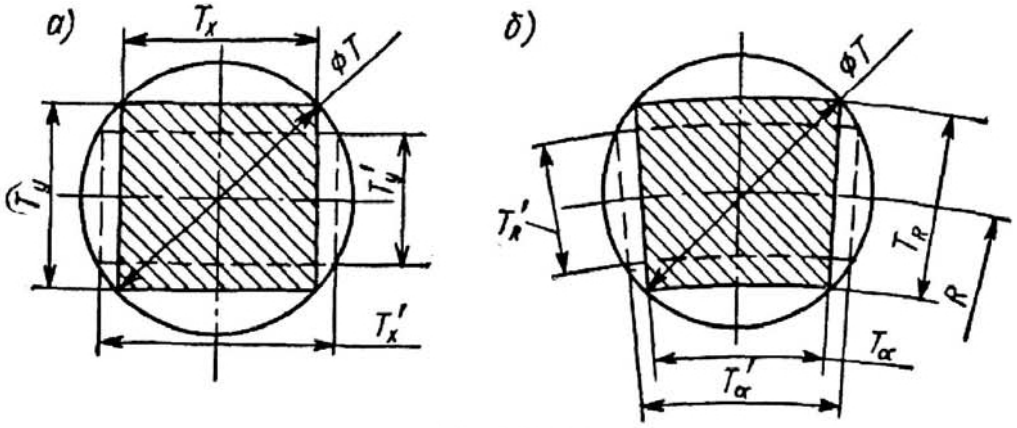


Рис. 2.19

предельному позиционному отклонению оси в соответствующем координатном направлении или сумме этих предельных позиционных отклонений для двух осей, связанных нормируемым координирующим размером. Полученные таким образом расчетные формулы приведены в табл. 2.49—2.52. Эти же формулы позволяют связать предельные отклонения координирующих размеров с расчетным зазором S_p.

2.53. Перераспределение позиционных допусков резьбовых и сквозных отверстий в соединениях типа Б, мм

S_p	Позиционный допуск T		S_p	Позиционный допуск T	
	для резьбовых отверстий $T = 0{,}6S_p$	для сквозных отверстий $T = 0{,}4S_p$		для резьбовых отверстий $T = 0{,}6S_p$	для сквозных отверстий $T = 0{,}4S_p$
0,1	0,06	0,04	1,0	0,6	0,4
0,12	0,08	0,05	1,2	0,8	0,5
0,16	0,10	0,06	1,6	1,0	0,6
0,2	0,12	0,08	2,0	1,2	0,8
0,25	0,16	0,10	2,5	1,6	1,0
0,3	0,2	0,12	3,0	2,0	1,2
0,4	0,25	0,16	4,0	2,5	1,6
0,5	0,3	0,2	5,0	3,0	2,0
0,6	0,4	0,25	6,0	4,0	2,5
0,8	0,5	0,3	8,0	5,0	3,0

Примечания: 1. Позиционные допуски в табл. 2.53 приведены в диаметральном выражении. 2. Применение допусков по табл. 2.53. рекомендуется в тех случаях, когда для резьбовых отверстий назначаются независимые допуски расположения, а для сквозных отверстий — зависимые. 3. Пересчет позиционных допусков на допуски в радиусном выражении (предельные смещения осей от номинального расположения) и на предельные отклонения размеров, координирующих оси (см. табл. 2.50 и 2.52).

8. Предельные отклонения координирующих размеров и расчетные формулы для них, приведенные в табл. 2.49—2.52, соответствуют условию, когда обе координатные составляющие позиционного допуска оси одинаковы [см. формулы (2.25) и (2.26)]. В технологически обоснованных случаях допускается увеличивать предельные отклонения размеров, указанные в табл. 2.49—2.52, в одном координатном направлении при условии, что предельные отклонения в другом координатном направлении будут соответственно уменьшены. При этом должны соблюдаться соотношения по формулам (2.23) и (2.24). Пример перераспределения исходных координатных составляющих T_x, T_y, T_R, T_α позиционного допуска оси показан на рис. 2.19 штриховыми линиями.

Перераспределение предельных отклонений координирующих размеров облегчается при использовании номограмм, приведенных на рис. 2.20—2.22 [13, 18]. Производится перераспределение либо при назначении предельных отклонений в рабочих чертежах, либо (при заданных позиционных допусках) в технологической документации, а также при контроле расположения осей отверстий, когда действительные отклонения в одном из координатных направлений выходят за установленные в технологической документации пределы. Номограммы, приведенные для значений позиционных допусков $T = 0{,}2 \div 2{,}0$ мм, могут быть использованы для определения предельных отклонений координирующих размеров при позиционных допусках в диапазоне 0,02—0,2 мм. Для этого все числовые значения допусков и предельных отклонений, проставленные на шкалах номограмм, должны быть уменьшены в 10 раз.

При пользовании номограммой, приведенной на рис. 2.22, взаимосвязь между отклонением оси по дуге $R\delta\alpha$ и по центральному углу $\delta\alpha$ или $\delta\alpha_\Sigma$ определяется с помощью второй номограммы, приведенной в нижней части этого рисунка в зависимости от радиуса окружности центров.

Пример. Для четырех отверстий под болты при расположении по виду V (см. табл. 2.46) в чертеже детали задан позиционный допуск осей $T = 1{,}6$ мм. В технологической документации предусмотрен контроль расположения осей путем измерения координирующих размеров (межосевых расстояний) и исходя из заданного позиционного допуска T по табл. 2.49 назначены предельные отклонения координирующих размеров $\delta L = 1{,}1$ мм и $\delta L_d = 1{,}6$. При измерении действительные отклонения детали оказались равными: $\Delta L_x = 0{,}6$ мм, $\Delta L_y = 1{,}4$ мм, $\Delta L_d = 1{,}6$ мм. Требуется определить годность детали.

Р е ш е н и е. Хотя отклонение размера по координате оси Y вышло за пределы технологического допуска ($\Delta L_y > \delta L$), указание в чертеже детали позиционного допуска оси позволяет перераспределить технологические координатные составляющие этого допуска. Согласно номограмме, приведенной на рис. 2.21, при $T = 1{,}6$ мм и $\delta L_y = \Delta L_y = 1{,}4$ мм предельное отклонение межосевого размера по координате оси X равно $\delta L_x = \pm 0{,}8$ мм. Так как действительное отклонение $\Delta L_x = 0{,}6$ мм не выходит за эти пределы, следовательно, деталь должна быть признана годной.

9. При однорядном расположении отверстий и отсутствии сборочной базы (вид III табл. 2.46) наиболее экономичным способом нормирования координирующих размеров является нормирование отклонения между осями любых (смежных и несмежных) отверстий в ряду δL_Σ. Этим обеспечиваются наибольшие технологические возможности и предотвращается неоправданное забракование фактически годных деталей.

Для определения отклонения между осями двух любых отверстий достаточно измерить расстояния от одного, например, первого отверстия до каждого из остальных. Если все отклонения этих расстояний имеют один знак (все положительные или все отрицательные), то отклонение ΔL_Σ равно наибольшему из измеренных отклонений ΔL. Если отклонения ΔL имеют разные знаки, то

$$|\Delta L_\Sigma| = |\Delta L^{\max}_{\text{положит}}| + |\Delta L^{\max}_{\text{отрицат}}|, \qquad (2.27)$$

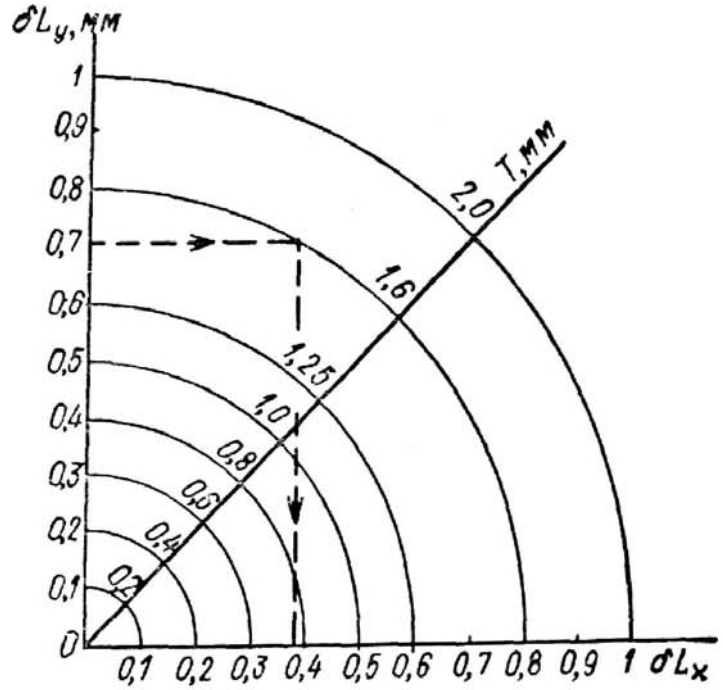


Рис. 2.20

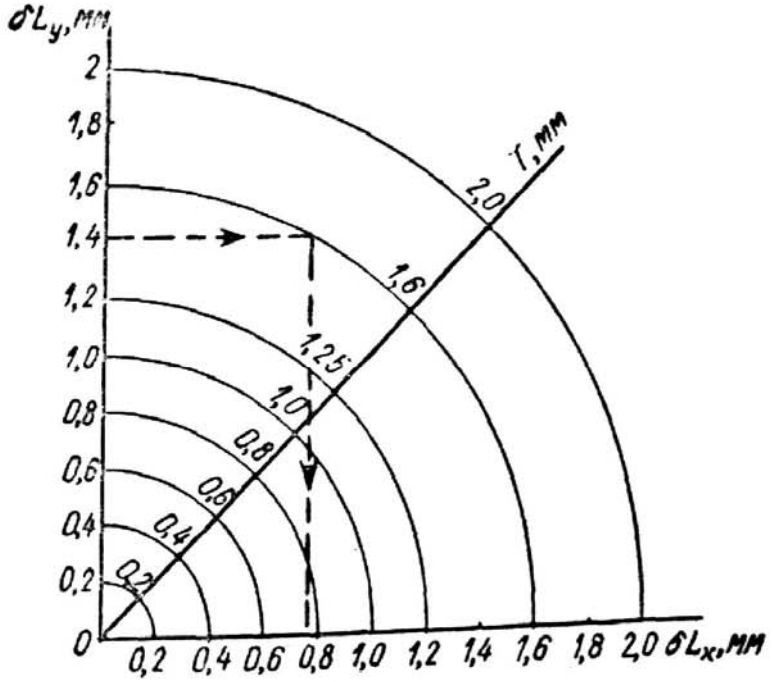


Рис. 2.21

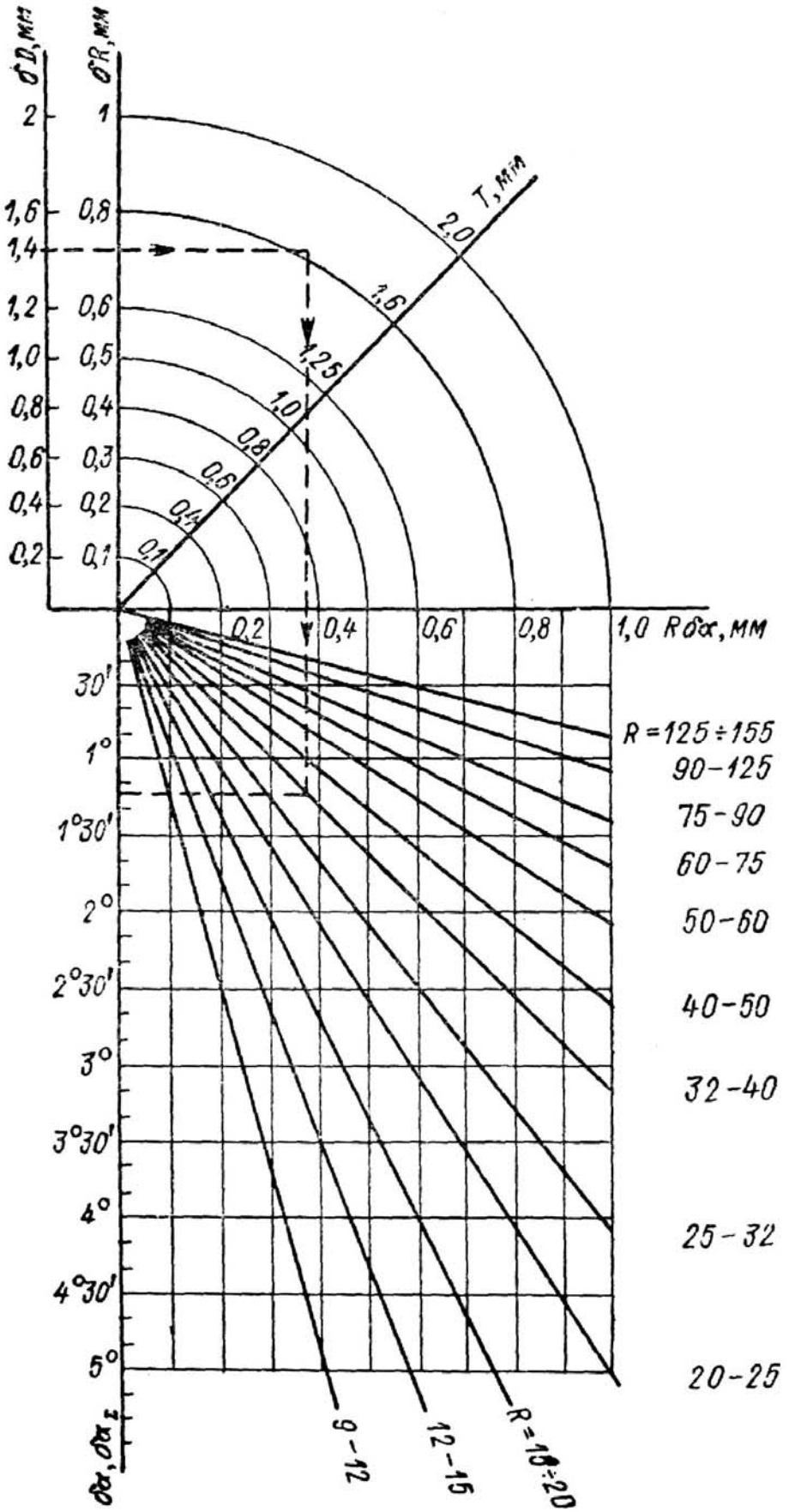

δD, мм
δR, мм
T, мм
2,0
1,6
1,25
1,0
0,8
0,6
0,4
0,1
2
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
1
0,8
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0 Rδα, мм
30'
1°
1°30'
2°
2°30'
3°
3°30'
4°
4°30'
5°
δα, δα₁
R = 125 ÷ 155
90–125
75–90
60–75
50–60
40–50
32–40
25–32
20–25
9–12
12–15
R = 15÷20

Рис. 2.22

где $\Delta L^{max}_{положит}$ — наибольшее из измеренных положительное отклонение; $\Delta L^{max}_{отрицат}$ — наибольшее из измеренных отрицательное отклонение.

Значение ΔL_Σ может быть определено и по результатам измерения расстояний между осями смежных отверстий [13].

Если все же по условиям разметки, координатной настройки или контроля возникает необходимость в нормировании отклонений определенных межосевых размеров, то рекомендуется задавать размеры и предельные отклонения $L_1 \pm \delta L$; $L_2 \pm \delta L$ и т. д. «лесенкой» (рис. 2.23, *а*); при этом предельное отклонение определяется по формуле

$$\delta L_{лес} = \delta L_\Sigma / 2. \qquad (2.28)$$

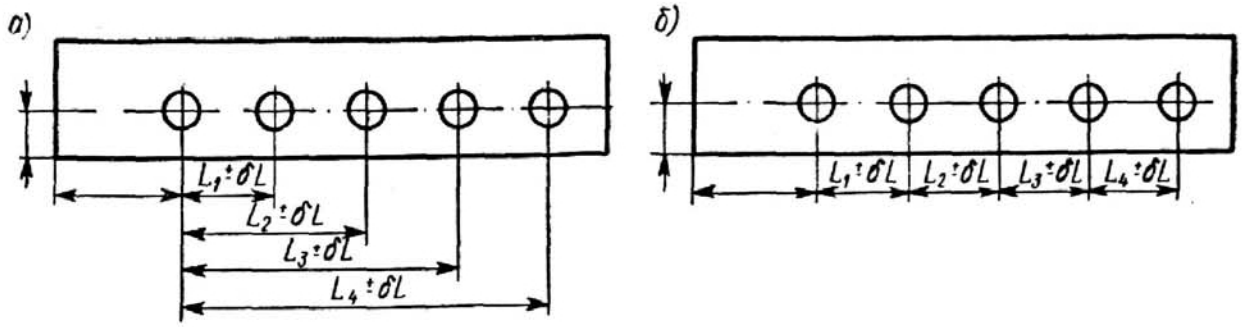


Рис. 2.23

Задавать размеры и предельные отклонения «цепочкой» (рис. 2.23, *б*) при числе отверстий $n > 3$ не рекомендуется ввиду получения малых значений предельных отклонений

$$\delta L_{цеп} = \delta L_\Sigma / (n - 1). \qquad (2.29)$$

10. При расположении отверстий в один ряд (виды III и IV по табл. 2.46) для обеспечения взаимозаменяемости необходимо нормировать отклонение осей от общей плоскости ряда (δy). При контроле общая плоскость ряда определяется так, чтобы наибольшие отклонения осей по обе стороны от нее были одинаковы [13]. При наличии сборочных баз общая плоскость ряда, кроме того, должна быть перпендикулярна к базовой плоскости или проходить через ось базового отверстия. Отклонение δy можно не задавать, если предельные отклонения от общей плоскости ряда до другого элемента детали равны или меньше δy.

11. При расположении отверстий на номинально взаимно перпендикулярных прямых (виды V, VII) и контроле межосевых расстояний для обеспечения взаимозаменяемости необходимо нормировать отклонения между осями отверстий по диагонали (δL_d). Контроль отклонения по диагонали позволяет косвенно ограничить отклонения от перпендикулярности направлений, вдоль которых нормируются и измеряются отклонения межосевых размеров L_x и L_y. Для расположения вида VII отклонение δL_d относится к любому диагональному размеру между двумя любыми отверстиями, однако можно практически ограничиться выборочным нормированием и контролем лишь нескольких диагональных размеров, но не менее двух накрест лежащих. От нормирования δL_d можно отказаться, если другими назначенными допусками обеспечивается достаточная перпендикулярность координатных направлений (это условие предполагается, в частности, для расположения вида VI).

12. Если расположение осей задано относительно двух базовых плоскостей (осей), расположенных под некоторым углом φ друг к другу (рис. 2.24), то отклонения δL определяются по формулам:

для соединений типа А

при $\varphi < 90°$

$$\delta L = \pm 0{,}5 S_p \sin \alpha/2 = \pm 0{,}5 T \sin \alpha/2;$$

при $\varphi > 90°$

$$\delta L = \pm 0{,}5 S_p \cos \alpha/2 = \pm 0{,}5 T \cos \alpha/2; \quad (2.30)$$

для соединений типа Б

при $\varphi < 90°$

$$\delta L = \pm 0{,}25 S_p \sin \alpha/2 = \pm 0{,}5 T \sin \alpha/2;$$

при $\varphi > 90''$

$$\delta L = \pm 0{,}25 S_p \cos \alpha/2 = \pm 0{,}5 T \cos \alpha/2. \quad (2.31)$$

13. При расположении отверстий по окружности при числе их более двух (виды IX, X, XI по табл. 2.46) целесообразно нормировать отклонение центрального угла между осями двух любых отверстий ($\delta\alpha_\Sigma$).

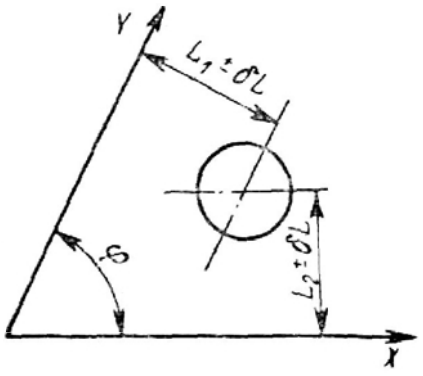


Рис. 2.24

Преимущества и особенности нормирования и контроля $\delta\alpha_\Sigma$ аналогичны отклонению δL_Σ при расположении отверстий на прямой (см. выше п. 9). Если по условиям изготовления или контроля возникает необходимость в нормировании отклонений определенных центральных углов между осями отверстий, то углы рекомендуется задавать и нормировать «лесенкой», т. е. от одного отверстия (измерительной базы) до каждого из остальных. При этом предельное отклонение уменьшается вдвое:

$$\delta\alpha_{лес} = \delta\alpha_\Sigma/2. \quad (2.32)$$

Задавать предельные отклонения углов между смежными отверстиями при числе отверстий более трех не рекомендуется ввиду значительного уменьшения предельных отклонений.

Нормирование расстояний между осями отверстий по хордам [11, 18] не гарантирует взаимозаменяемости деталей. В рабочих чертежах следует нормировать центральные углы, а метод хорд может применяться для косвенного контроля центральных углов при условии обработки результатов измерения по специальной методике [12, 13].

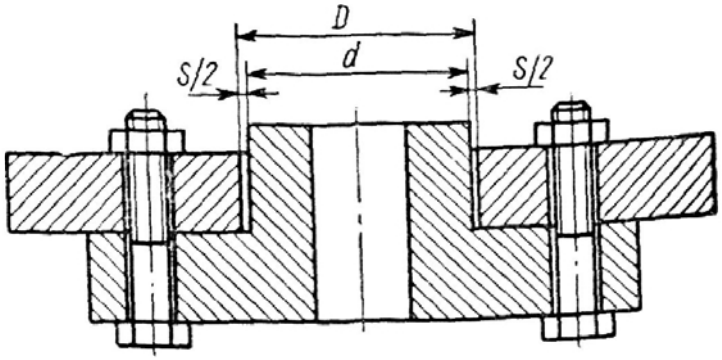


Рис. 2.25

14. В тех случаях, когда в одну сборочную группу с отверстиями под крепежные детали входит центрирующий элемент (отверстие, выступ и т. п. — рис. 2.25), для него назначают отдельный позиционный допуск T_o, который для каждой из соединяемых деталей рассчитывается по формуле

$$T_o = 0{,}5 K_o S_{o\,min}, \quad (2.33)$$

где T_o — позиционный допуск центрирующего элемента в диаметральном выражении (удвоенное предельное отклонение его оси от центра окружности центров или оси симметрии группы отверстий под крепежные детали); $S_{o\,min}$ — наименьший предельный зазор между центрирующими элементами соединяемых деталей, равный

$$S_{o\,min} = D_{o\,min} - d_{o\,max}, \quad (2.34)$$

где $D_{o\,min}$ — наименьший предельный диаметр центрирующего отверстия; $d_{o\,max}$ — наибольший предельный диаметр центрирующего выступа; K_o — коэффициент использования зазора $S_{o\,min}$ для компенсации позиционного откло-

нения оси центрирующего элемента ($0 \leqslant K \leqslant 1$); если требования к детали ограничиваются только собираемостью, то $K_0 = 1$.

При необходимости нормировать или контролировать отклонение оси центрирующего элемента относительно оси окружности центров отверстий под крепежные детали или относительно оси симметрии группы отверстий, расположенных на прямых линиях, их значение Δ_0 определяется по формуле

$$\Delta_0 = 0{,}5T_0 = 0{,}25K_0S_{0\,\min}. \qquad (2.35)$$

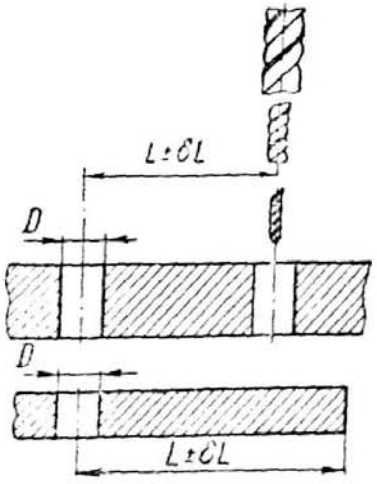
Допуски расположения центрирующих элементов, соединяющихся по посадке с зазором, рекомендуется назначать зависимыми.

Если $S_{0\,\min} = 0$ (например, центрирование по скользящей посадке) или $K_0 = 0$ (гарантированный зазор является функциональным параметром и не может быть использован для компенсации позиционного отклонения центрирующего элемента), то центрирующий элемент должен быть принят в качестве базы при назначении допусков расположения осей отверстий под крепежные детали.

15. При назначении допусков (отклонений) расположения осей отверстий под крепежные детали рекомендуется согласовывать их с данными табл. 2.54 и 2.55.

16. Приведенные в данном справочнике расчетные формулы и допуски (отклонения) расположения осей по табл. 2.49—2.52 соответствуют методу расчета на максимум-минимум. Примером расчета допусков вероятностным методом (который может быть эффективен в условиях крупносерийного и массового производства, при малых гарантированных зазорах или при расчете независимых допусков) являются нормативные материалы, разработанные в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении и некоторые данные работы [11].

2.54. Экономические и возможные отклонения расстояний между осями отверстий и от плоскости до оси



Способ получения отверстий	Номинальные размеры	Точность исполнения δL, мм	
		экономическая	возможная
Свободное сверление по разметке	Диаметр сверла, мм		
	До 3	±0,5	±0,20
	Св. 3 до 6	±0,6	±0,25
	» 6 » 10	±0,8	±0,30
	» 10 » 18	±1,0	±0,35
	» 18 » 30	±1,2	±0,40
	» 30 » 50	±1,6	±0,45
	» 50	±2,0	±0,50

Продолжение табл. 2.54

Способ получения отверстий	Номинальные размеры	Точность исполнения δL, мм	
		экономическая	возможная
Сверление и развертывание по кондуктору	Диаметр сверла, мм До 3 Св. 3 до 6 » 6 » 10 » 10 » 18 » 18 » 30 » 30 » 50 » 50	 ±0,05 ±0,06 ±0,07 ±0,08 ±0,09 ±0,10 ±0,12	 ±0,05 ±0,06 ±0,07 ±0,08 ±0,09 ±0,10 ±0,12
Растачивание на токарном станке при установке на угольниках	—	±0,3	±0,1
Растачивание на расточном станке	Установка по разметке	±1,0	±1,0
	Установка по штангенциркулю при L, мм До 300 Св. 300 до 600 » 600 » 1000	 ±0,1 ±0,3 ±0,5	 ±0,1 ±0,3 ±0,5
	Установка по концевым мерам при $L \leqslant 300$ мм	±0,03	±0,03
Растачивание на координатно-расточном станке	—	±0,02	±0,01
Сверление отверстий во фланцах на фрезерном станке с делительной головкой	—	±0,5	±0,3
Растачивание отверстий во фланцах на фрезерном станке с делительной головкой	—	±0,2	±0,1
Планетарное шлифование	—	±0,1	±0,05
Холодная штамповка плоских деталей	Толщина материала, мм, при $L \leqslant 50$ мм До 1 Св. 1 до 2 » 2 » 4 » 4 » 6	 ±0,10 ±0,12 ±0,15 ±0,20	 ±0,03 ±0,04 ±0,06 ±0,08
	Толщина материала, мм, при $50 < L \leqslant 150$ мм До 1 Св. 1 до 2 » 2 » 4 » 4 » 6	 ±0,15 ±0,20 ±0,25 ±0,30	 ±0,05 ±0,06 ±0,08 ±0,10

Продолжение табл. 2.54

Способ получения отверстий		Номинальные размеры	Точность исполнения δL, мм	
			экономическая	возможная
Холодная штамповка плоских деталей		Толщина материала, мм, при $150 < L < 300$ мм До 1 Св. 1 до 2 » 2 » 4 » 4 » 6	 ±0,20 ±0,30 ±0,35 ±0,40	 ±0,08 ±0,10 ±0,12 ±0,15
Прессование деталей из пластмасс			Отклонения от размера L, %	
	Карболит	—	±0,2% (но ⩾ ±0,2 мм)	±0,15% (но ⩾ ±0,15 мм)
	Текстолит	—	±0,2% (но ⩾ ±0,2 мм)	±0,1% (но ⩾ ±0,1 мм)
	Волокнит	—	±0,2% (но ⩾ ±0,2 мм)	±0,1% (но ⩾ ±0,1 мм)

2.55. Позиционные отклонения группы отверстий под крепежные детали относительно центрирующего элемента [19]

Способ получения отверстий			Δ_O, мм не менее
Сверление по кондуктору	высокой точности с расположением фиксатора и втулок в одной плоскости		0,04
	повышенной точности		0,06
	обычной точности		0,1
Вырубание на штампах	совмещенных		0,03—0,1
	последовательных	с ловителем	0,1—0,2
		без ловителя	0,2
Точное литье (в металлические формы, по выплавляемым моделям). Прессование пластмасс	при расположении связанных элементов в одной части формы		0,1
	при расположении связанных элементов в двух частях формы		0,2

СХЕМЫ ПРОСТАНОВКИ РАЗМЕРОВ И ДОПУСКОВ (ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ) РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСЕЙ

Указание размеров и допусков (предельных отклонений), определяющих расположение осей отверстий под крепежные детали, в зависимости от вида расположения отверстий и от способа нормирования точности расположения осей рекомендуется производить в соответствии со схемами, приведенными в табл. 2.56 и 2.57. При этом необходимо учитывать следующие общие положения.

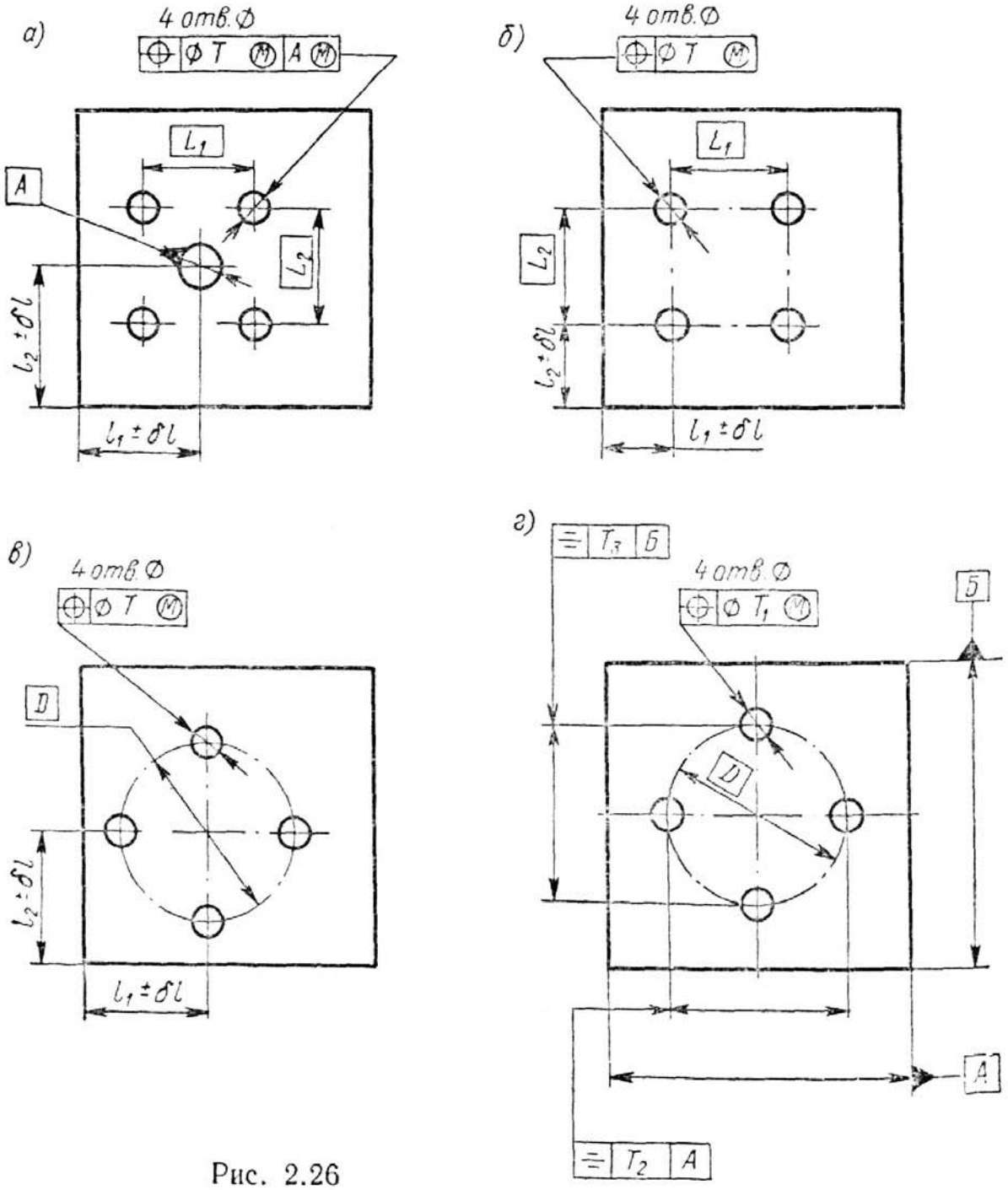
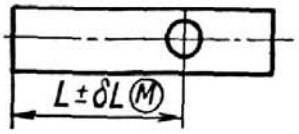
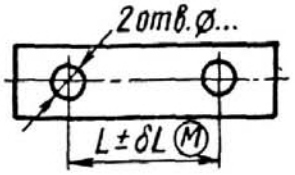
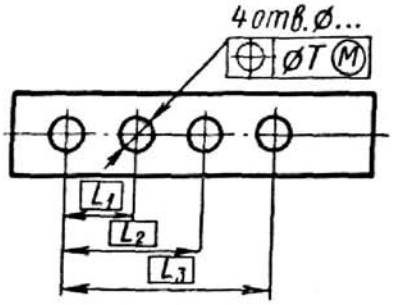
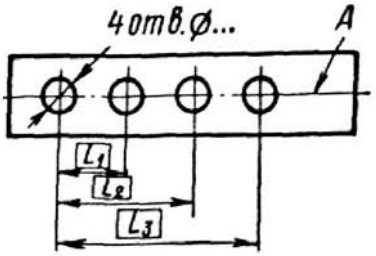
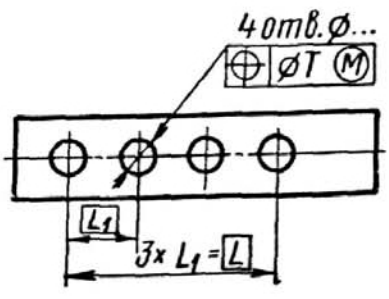
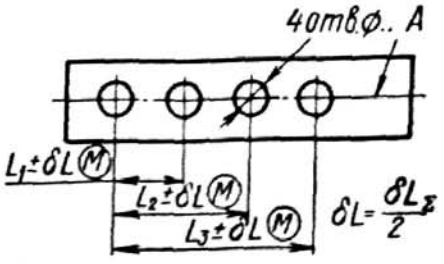


Рис. 2.26

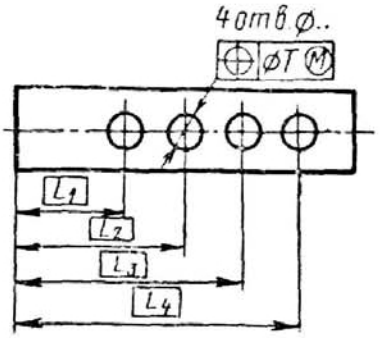
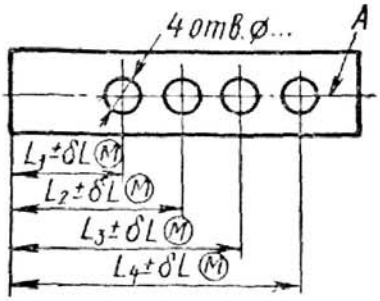
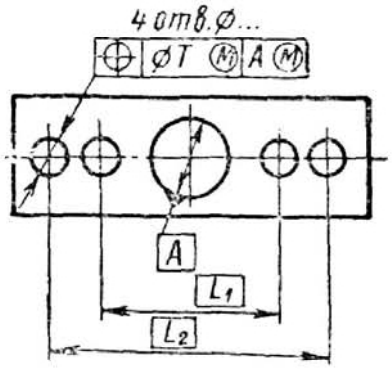
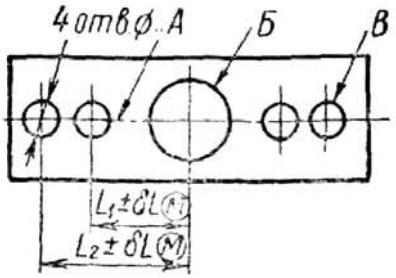
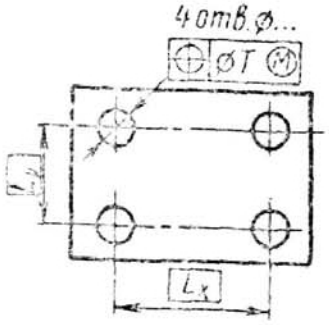
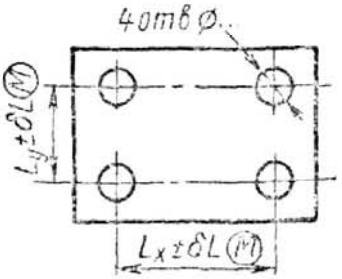
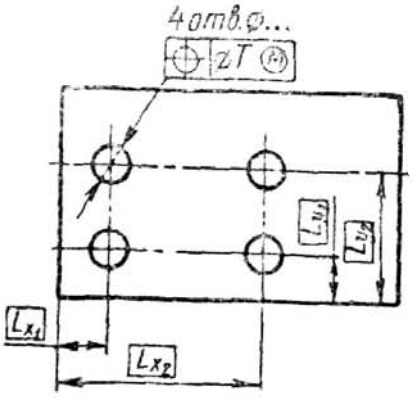
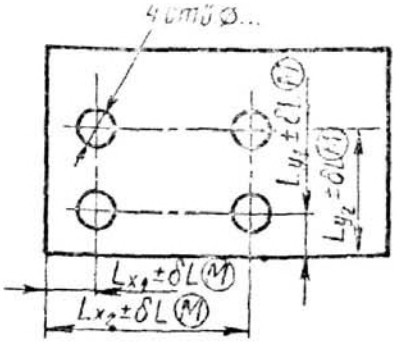
1. Схемы в табл. 2.56 и 2.57 определяют координацию и точность расположения элементов в пределах одной сборочной группы. Расположение сборочной группы в целом относительно других элементов детали (контура, боковых кромок, других сборочных групп отверстий на данной детали и т. п.) нормируется предельными отклонениями размеров, координирующих группу. Размеры, координирующие группу в целом, указывают от соответствующих элементов детали различными способами (рис. 2.26):

до базы данной группы (если имеется сборочная база) — рис. 2.26, *а*;

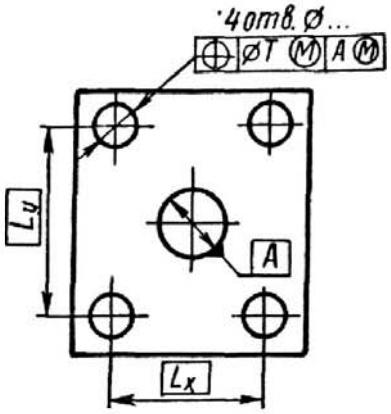
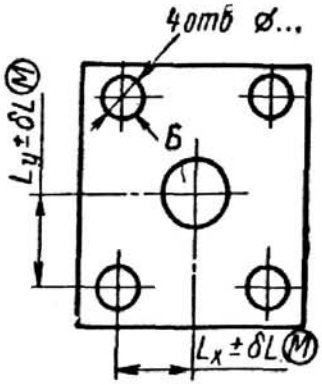
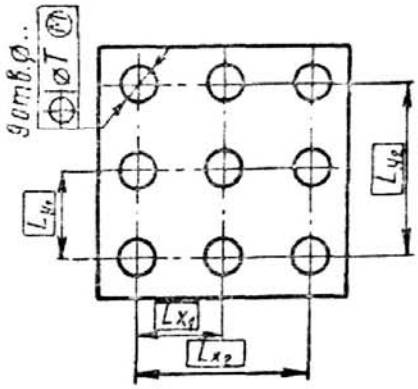
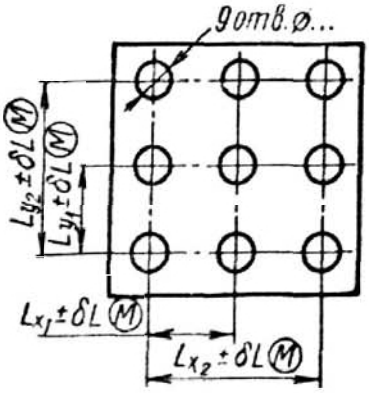
2.56. Схемы простановки размеров и допусков (предельных отклонений), определяющих расположение осей отверстий под крепежные детали в прямоугольных координатах (по СТ СЭВ 368—76 и ГОСТ 2.307—68)

Вид расположения (по табл. 2.46)	Схема простановки размеров и допусков	
	при нормировании позиционных допусков (смещения от номинального расположения)	при нормировании предельных отклонений координирующих размеров
I	Не рекомендуется	
II	Не рекомендуется	
III		*Вариант 1*  Отклонение между осями двух любых отв. не более $\pm\delta L_{\Sigma}$ (допуск зависимый) Отклонение осей отв. от плоскости *A* не более δ_y (допуск зависимый)
		*Вариант 2*  **Отклонение осей отв. от плоскости *A* не более *δy* (допуск зависимый)**

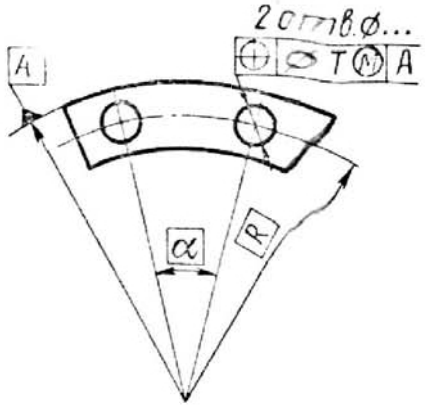
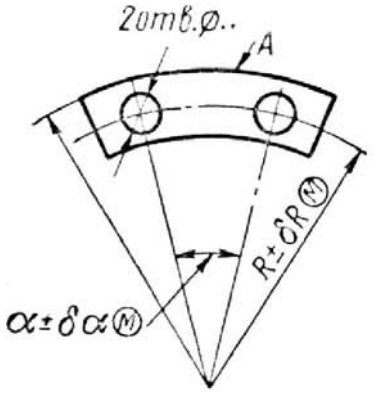
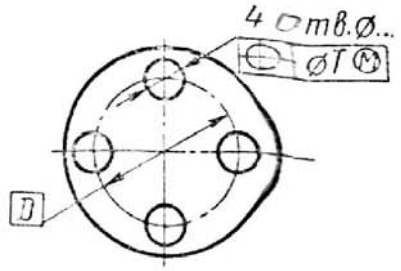
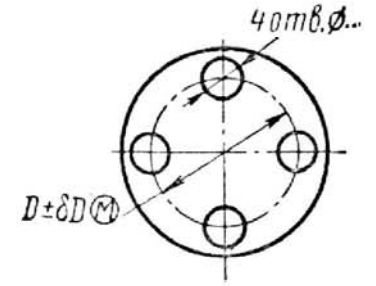
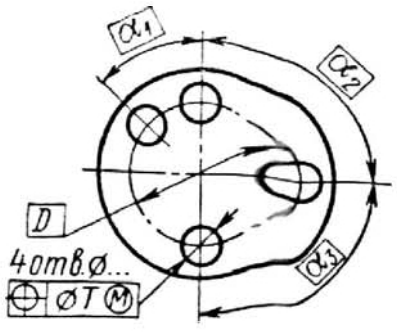
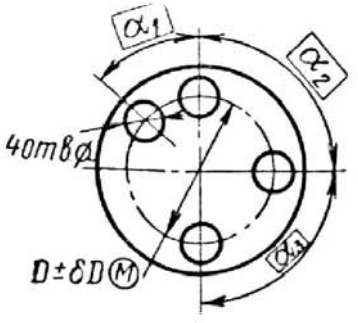
Продолжение табл. 2.56

Вид расположения (по табл. 2.46)	Схема простановки размеров и допусков	
	при нормировании позиционных допусков (смещения от номинального расположения)	при нормировании предельных отклонений координирующих размеров
IV		 Отклонение осей отв. от плоскости A не более δ_y (допуск зависимый)
		 Отклонение осей отв. B от плоскости A, проходящей через ось отв. $Б$ не более δ_y (допуск зависимый)
V		 Отклонение по диагонали между осями отв. не более $\pm\delta L_d$ (допуск зависимый)
VI		

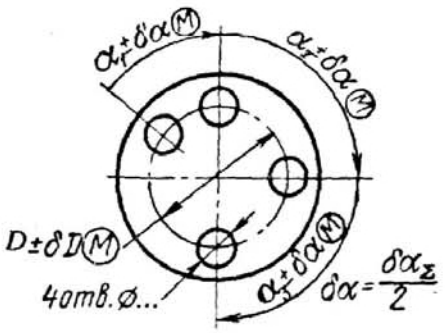
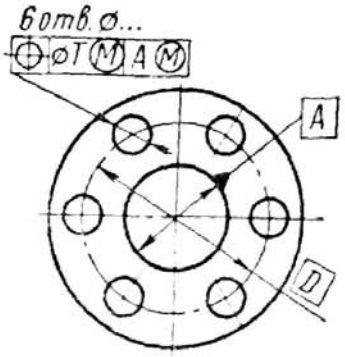
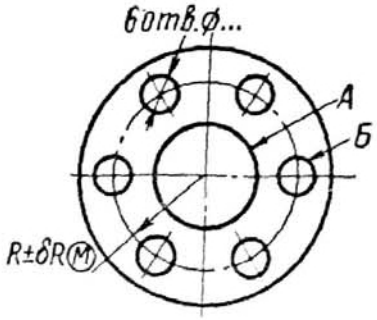
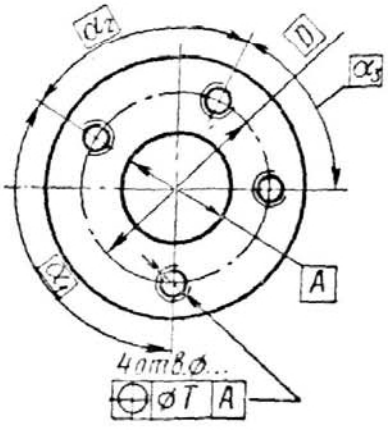
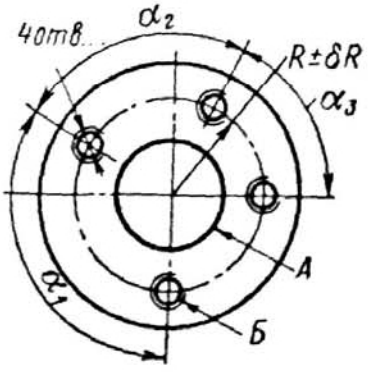
Продолжение табл. 2.56

Вид расположения (по табл. 2.46)	Схема простановки размеров и допусков	
	при нормировании позиционных допусков (смещения от номинального расположения)	при нормировании предельных отклонений координирующих размеров
VI		
VII		 Отклонение размера по диагонали между осями двух любых отв. не более $\pm\delta L_d$ (допуск зависимый)

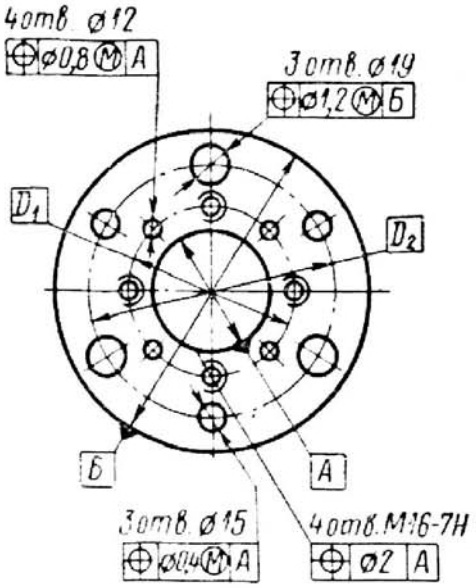
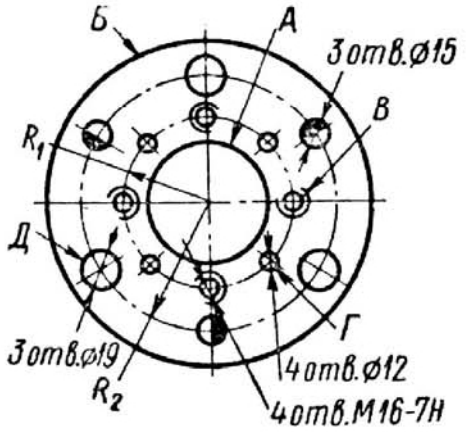
2.57. Схемы простановки размеров и допусков (предельных отклонений), определяющих расположение осей отверстий под крепежные детали в полярных координатах (по СТ СЭВ 368—76 и ГОСТ 2.307—68)

Вид расположения (по табл. 2.46)	Схема простановки размеров и допусков	
	при нормировании позиционных допусков (смещения от номинального расположения)	при нормировании предельных отклонений координирующих размеров
VIII		 База для центрального угла и радиуса — поверхн. *A*
IX	 Примечание. При равномерном расположении осей отверстий по окружности угловые размеры не проставляются	 Отклонение центрального угла между осями двух любых отв. не более $\pm\delta\alpha_\Sigma$ (допуск зависимый)
		*Вариант 1*  Отклонение центрального угла между осями двух любых отв. не более $\pm\delta\alpha_\Sigma$ (допуск зависимый)

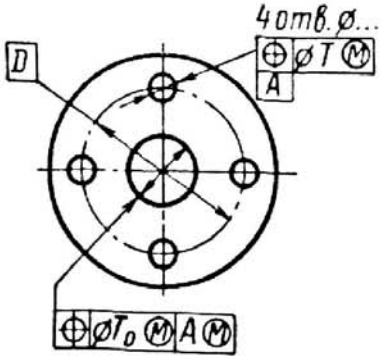
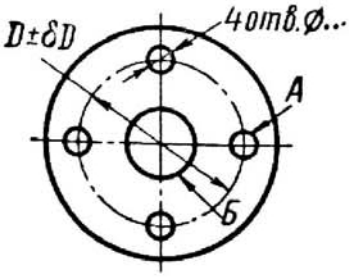
Продолжение табл. 2.57

Вид расположения (по табл. 2.46)	Схема простановки размеров и допусков	
	при нормировании позиционных допусков (смещения от номинального расположения)	при нормировании предельных отклонений координирующих размеров
IX		*Вариант 2* 
X	 	 Отклонение центрального угла между осями двух любых отв. *Б* не более $\pm\delta\alpha_\Sigma$ (допуск зависимый). База для центральных углов и радиуса — поверхн. *А*
	 	 Отклонение центрального угла между осями двух любых отв. *Б* не более $\pm\delta\alpha_\Sigma$. База для центральных углов и радиуса — поверхн. *А*

Продолжение табл. 2.57

Вид расположения (по табл. 2.46)	Схема простановки размеров и допусков	
	при нормировании позиционных допусков (смещения от номинального расположения)	при нормировании предельных отклонений координирующих размеров
X		

Обозначение отверстий	Радиус окружности центров: Обозначение	Радиус окружности центров: Размер, мм	Предельное отклонение центрального угла между осями двух любых отверстий	База для центральных углов и радиуса
В	R_1	50 ±0,70	1° 41′	А
Г	R_1	50 ±0,28 Ⓜ	40′ Ⓜ	А
Д	R_2	80 ±0,4 Ⓜ	35′ Ⓜ	Б
◑	R_2	80 ±0,14 Ⓜ	12′ Ⓜ	А

XI		 Отклонение центрального угла между осями двух любых отв. *А* не более $\pm\delta\alpha_\Sigma$ (допуск зависимый). Отклонение размера между осью отв. *Б* и осью каждого отв. *А* не более $\pm\delta R_0$ (допуск зависимый).

до одного из элементов (оси одного из отверстий) нормируемой группы (рис. 2.26, *б*);

до оси или плоскости симметрии данной группы (рис. 2.26, *в*).

Предельные отклонения размеров, координирующих группу в целом, указывают непосредственно у размеров или оговаривают в общей записи о неуказанных предельных отклонениях размеров (отклонения, как правило, назначают симметричными). В тех случаях, когда группа должна быть расположена симметрично относительно других элементов детали (например, контура), не входящих в данную сборочную группу, должен быть задан отдельный допуск симметричности группы (рис. 2.26, *г*). Если стандартизованы неуказанные допуски симметричности (см. п. 2.3), то они распространяются и на этот случай.

Обычно требования к точности расположения группы в целом меньше, чем для элементов в пределах этой группы.

2. Координирующие размеры для осей отверстий, входящих в одну сборочную группу, должны указываться от координатных начал, совмещенных с одной или несколькими осями отверстий данной группы. Если за начало отсчета координирующих размеров принять поверхности, не входящие в данную сборочную группу (например, боковую кромку детали для вида расположения III в табл.2.46), то это приведет к неоправданному ужесточению допусков, усложнению изготовления и контроля.

3. Простановка координирующих размеров зависит от способа нормирования допусков расположения осей отверстий.

При нормировании позиционных допусков (смещения осей от номинального расположения):

для отверстий, расположенных на прямых линиях или на окружности, размеры вдоль ряда или центральные углы допускается указывать «лесенкой» или «цепочкой»; второй способ удобен при большом числе равномерно расположенных (с одинаковым шагом) отверстий;

если в одной сборочной группе отверстий имеется базовый элемент и базой является плоскость или несимметрично расположенное отверстие (выступ), то размеры, координирующие оси отверстий, проставляются от этой базы;

если базой является элемент, расположенный симметрично по отношению к группе отверстий, то задаются лишь координирующие размеры, определяющие взаимное расположение осей отверстий в группе, а отверстия связывают с базой путем указания позиционного допуска относительно базы;

при расположении отверстий на окружности и центральном базовом элементе на чертеже указывают диаметр окружности центров.

Указание позиционных допусков в чертежах производится по ГОСТ 2.308—79 (до 1980 г. указывались предельные смещения осей от номинального расположения по ГОСТ 2.308—68).

4. При нормировании предельных отклонений координирующих размеров:

для отверстий, расположенных на прямых линиях или окружности, предпочтительно назначать отклонения размера или центрального угла между осями двух любых отверстий; в этом случае номинальные координирующие размеры допустимо указывать как «лесенкой», так и «цепочкой»; этот способ позволяет увеличить допуск на изготовление и особенно целесообразен для симметричных групп отверстий, когда на детали нельзя однозначно определить элемент, служащий началом отсчета координирующих размеров;

при назначении предельных отклонений непосредственно для координирующих размеров, указанных на чертеже, эти размеры должны указываться только «лесенкой» (при числе отверстий более трех);

для отверстий, расположенных на прямых линиях, при наличии симметричной (центральной) базы размеры, координирующие оси отверстий, с соответствующими предельными отклонениями задают от оси центрального базового элемента (см. табл. 2.56, тип расположения IV);

для отверстий, расположенных на окружности, при наличии центрального базового элемента указывают радиус окружности центров, а в технических

требованиях дают ссылку на базовый элемент в качестве базы для отсчета радиуса и центральных углов между осями (см. табл. 2.57, типы расположения IX и X).

Предельные отклонения размеров, координирующие оси, указываются в соответствии с ГОСТ 2.307—68.

2.5. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

ШЕРОХОВАТОСТЬ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ

Реальные поверхности, полученные обработкой на металлорежущих станках или иным путем (обработкой давлением, литьем и др.), изборождены рядом чередующихся выступов и впадин разной высоты и формы и сравнительно малых размеров по высоте и шагу. Эти выступы и впадины образуют неровности поверхности (микронеровности). Под *шероховатостью* поверхности понимается совокупность микронеровностей с относительно малыми шагами. Шероховатость поверхности в сочетании с другими ее характеристиками (цветом поверхности, степенью отражательной способности), а также с физическими свойствами поверхностного слоя материала детали (степенью упрочнения и глубиной упрочненного слоя, остаточными напряжениями обработки и др.) определяют состояние поверхности и является наряду с точностью формы одной из основных геометрических характеристик ее качества.

Шероховатость поверхности играет большую роль в подвижных соединениях деталей, в значительной степени влияя на трение и износ трущихся поверхностей подшипников, направляющих, ползунов и т. п. При недостаточно гладких трущихся поверхностях соприкосновение между ними происходит в отдельных точках при повышенном удельном давлении, вследствие чего смазка выдавливается, нарушается непрерывность масляной пленки и создаются условия для возникновения полусухого и даже сухого трения. Эти обстоятельства особенно важны для подшипников современных быстроходных и точных машин и приборов, в которых нельзя допустить больших зазоров и жидкостное трение должно быть обеспечено при весьма тонких масляных пленках.

Уменьшение шероховатости поверхности вносит большую определенность в характер соединения деталей. Зазор или натяг, который можно определить по результатам измерения деталей соединения, отличается от эффективного зазора или натяга, имеющего место при сборке и в процессе эксплуатации. Эффективный натяг уменьшается, а эффективный зазор увеличивается тем в большей степени, чем бо́льшую шероховатость имеют сопрягаемые поверхности.

Прочность деталей также зависит от шероховатости поверхности. Разрушение детали, особенно при переменных нагрузках, в большой степени объясняется концентрацией напряжений, являющихся следствием имеющихся неровностей. Чем «чище» поверхность, тем меньше возможность возникновения поверхностных трещин от усталости металла. Чистовая отделка деталей (доводка, полирование и т. п.) значительно повышает их усталостную прочность.

Уменьшение шероховатости поверхности существенно улучшает антикоррозионную стойкость деталей. Это особенно важно в том случае, когда для поверхностей не могут быть использованы защитные покрытия (поверхности цилиндров двигателей и др.).

Шероховатость поверхности связана также и с рядом других важных функциональных показателей изделий, таких как плотность и герметичность соединений, отражательная способность поверхности, контактная жесткость поверхности, прочность сцепления при притирании и склеивании, качество гальванических и лакокрасочных покрытий. Шероховатость поверхности влияет на точность измерения деталей [9]. Во многих случаях ее необходимо нормировать для придания красивого внешнего вида, для удобства содержания поверхностей в чистоте и т. п.

ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Способы нормирования шероховатости поверхности установлены в ГОСТ 2789—73 и распространяются на поверхности изделий, изготовленных из любых материалов и любыми методами, кроме ворсистых поверхностей. Требования к ворсистым поверхностям, которые получаются, например, при обработке древесины, войлока, фетра, должны устанавливаться в отдельных нормативно-технических документах.

Шероховатость поверхности оценивается по неровностям профиля (рис. 2.27), получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью (чаще всего в нормальном сечении). Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонения формы и волнистости) ее рас-

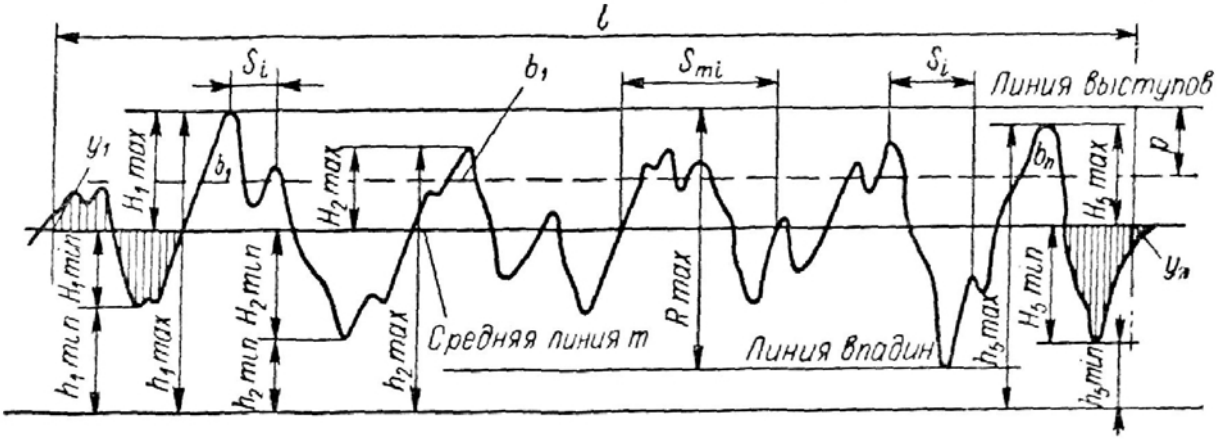


Рис. 2.27

сматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется *базовой длиной l*. Базой для отсчета отклонений профиля является *средняя линия профиля* — линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение измеряемого профиля до этой линии было минимальным.

Параметры, установленные в ГОСТ 2789—73 для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей, приведены в табл. 2.58. Требования к шероховатости поверхности устанавливаются указанием числового значения (предельного значения, соответствующего наиболее грубой допускаемой шероховатости, двух предельных значений, определяющих диапазон допускаемой шероховатости, или номинального значения параметра с предельными отклонениями от него) нормируемого параметра шероховатости (или нескольких параметров) и базовой длины. Числовые значения параметров шероховатости и базовых длин при нормировании должны выбираться по табл. 2.59.

В ответственных случаях, когда это необходимо по условиям работы детали и соединения, конструктор должен устанавливать дополнительные требования к *направлению неровностей обработки*, под которым понимается условный рисунок, образованный нормальными проекциями наивысших и наинизших точек неровностей на среднюю поверхность. Стандартизованные типы направлений неровностей приведены в табл. 2.60. В чертежах требования к шероховатости поверхностей устанаваливаются с помощью условных обозначений по ГОСТ 2.309—73, основные элементы которых приведены в табл. 2.61.

Нормы шероховатости, указанные в чертеже, в общем случае относятся к любому направлению нормального сечения, в котором значение параметра шероховатости наибольшее. Если измерение шероховатости должно производиться в одном определенном направлении, то его указывают на чертеже по примеру, приведенному на рис. 2.28.

Поверхности, которые не подлежат обработке по данному чертежу и должны сохраняться в состоянии поставки заготовки (полуфабриката), обозначаются

2.58. Параметры для нормирования шероховатости поверхности (по ГОСТ 2789—73) — рис. 2.27

Наименование параметра и условное обозначение	Определение	Формула
Среднее арифметическое отклонение профиля Ra	Среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины. Отклонение профиля y — расстояние от точек профиля до средней линии, измеренное по нормали к ней	$Ra = \frac{1}{l}\int_0^l \lvert y(x)\rvert\, dx$ или приближенно $Ra = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \lvert y_i\rvert$
Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz	Сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших максимумов и пяти наибольших минимумов, находящихся в пределах базовой длины. Примечание. Для случая, когда номинальным профилем является прямая, Rz — среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины высшими точками пяти наиболее высоких выступов и низшими точками пяти наиболее глубоких впадин	$Rz = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5} \lvert H_{i\,\max}\rvert + \sum_{i=1}^{5} \lvert H_{i\,\min}\rvert\right)$, где $H_{i\,\max}$ и $H_{i\,\min}$ определяются относительно средней линии. $Rz = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5} h_{i\,\max} - \sum_{i=1}^{5} h_{i\,\min}\right)$, где $h_{i\,\max}$ и $h_{i\,\min}$ определяются относительно произвольной прямой, параллельной средней линии и не пересекающей профиль
Наибольшая высота неровностей профиля R_{max}	Расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой длины. Линией выступов (впадин) профиля является линия, эквидистантная средней линии и проходящая через высшую (низшую) точку профиля в пределах базовой длины	—
Средний шаг неровностей профиля Sm	Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины. Шаг неровностей S_{mi} — отрезок средней линии, заключенный между точками пересечения смежных выступа и впадины профиля со средней линией	$Sm = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S_{mi}$

Продолжение табл. 2.58

Наименование параметра и условное обозначение	Определение	Формула
Средний шаг неровностей профиля по вершинам S	Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины. Шаг неровностей по вершинам S_i — длина отрезка средней линии, заключенного между проекциями на нее наивысших точек двух соседних местных выступов профиля	$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} S_i$
Относительная опорная длина профиля tp	Отношение суммы длин отрезков b_i, отсекаемых в пределах базовой длины в материале детали линией, эквидистантной средней линии и расположенной на заданном расстоянии от линии выступов профиля (уровне сечения p), к базовой длине. Примечание. Уровень сечения p обычно выражают в % от R_{max}	$tp = \left(\frac{1}{l} \sum_{i=1}^{n} b_i \right) 100\%$

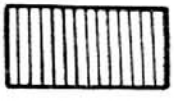
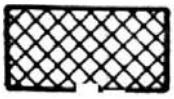
2.59. Числовые значения параметров шероховатости и базовой длины (по ГОСТ 2789—73)

Высотные параметры, мкм							
Rz, *R*max		*Ra*, *Rz*, *R*max				*Ra*	
—	1000	[100]	10,0	1,00	[0,100]	—	0,010
—	800	80	8,0	[0,80]	0,080	—	0,008
—	630	63	[6,3]	0,63	0,063	—	—
—	500	[50]	5,0	0,50	[0,050]	—	—
—	[400]	40	4,0	[0,40]	0,040	—	—
—	320	32	[3,2]	0,32	0,032	—	—
—	250	[25]	2,5	0,25	[0,025]	—	—
—	[200]	20	2,0	[0,20]	—	0,020	—
1600	160	16	[1,6]	0,16	—	0,016	—
1250	125	[12,5]	1,25	0,125	—	[0,012]	—

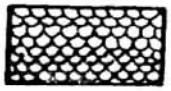
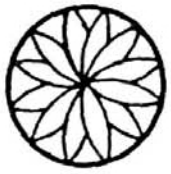
Продолжение табл. 2.59

Шаговые параметры Sm и S, мм				
—	10,0	1,00	0,100	0,010
—	8,0	0,80	0,080	0,008
—	6,3	0,63	0,063	0,006
—	5,0	0,50	0,050	0,005
—	4,0	0,40	0,040	0,004
—	3,2	0,32	0,032	0,003
—	2,5	0,25	0,025	0,002
—	2,0	0,20	0,020	—
—	1,6	0,16	0,016	—
12,5	1,25	0,125	0,0125	—
Относительная опорная длина профиля tp, %				
10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90				
Уровень сечения p, % от Rmax				
5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90				
Базовая длина l, мм				
0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25				
Примечание. Значения, обведенные рамками, являются предпочтительными при нормировании параметра Ra [10].				

2.60. Типы направления неровностей

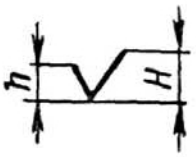
Направление неровностей по ГОСТ 2789—73	Схематическое изображение неровностей	Условное обозначение по ГОСТ 2.309—73
Параллельное (параллельно линии, изображающей на чертеже нормируемую поверхность)		
Перпендикулярное (перпендикулярно линии, изображающей нормируемую поверхность)		
Перекрещивающееся (перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей нормируемую поверхность)		

Продолжение табл. 2.60

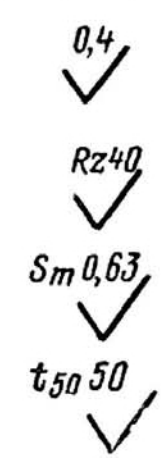
Направление неровностей по ГОСТ 2789—73	Схематическое изображение неровностей	Условное обозначение по ГОСТ 2.309—73
Произвольное (различные направления по отношению к линии, изображающей нормируемую поверхность)		M
Кругообразное (приблизительно кругообразно по отношению к центру нормируемой поверхности)		C
Радиальное (приблизительно радиально по отношению к центру нормируемой поверхности)		R

Примечание. Высота знака условного обозначения направления неровностей должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел.

2.61. Обозначение шероховатости поверхности (по ГОСТ 2.309—73)

Элемент обозначения	Графическое изображение	Пояснение
Знак, применяемый для обозначения шероховатости на чертеже		Основной знак, соответствующий обычному условию нормирования шероховатости, когда метод образования поверхности чертежом не регламентируется
		Знак, соответствующий конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована удалением слоя материала, например, точением, шлифованием, полированием, травлением и т. п. (конкретный вид обработки может и не указываться)
		Знак, соответствующий конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована без удаления поверхностного слоя материала, например, литьем, штамповкой, прессованием (конкретный вид образования поверхности может и не указываться)

Продолжение табл. 2.61

Элемент обозначения	Графическое изображение	Пояснение
Указание нормируемого параметра шероховатости		Если буквенное обозначение параметра не указано, то числовое значение относится к параметру *Ra*
		Буквенные обозначения параметров *Rz*, *R*max, *Sm*, *S* и *tp* указывают перед их числовыми значениями
Размерность числовых значений параметров шероховатости в условном обозначении	—	Значения параметров *Ra*, *Rz* и R_{max} указывают в мкм, значения параметров *Sm* и *S* — в мм, значения параметра *tp* — в %, значения уровня сечения *p* для параметра *tp* — в % от *R*max
Способ нормирования числовых значений параметров шероховатости		Указано числовое значение параметра, соответствующее наиболее грубой допускаемой шероховатости, т. е. наибольшему предельному значению для параметров *Ra*, *Rz*, *R*max, *Sm*, *S* и наименьшему предельному значению параметра *tp*. Наиболее распространенный способ применительно к деталям машин и приборов
		Указаны числовые значения, соответствующие наибольшему и наименьшему предельным значениям нормируемого параметра. Значение, указываемое сверху, соответствует наиболее грубой допускаемой шероховатости. Способ применяется в отдельных случаях, когда для правильного функционирования недопустима и слишком гладкая поверхность
		Указано номинальное значение параметра с предельными отклонениями от него в % от номинального значения. Предельные отклонения выбираются из ряда: 10; 20; 40 и могут быть односторонними (в плюс или в минус) или симметричными (±). Способ применяют в основном для образцов сравнения шероховатости поверхности или для образцовых деталей, служащих тем же целям. В приведенных примерах: а) параметр *Ra* должен быть в пределах 0,8—1,2 мкм; б) параметр *Rz* должен быть в пределах 72—80 мкм; в) параметр *tp* при уровне сечения профиля 50% должен быть в пределах 56—84%

Продолжение табл. 2.61

Элемент обозначения	Графическое изображение	Пояснение
Одновременное нормирование двух и более параметров шероховатости для одной и той же поверхности	0,1 Sm 0,063 0,040 t50 50 70	Числовые значения записывают сверху вниз в следующем порядке: параметр высоты неровностей; параметр шага неровностей; параметр *tp*. В приведенном примере значение параметра *Ra* должно быть не более 0,1 мкм, параметра *Sm* в пределах 0,040—0,063 мм, параметра *tp* при уровне сечения профиля 50% в пределах 50—70%
Дополнительные данные (вносятся лишь при необходимости): базовая длина	Rz 5 / 0,8 0,8 / 0,25	При указании дополнительных данных применяются знаки с полкой. Указывается в тех случаях, если для устанавливаемого значения параметра *Ra* или *Rz* в табл. 2.58 не задана базовая длина или если требуется нормировать значение параметра шероховатости на базовой длине, отличающейся от заданной в табл. 2.58 (значение базовой длины выбирается из табл. 2.59)
направление неровностей	0,1 / =	Указывается с помощью знаков по табл. 2.60 в тех случаях, когда оно влияет на функциональные свойства поверхности
вид обработки поверхности	0,32 Шабрить 0,025 Полировать М	Указывается только в случаях, когда данный вид обработки является единственным, обеспечивающим требуемое качество поверхности. При этом в зависимости от вида обработки применяют либо знак обязательного удаления слоя, либо знак обязательного сохранения поверхностного слоя

Примечание. Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота $H = (1{,}5 \div 3)\,h$.

2.62. Классы и разряды шероховатости поверхности для технической документации, разработанной до 1975 г. (по ГОСТ 2789—73)

Условное обозначение		Наибольшее значение параметра шероховатости, мкм				Базовая длина l, мм
		Ra		*Rz*		
класса шероховатости поверхности	разряда шероховатости поверхности	по классу	по разряду	по классу	по разряду	
▽1	—	—	—	320	—	8,0
▽2	—	—	—	160	—	
▽3	—	—	—	80	—	
▽4	—	—	—	40	—	2,5
▽5	—	—	—	20	—	
▽6	▽6а ▽6б ▽6в	2,5	2,5 2,0 1,6	—	—	0,8
▽7	▽7а ▽7б ▽7в	1,25	1,25 1,00 0,80	—	—	
▽8	▽8а ▽8б ▽8в	0,63	0,63 0,50 0,40	—	—	
▽9	▽9а ▽9б ▽9в	0,32	0,32 0,25 0,20	—	—	0,25
▽10	▽10а ▽10б ▽10в	0,160	0,160 0,125 0,100	—	—	
▽11	▽11а ▽11б ▽11в	0,080	0,080 0,063 0,050	—	—	
▽12	▽12а ▽12б ▽12в	0,040	0,040 0,032 0,025	—	—	
▽13	▽13а ▽13б ▽13в	—	—	0,100	0,100 0,080 0,063	0,08
▽14	▽14а ▽14б ▽14в	—	—	0,050	0,050 0,040 0,032	

знаком $\forall$ без числового значения параметра шероховатости. В технической документации, разработанной до 1975 г., эту же функцию выполнял знак $\sim$. Шероховатость поверхности, обозначенной знаком $\forall$ без числового значения, должна удовлетворять требованиям, установленным в соответствующих стандартах или технических условиях, на которые должна быть сделана ссылка указанием сортамента материала в основной надписи чертежа (это могут быть не только грубые поверхности, но и шлифованные, полированные, имеющие специальные покрытия и т. п.).

Для отдельных поверхностей, обрабатываемых по данному чертежу, ГОСТ 2789—73 допускает не устанавливать требований к шероховатости, если она не оказывает влияние на функционирование поверхности и эксплуатационные показатели изделия. [1]

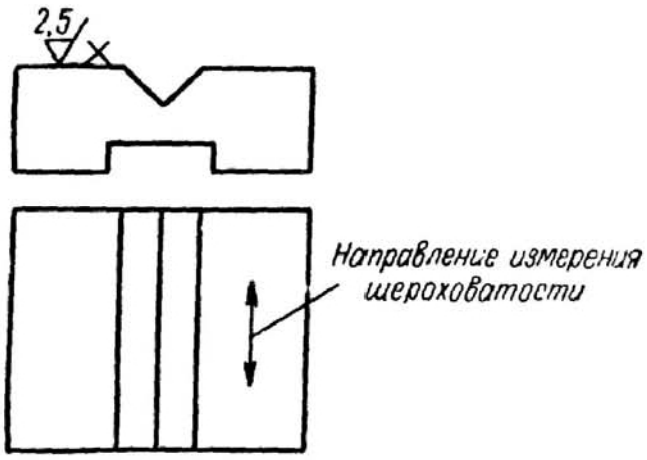


Рис. 2.28

Требования к шероховатости не распространяются на дефекты поверхности (царапины, раковины, забоины и т. п.). Дефекты поверхности, влияющие на работоспособность изделия или его внешний вид, следует регламентировать отдельно путем ограничения их размеров, количества на единицу поверхности, расположения на поверхности и т. п.

До 1980 г. допускается использование технической документации, разработанной до введения ГОСТ 2789—73 и ГОСТ 2.309—73, в которой требования к шероховатости указывались по классам и разрядам шероховатости. Ранее применявшиеся условные обозначения классов и разрядов шероховатости и соответствующие им числовые значения параметров *Ra* или *Rz* приведены в табл. 2.62.

ВЫБОР ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Выбор параметров для нормирования шероховатости должен производиться с учетом назначения и эксплуатационных свойств поверхности. Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр *Ra*, который более представительно, чем *Rz* или *R* max отражает отклонения профиля, поскольку определяется по всем точкам (или достаточно большому числу точек) профиля. Параметром *Ra* нормируется шероховатость образцов сравнения (ГОСТ 9378—75). Он наиболее удобен для измерения профилометрами и получил наибольшее распространение в зарубежной технической документации.

Параметры *Rz* или *R* max нормируют в тех случаях, когда по функциональным требованиям необходимо ограничить полную высоту неровностей профиля или шероховато-рыхлого поверхностного слоя, а также когда прямой контроль параметра *Ra* с помощью профилометров или образцов сравнения не представляется возможным, например, для поверхностей, имеющих малые размеры или сложную конфигурацию (режущие кромки инструментов, детали часовых механизмов или радиотехнических устройств). Для наиболее ответственных поверхностей нормирование одних высотных параметров может оказаться недостаточным для обеспечения требуемых функциональных свойств и должно быть дополнено нормированием шаговых параметров или параметра *tp*. Шаговые параметры *Sm* и *S* существенно влияют на виброустойчивость, прочность при циклических нагрузках, сопротивление в волноводах. Параметр *tp* комплексно характеризует

[1] Авторы не рекомендуют пользоваться этим допущением.

высоту и форму неровностей и позволяет судить о фактической площади контакта шероховатых поверхностей. На рис. 2.29 показаны два профиля, имеющие одинаковые значения высотных и шаговых параметров, но существенно различающиеся формой неровностей и эксплуатационными свойствами. Эти различия проявляются лишь в значениях параметра *tp*. С параметром *tp* связаны такие важные эксплуатационные свойства, как износоустойчивость трущихся поверхностей, контактная жесткость, герметичность соединений.

Дополнительное нормирование направления неровностей (см. табл. 2.60) может быть целесообразным, например, в связи с направлением относительного перемещения трущихся сопряженных поверхностей или с направлением движения струи жидкости или газа относительно поверхности, а также для обеспечения необходимой виброустойчивости и прочности при циклических нагрузках.

Выбор базовой длины. В ГОСТ 2789—73 не предусмотрена обязательная привязка базовых длин к определенным числовым значениям параметров шероховатости, но приведены соотношения между значениями параметров *Ra*, *Rz*, *R*max и базовой длины (табл. 2.63), при соблюдении которых базовые длины не указывают в требованиях к шероховатости. Соотношения по табл. 2.63 отражают стабильную связь между шагами и высотой неровностей для большинства известных технологических процессов, кроме таких новых процессов обработки, как например, лазерная, электрофизическая, ионная обработка. Для других параметров шероховатости (шаговых и *tp*) как правило следует применять те же базовые длины, что и для высотных параметров, нормируемых одновременно с первыми. В отдельных случаях, если это необходимо по функциональным требованиям или с учетом особенностей технологического процесса, конструктор может назначить другое значение базовой длины, выбирая его из стандартного ряда (см. табл. 2.59). При одновременном нормировании нескольких параметров допускается назначать для них разные значения базовой длины.

Выбор базовой длины не следует связывать с размерами нормируемой поверхности. Если эти размеры меньше базовой длины, то параметры шероховатости определяют на всей длине поверхности.

Выбор числовых значений параметров шероховатости. При нормировании параметров *Ra* и *Rz* следует применять в первую очередь предпочтительные значения, указанные в табл. 2.59. Они получили наибольшее применение в международной практике. Им соответствуют номинальные значения шероховатости образцов сравнения по ГОСТ 9378—75.

Выбор числовых значений параметров шероховатости должен производиться в соответствии с условиями работы изделия и требованиями эксплуатации нормируемой поверхности. Следует учитывать и возможности обеспечения заданных требований к шероховатости рациональными методами обработки. Повышение

2.63. Соотношения между значениями параметров *Ra*, *Rz*, *R*max и базовой длины (по ГОСТ 2789—73)

Значение параметров шероховатости, мкм		Базовая длина *l*, мм
Ra	*Rz*, *R*max	
До 0,025	До 0,1	0,08
Св. 0,025 до 0,4	Св. 0,1 до 1,6	0,25
» 0,4 » 3,2	» 1,6 » 12,5	0,8
» 3,2 » 12,5	» 12,5 » 50	2,5
» 12,5 » 100	» 50 » 400	8

этих требований влечет за собой значительное увеличение затрат на обработку [рис. 2.30 и 2.31 (*1* — при $T \leqslant 50$ мкм, *2* — при $T > 50$ мкм)], которое может быть оправдано, если будет компенсировано повышением качества изделия. Применение слишком высоких требований к шероховатости поверхности может оказаться не только нерентабельным, но и недопустимым. Например, в подшипниках скольжения при слишком гладких сопрягаемых поверхностях может возникнуть явление «схватывания», при котором частицы металла отрываются от трущихся поверхностей, ускоряя износ. Как правило, оптимальная исходная шероховатость подобных поверхностей должна быть близкой к получающейся в процессе приработки [18]. Определенная степень шероховатости поверхности необходима так-

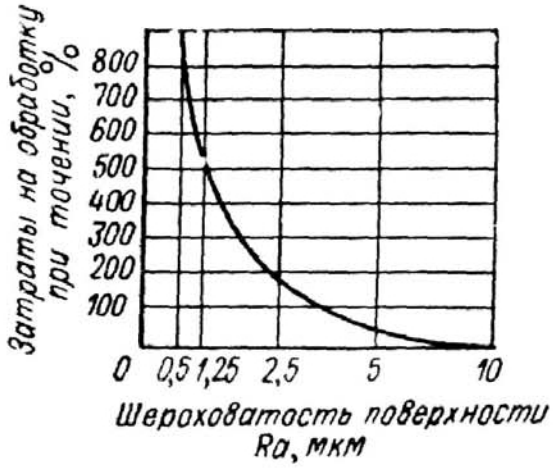


Рис. 2.30

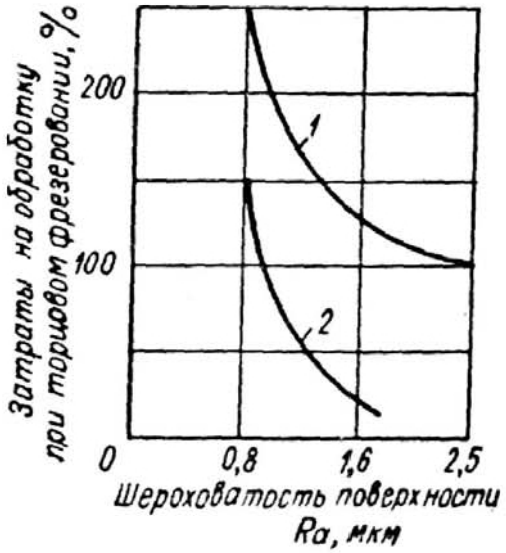


Рис. 2.31

же для деталей в соединениях с натягом, собираемых нагреванием отверстия или охлаждением вала. В таких случаях следует задавать наибольшее и наименьшее значения параметров шероховатости. Данные о шероховатости поверхности, характеризующие различные способы обработки, приведены в табл. 2.64—2.66.

Определенные ограничения шероховатости связаны с допуском размера и формы нормируемой поверхности. Однозначной связи между этими параметрами нет. При относительно низких требованиях к точности размера и формы могут предъявляться жесткие требования к шероховатости поверхности. Однако шероховатость поверхности в процессе сборки и эксплуатации изделия может привести к дополнительным отклонениям размера и формы (в результате смятия и сглаживания микронеровностей при запрессовке и под действием нагрузок или в результата износа в процессе приработки подвижных соединений). Поэтому для каждого допуска размера и формы можно установить минимальные требования к шероховатости поверхности в виде наиболее грубого предела допускаемых значений высотных параметров шероховатости [16]. В табл. 2.67 приведены наибольшие допускаемые значения параметра Ra в зависимости от допуска размера и формы, установленные из следующих исходных условий:

при допуске формы 60% от допуска размера $T_р$

$$Ra \leqslant 0{,}05T_р; \tag{2.36}$$

при допуске формы 40% от допуска размера $T_р$

$$Ra \leqslant 0{,}025T_р; \tag{2.37}$$

при допуске формы 25% от допуска размера $T_р$

$$Ra \leqslant 0{,}012T_р. \tag{2.38}$$

Соотношения между допусками размера и формы, принятые для формул (2.36)—(2.38), соответствуют относительной геометрической точности Н, П и В по табл. 2.19.

2.64. Шероховатость поверхности и квалитеты (классы точности) литых заготовок деталей [19, 22, 25]

Вид литья	Материал	Размеры заготовок, мм	Значение параметра Ra, мкм, не более		Квалитеты, классы точности		
			Возможные	Оптимальные	Высокая точность	Нормальная точность	Низкая точность
В песчаные формы (в землю)	Черные металлы	—	(25)—160	100	16; 17 (1); (2); 3-й классы точности по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55		
	Цветные сплавы	От 1 до 1000 Св. 1000 до 2500	(12,5)—50		(12)—14 14; 15	15 15; 16	16 16; 17
В кокиль	Черные металлы	—	(6,3)—25	25	14—16 (1); 2-й классы точности по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55		
	Цветные сплавы	От 1 до 180 Св. 180 до 1000	(3,2)—12,5		(11); 12 12—14	14 14; 15	14; 15 15; 16
По выплавляемым моделям	Черные металлы	—	(1,6)—12,5	6,3	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55; для мелких деталей допустимы 11—13-й квалитеты		

	Цветные сплавы	От 1 до 30 Св. 30 до 260 «260 » 500	1,6—12,5		(10); 11 11—13 12—14	12; 13 12—14 14; 15	14 14; 15 15
В оболочковые формы	Черные металлы: углеродистая сталь серый чугун	— —	12,5—25 6,3—12,5	12,5	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и ГОСТ 1855—55; 12—14-й квалитеты для мелких деталей		
	Цветные сплавы	От 1 до 260 Св. 260 до 1000	(1,6)—12,5		(11)—13 12—14	14 14; 15	15 15; 16
Под давлением	Цинковые, магниевые и алюминиевые сплавы	—	(0,8)—6,3	6,3	(9)—11	12	14; 15
	Медные сплавы	—			11—13	12—14	15
Центробежное литье	—	—	3,2—25	12,5	(11)—13	14	15

Примечания: 1. В скобках указаны предельно достижимые точности. 2. *Предельная точность* литья может быть достигнута только в отдельных случаях при высоких затратах и относительно непродолжительной эксплуатации форм. *Высокая точность* литья может быть получена для отдельных поверхностей при современной организации производства с применением механизации и при повышенной по сравнению с нормальной точностью стоимостью отливок. *Нормальная точность* литья может быть достигнута при хорошо отработанном технологическом процессе, правильном расчете размеров формующих частей форм или модели, соблюдении режимов литья и т. п. Нормальную точность рекомендуется применять при необходимости получения функционально взаимозаменяемых отливок (по размерам, массе, прочности и т. п.). При отсутствии подобных требований следует применять низкую точность (большие допуски). Расположение отклонений относительно номинального размера не влияет на стоимость отливки и его следует выбирать в соответствии с конструктивными требованиями.

2.65. Шероховатость поверхностей и квалитеты заготовок деталей, обрабатываемых давлением [17, 18, 21, 22, 25]

Вид обработки		Значение параметра Ra, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Горячая ковка в штампах		12,5—100	14—17	—
Горячая вырубка и пробивка		12,5—100	14—16	—
Горячая объемная штамповка без калибровки		12,5—50	9—11	—
Холодная штамповка в вытяжных штампах	Вытяжка полых деталей простых форм (корпуса, стаканы)	0,8—3,2	По диаметру 10; 11 / По высоте 8—12	8; 9 / 7
	То же, но глубокая вытяжка		11	—
Холодная штамповка в вырубных, пробивных и зачистных штампах	Контурные размеры при вырубке плоских деталей	Зона среза 3,2—6,3, зона скалывания 25—100	12; 13	11
	То же, но при пробивке		11	8; 9
	То же, но при зачистке	0,8 — 3,2	8; 9	—
	То же, при зачистке и калибровке	0,8—3,2	6; 7	—
Круглый холодный прокат (калиброванный)	Сталь	0,8—3,2	—	—
	Латунь	0,4—1,6	—	—
Прокат труб	Алюминиевые сплавы	0,8—1,6	—	—
Прокат листовой	Сталь	0,8—3,2	—	—
	Латунь	0,4—1,6	—	—
Прокат ленты	Сталь	0,8—1,6	—	—
	Латунь, бронза	0,2—0,8	—	—
Прокат после обдувки песком	Сталь	3,2—6,3	—	—
	Алюминиевые сплавы	3,2—6,3		

2.66. Шероховатость поверхности и квалитеты при различных видах обработки деталей резанием [2, 5, 6, 7, 18, 22, 23, 24, 25]

Вид обработки		Значения параметра *Ra*, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Автоматическая газовая резка		12,5—100	15—17	—
Отрезка	приводной пилой	25 *— 50 (12,5)	15—17	—
	резцом	25 *—100	14—17	—
	фрезой	25 *—50		
	абразивом	3,2—6,3 *	12—15	—
Подрезка торцов		3,2 *— 12,5 (0,8)	11—13	8; 9
Строгание	черновое	12,5 *—25	12—14	—
	чистовое	3,2 *—6,3	11—13 (10) **	—
	тонкое	(0,8)—1,6	8—10	7 ***
Долбление	черновое	25—50	14; 15	—
	чистовое	3,2 *—12,5	12; 13	11
Фрезерование цилиндрической фрезой	черновое	25—50	12—14 (11) **	—
	чистовое	3,2 *—6,3	11 (10) **	—
	тонкое	1,6	8; 9	6; 7 ***
Фрезерование торцовой фрезой	черновое	6,3—12,5	12—14 (11) **	—
	чистовое	3,2 *— 6,3 (1,6)	11	10 ***
	тонкое	(0,8)—1,6	8; 9	6; 7 ***
Фрезерование скоростное	черновое	3,2	12—14	11
	чистовое	0,8—1,6 *	11—13	8; 9

Продолжение табл. 2.66

Вид обработки		Значения параметра *Ra*, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Обтачивание продольной подачей	обдирочное	25—100	15—17	—
	получистовое	6,3—12,5	12—14	—
	чистовое	1,6 *—3,2 (0,8)	7—9	6
	тонкое (алмазное)	0,4 *—0,8 (0,2)	6	5
Обтачивание поперечной подачей	обдирочное	25—100	16; 17	—
	получистовое	6,3—12,5	14; 15	—
	чистовое	3,2 *	11—13	8; 9
	тонкое	(0,8)—1,6	8—11	7
Обтачивание скоростное		(0,4)—1,6	11	8; 9
Сверление	до 15 мм	6,3—12,5 *	12—14 ****	10; 11 *****
	св. 15 мм	12,5—25 *	12—14 ****	10; 11 *****
Рассверливание		12,5—25 * (6,3)	12—14	10; 11
Зенкерование	черновое (по корке)	12,5—25	12—15	—
	чистовое	3,2 *—6,3	10; 11	8; 9
Растачивание	черновое	50—100	15—17	—
	получистовое	12,5—25	12—14	—
	чистовое	1,6 *—3,2 (0,8)	8; 9	7
	тонкое (алмазное)	0,4 *—0,8 (0,2)	7	6
Скоростное растачивание		0,4—1,6	8	7

Продолжение табл. 2.66

Вид обработки		Значения параметра Ra, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Развертывание	получистовое	6,3—12,5	9; 10	8 ***
	чистовое	1,6 *—3,2	7; 8 (8) **	—
	тонкое	(0,4)—0,8	7	6 ***
Протягивание	получистовое	6,3	8; 9	—
	чистовое	0,8 *—3,2	7; 8	—
	отделочное	0,2—0,4	7	6
Зенкование плоское с направлением		6,3—12,5	—	—
Зенкование угловое		3,2—6,3	—	—
Шабрение	грубое	1,6—6,3	11	8; 9
	тонкое	0,1—0,8	8; 9	6; 7
Слесарная опиловка		(1,6)—25	8—11	6; 7
Зачистка наждачным полотном (после резца и фрезы)		(0,2)—1,6	8—11	7; 8
Шлифование круглое	получистовое	3,2—6,3	8—11	—
	чистовое	0,8 *—1,6	6—8	6
	тонкое	0,2 *—0,4 (0,1)	5	Выше 5-го
Шлифование плоское	получистовое	3,2	8—11	—
	чистовое	0,8 *—1,6	6—8	—
	тонкое	0,2 *—0,4 (0,1)	6; 7	6
Прошивание	чистовое	0,4—1,6	7—9	—
	тонкое	0,05—1,6	6; 7	—

Продолжение табл. 2.66

Вид обработки		Значения параметра *Ra*, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Калибрование отверстий шариком или оправкой	после сверления	0,4—1,6	8; 9	7
	после растачивания	0,4—1,6	7	—
	после развертывания	0,05—1,6	7	6
Обкатывание и раскатывание роликами или шариками при значении параметра *Ra* исходной поверхности 3,2—12,5 мкм		0,4—1,6	6—9	—
Наклепывание шариками при значении параметра *Ra* исходной поверхности 0,8—3,2 мкм		0,2—0,8	—	—
Развальцовывание	чистовое	0,4—1,6	7	6
	тонкое	0,1—0,2	6	—
Притирка	чистовая	0,4—3,2	6; 7	—
	тонкая	0,1—1,6	5	—
Полирование	обычное	0,2—1,6	6	—
	тонкое	0,05—0,1	5	—
Доводка	грубая	0,4 *	6; 7	5
	средняя	0,1—0,2 *	5; 6	5
	тонкая	0,05 *	5	Выше 5-го
	отделочная (зеркальная)	0,012—0,025	—	—
Хонингование	плоскостей	0,1—0,4 *	7; 8	6
	цилиндров	0,05—0,2 *	6; 7	—

Продолжение табл. 2.66

Вид обработки		Значения параметра *Ra*, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Лаппингование	предварительное	0,2—0,8	6	—
	среднее	0,2	6	—
	тонкое	0,025—0,1	5	—
Суперфиниширование	плоскостей	0,2 *— 0,4 (0,05)	5 и точнее	—
	цилиндров	0,1 * — 0,4 (0,05)		
Нарезание резьбы	плашкой, метчиком	3,2—12,5 *	6—8	—
	резцом, гребенкой	3,2 *— 6,3 (1,6)	6—8	4—5
Нарезание резьбы фрезой		3,2 *— 6,3 (1,6)	8	—
Шлифование резьбы		1,6 *— 3,2 (0,4)	4—6	—
Накатывание резьбы роликами		0,4—0,8	6—8	4
Скоростное нарезание резьбы (вихревой метод)		0,8—6,3	6—8	—
Обработка зубьев зубчатых колес	строгание	3,2 *— 6,3 (1,6)	7—10	—
	фрезерование	(1,6)—3,2 *	7—10	—
	шлифование	0,4 *—0,8	5; 6	—
	шевингование	0,8 *— 1,6 (0,4)	5; 6	—
Анодно-механическое разрезание заготовок	обычное	25—50	11—13	—
	специальное	6,3—12,5	11	8; 9

Продолжение табл. 2.66

Вид обработки		Значения параметра Ra, мкм	Квалитеты	
			экономические	достижимые
Анодно-механическое шлифование	черновое	1,6—3,2	6—9	—
	чистовое	0,2—0,8	6; 7	—
	притирочное	0,4—0,1	5—7	—
	отделочное	0,05—0,2	5; 6	—
Электроконтактное разрезание листов		25—50	11—13	—
Электроконтактное сверление		25—100	12—14	—
Электроискровое шлифование		3,2—25	—	—
Электрополирование (в знаменателе значение Ra исходной поверхности)	декоративное	$\frac{0,4—3,2}{1,6—12,5}$	6—9	—
	никелевых покрытий	$\frac{0,4—0,8}{1,6—3,2}$	—	—
Электромеханическая очистка от окалины		6,3—50	—	—
Электромеханическое точение	обычное	3,2—6,3	6—9	—
	чистовое	0,8—3,2	6; 7	—
Электромеханическое сглаживание		0,2—0,8	6; 7	—
Ультразвуковая обработка твердых сплавов		0,2—0,8 *	—	—

Примечание. В скобках указаны предельно достижимые значения параметра шероховатости Ra.

* Оптимальное значение Ra для данного вида обработки.
** В скобках приведена экономическая точность изготовления для чугуна.
*** Для чугуна является экономической точностью изготовления.
**** При сверлении без кондуктора.
***** При сверлении по кондуктору.

2.67. Минимальные требования к шероховатости поверхности в зависимости от допусков размера и формы [16]

Допуск размера по квалитетам	Допуск формы, % от допуска размера	Номинальны размеры, мм			
		До 18	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св 120 до 500
		Значения *Ra*, мкм, не более			
*IT*3	100	0,2	0,4	0,4	0,8
	60	0,1	0,2	0,2	0,4
	40	0,05	0,1	0,1	0,2
*IT*4	100	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
	40	0,1	0,2	0,2	0,4
*IT*5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8
	40	0,1	0,2	0,4	0,4
*IT*6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	60	0,4	0,8	0,8	1,6
	40	0,2	0,4	0,4	0,8
*IT*7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
*IT*8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
*IT*9	100 и 60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
*IT*10	100 и 60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
*IT*11	100 и 60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
*IT*12 и *IT*13	100 и 60	12,5	12,5	25	25
	40	6,3	6,3	12,5	12,5
*IT*14 и *IT*15	100 и 60	12,5	25	50	50
	40	12,5	12,5	25	25
*IT*16 и *IT*17	100 и 60	25	50	100	100
	40	25	25	50	50

Примечания: 1. Если относительный допуск формы меньше значений, указанных в таблице, то значения *Ra* следует назначать не более $0{,}15T_ф$.

2. В случаях, когда это необходимо по функциональным требованиям, допускается устанавливать значения *Ra* менее указанных в таблице.

Для случая, когда отклонения формы ограничиваются полным допуском размера (100%-е использование допуска размера), минимальные требования к шероховатости при квалитетах от 3 до 8 расширены с учетом экономически достижимой шероховатости при тех методах обработки, которые обеспечивают получение соответствующих квалитетов.

При необходимости нормировать параметр Rz для условий, соответствующих формулам (2.36)—(2.38), следует принимать:

$$Rz \leqslant 0{,}2T_{\text{р}}; \tag{2.36а}$$

$$Rz \leqslant 0{,}1T_{\text{р}}; \tag{2.37а}$$

$$Rz \leqslant 0{,}05T_{\text{р}}. \tag{2.38а}$$

При допуске формы менее 25% от допуска размера рекомендуется, чтобы

$$Ra \leqslant 0{,}15T_{\text{ф}} \tag{2.39}$$

или

$$Rz \leqslant 0{,}6T_{\text{ф}}, \tag{2.39а}$$

где $T_{\text{ф}}$ — допуск формы.

Табл. 2.67 можно пользоваться при назначении норм шероховатости, если по условиям сборки или работы изделия не требуется ограничить шероховатость поверхности более жесткими пределами. Примеры выбора норм шероховатости в зависимости от функционального назначения поверхностей приведены в табл. 2.68.

При назначении требований к шероховатости поверхности по аналогии с классами шероховатости, применявшимися для ранее разработанных изделий, следует применять один из вариантов, приведенных в табл. 2.69. В первую очередь следует выбирать варианты с применением предпочтительных значений параметра Ra. При назначении требований по аналогии с ранее назначавшимися разрядами шероховатости по ГОСТ 2789—59 следует пользоваться табл. 2.62.

НАНЕСЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА ЧЕРТЕЖАХ ИЗДЕЛИЙ

Обозначения шероховатости поверхности наносят, согласно ГОСТ 2.309—73, на изображении изделия, а в отдельных случаях в правом верхнем углу чертежа. На изображении изделия обозначение шероховатости поверхности располагают

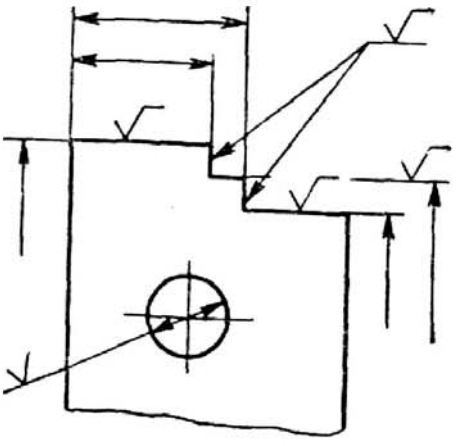


Рис. 2.32

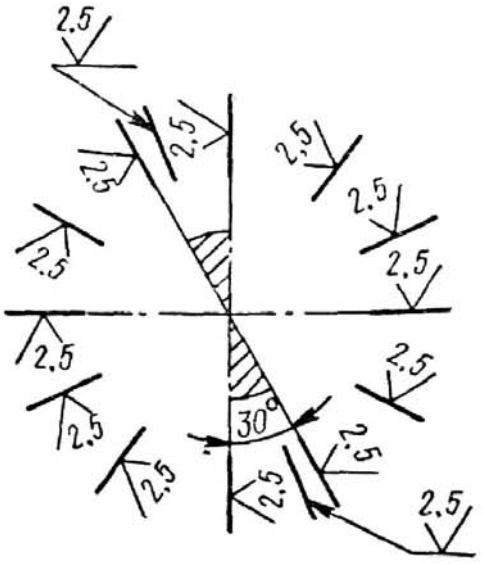


Рис. 2.33

на линиях контура, выносных линиях (ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок, а при недостатке места — на размерных линиях или их продолжениях (рис. 2.32). На линии невидимого контура обозначение шероховатости

2.68 Примеры нормирования шероховатости поверхности деталей [2, 3, 4, 5, 6, 11, 18]

Характеристика поверхности	Квалитет	Поверхность	Значение параметра Ra, мкм, не более		
			Номинальные размеры, мм		
			До 50	Св. 50 до 500	
Посадочные поверхности сменных деталей	5	Вал	0,2	0,4	
		Отверстие	0,4	0,8	
	6	Вал	0,4	0,8	
		Отверстие	0,4—0,8	0,8—1,6	
	7	Вал	0,4—0,8	0,8—1,6	
		Отверстие	0,8	1,6	
	8	Вал	0,8	1,6	
		Отверстие	0,8—1,6	1,6—3,2	
	Квалитет	Поверхность	Номинальные размеры, мм		
			До 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
Поверхности деталей в посадках с натягом: а) собираемых под прессом;	5	Вал	0,1—0,2	0,4	0,4
		Отверстие	0,2—0,4	0,8	0,8
	6—7	Вал	0,4	0,8	1,6
		Отверстие	0,8	1,6	1,6
	8	Вал	0,8	0,8—1,6	1,6—3,2
		Отверстие	1,6	1,6—3,2	1,6—3,2
б) собираемых способом термических деформаций	—	Вал	1,6		
		Отверстие	1,6—3,2		

Продолжение табл. 2.68

Характеристика поверхности		Значение параметра Ra, мкм, не более					
Поверхности деталей при селективной сборке	Поверхность	Допуск сортировочной группы, мкм					
		< 2,5	2,5	5	10	20	
	Вал Отверстие	0,05 0,1	0,1 0,2	0,2 0,4	0,4 0,8	0,8 1,6	
Поверхности деталей для посадок с точным центрированием	Поверхность	Допуск радиального биения, мкм					
		2,5	4	6	10	16	25
	Вал Отверстие	0,05 0,1	0,1 0,2	0,1 0,2	0,2 0,4	0,4 0,8	0,8 1,6
Посадочные поверхности подшипников скольжения	Поверхность	Квалитеты		Жидкостный режим трения			
		6—9	10—12				
	Вал Отверстие	0,4—0,8 0,8—1,6	0,8—3,2 1,6—3,2	0,1—0,4 0,2—0,8			
Поверхности под подшипники качения		См. в табл. 4.92					
Поверхности цилиндров, поршней, золотников гидравлических систем	Поверхность	Высокое давление		Обычное исполнение	Низкое давление		
		Диаметр, мм					
		До 10	Св. 10				
	Вал Отверстие	0,025 0,05	0,05 0,1	0,1 0,2	0,2 0,4		

Продолжение табл. 2.68

Характеристика поверхности		Значение параметра Ra, мкм, не более				
Поверхности осей и валов под уплотнения	Уплотнение	Скорость, м/с				
		До 3		5		Св 5
	Резиновое	0,8—1,6; полировать		0,4—0,8; полировать		0,2—0,4; полировать
	Войлочное	0,8—1,6; полировать				—
	Лабиринтное	3,2—6,3				—
	Жировые канавки	3,2—6,3				—
Поверхности направляющих:	Скорость, м/с	Допуск плоскостности, мкм (на 100 мм)				
		До 6	10	25	60	Св. 60
скольжения	До 0,5	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
	Св. 0,5	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
качения	До 0,5	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
	Св. 0,5	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
Поверхности торцовых опор (пят и подпятников)	Скорость, м/с	Допуск торцового биения, мкм				
		До 6		16	25	Св 25
	До 0,5	0,1		0,4	0,8—1,6	3,2
	Св. 0,5	0,1		0,2	0,8	1,6

Продолжение табл. 2.68

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Характеристика поверхности</td><td colspan="4">Значение параметра Ra, мкм, не более</td></tr>
<tr><td colspan="4">Допуск формы профиля, мкм</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Поверхности сферических опор</td><td colspan="2">До 30</td><td colspan="2">Св. 30</td></tr>
<tr><td colspan="2">0,8</td><td colspan="2">1,6</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Торцовые опорные поверхности неподвижных стыков (фланцевые соединения и т. п.)</td><td colspan="4">Допуск перпендикулярности, мкм (на длине 100 мм)</td></tr>
<tr><td>До 25</td><td>60</td><td colspan="2">Св. 60</td></tr>
<tr><td>1,6</td><td>3,2</td><td colspan="2">6,3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Поверхности разъема корпусов (редукторов, подшипников и т. п.)</td><td>Соединение</td><td colspan="2">С прокладкой</td><td colspan="2">Без прокладки</td></tr>
<tr><td>Герметичное
Негерметичное</td><td colspan="2">3,2—6,3
6,3—12,5</td><td colspan="2">0,8—1,6
6,3—12,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Поверхности кронштейнов, втулок, поводков, колец, ступиц, крышек и аналогичных деталей, прилегающих к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными</td><td colspan="4">3,2—6,3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Рабочие поверхности кулачков и копиров</td><td rowspan="2">Сопряжение</td><td colspan="4">Допуск формы профиля, мкм</td></tr>
<tr><td>До 6</td><td>30</td><td>50</td><td>Св. 50</td></tr>
<tr><td>С ножами или сухарями</td><td>0,4</td><td>0,8</td><td>1,6</td><td>3,2</td></tr>
<tr><td></td><td>С роликами</td><td>0,8</td><td>1,6</td><td>3,2</td><td>6,3</td></tr>
</table>

Характеристика поверхности			Значение параметра Ra, мкм, не более		
Рабочие поверхности шкивов плоско- и клиноременных передач			Диаметр шкива, мм		
			До 120	Св. 120 до 315	Св. 315
			1,6	3,2	6,3
Рабочие поверхности катков фрикционных передач			В зависимости от габарита и условий работы		
			0,2—0,8		
Рабочие поверхности фрикционов	Колодки, муфты, диски		Колодки	Муфты	Диски
			1,6—3,2	0,8—1,6	0,1—0,8
	Тормозные барабаны		Диаметр барабана, мм		
			До 500		Св. 500
			0,8—1,6		1,6—3,2
Рабочие поверхности конических соединений			Соединения		
			герметичные	центрирующие	прочие
			0,1—0,4	0,4—1,6	1,6—6,3
Соединения с призматическими и сегментными шпонками	Соединение	Поверхность	Шпонка	Паз вала	Паз втулки
	Неподвижное	Рабочая	3,2	1,6—3,2	1,6—3,2
		Нерабочая	6,3—12,5	6,3—12,5	6,3—12,5
	С направляющей шпонкой	Рабочая	1,6—3,2	1,6—3,2	1,6—3,2
		Нерабочая	6,3—12,5	6,3—12,5	6,3—12,5

Продолжение табл. 2.68

Характеристика поверхности		Значение параметра *Ra*, мкм, не более					
	Соединение	Впадина отверстия	Зуб вала	Центрирующие поверхности		Нецентрирующие поверхности	
				Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
Зубчатые (шлицевые) соединения	Неподвижное	1,6—3,2	1,6—3,2	0,8—1,6	0,4—0,8	3,2—6,3	1,6—6,3
	Подвижное	0,8—1,6	0,4—0,8	0,8—1,6		3,2	1,6—3,2

	Рабочие поверхности резьбы	Степень точности резьбы		
		4; 5	6; 7	7—9
Резьбовые соединения	Крепежная резьба на болтах, винтах и гайках	1,6	3,2	3,2—6,3
	Резьба на валах, штоках, втулках и т. д., а также на конусах (коническая)	0,8—1,6	1,6	3,2
	Резьба ходовых и грузовых винтов	—	0,4	0,8
	Резьба гаек ходовых и грузовых винтов	—	0,8	1,6

Продолжение табл. 2.68

Характеристика поверхности		Значение параметра *Ra*, мкм, не более								
Зубчатые и червячные передачи	Поверхности	Степень точности								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Профили зубьев прямозубых, косозубых и шевронных цилиндрических и червячных колес	0,1—0,2	0,2—0,4		0,4	0,4—0,8	1,6	3,2	6,3	6,3
	Профили зубьев конических колес	—	—	0,2—0,4	0,4—0,8		0,8—1,6	1,6—3,2	3,2—6,3	6,3
	Профили витков червяков	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4—0,8	0,8—1,6	1,6—3,2	—	—
	По диаметрам впадин	То же, что и для рабочих поверхностей, или ближайшее более грубое предпочтительное значение								
	По диаметрам выступов	3,2—12,5								
Звездочки для приводных цепей	Поверхности	Точность исполнения								
		Нормальная					Повышенная			
	Рабочие	3,2—6,3					1,6—3,2			
	Впадин	6,3					3,2			
	Выступов	3,2—12,5								

Продолжение табл. 2.68

Характеристика поверхности	Значение параметра *Ra*, мкм, не более					
Индексирующие поверхности делительных и установочных устройств, например, поверхности делительных дисков, фиксаторов, упоров и т. п.	Точность фиксации, мкм					
	До 4	6	10	25	63	Св. 63
	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
Нерабочие торцовые поверхности зубчатых и червячных колес и звездочек	3,2—12,5					
Нерабочие поверхности осей и валов	6,3—12,5					
Канавки, фаски, выточки, зенковки, закругления и т. п.	3,2—12,5					
Проходные отверстия под болты, винты, заклепки и т. п.	25					
Болты и гайки чистые (кругом)	3,2—12,5					
Болты и гайки получистые (в местах обработки)	25					
Поверхности головок винтов	3,2—12,5					
Опорные поверхности пружин сжатия	12,5—25					

Характеристика поверхности	Значение параметра *Ra*, мкм, не более		
Кромки деталей под сварные швы	50—100		
Подошвы станин, корпусов, лап	12,5—25		
Поверхности деталей, устанавливаемых на бетонных, кирпичных и деревянных основаниях	100 и выше		
Несопрягаемые поверхности, влияющие на ударную и усталостную прочность	0,2—0,4; полировать		
Поверхности, влияющие на течение паров и газов	Исполнение		
	Особо точное	Обычное	
	0,2; полировать	0,8—1,6	
Поверхности, влияющие на балансировку деталей	Номинальные диаметры, мм		
	До 180	Св. 180 до 500	Св. 500
	1,6—3,2	6,3	12,5—25

Продолжение табл. 2.68

Характеристика поверхности			Значение параметра Ra, мкм, не более
Открытые (видимые при наружном осмотре) свободные поверхности	Прецизионные шкалы с оптическим отсчетом		0,025—0,05
	Шкалы нормальной точности		0,8—1,6
	Лимбы		0,8
	Поверхности выступающих частей быстро вращающихся деталей (концы и фланцы валов, шпинделей и т. п.)		1,6—6,3
	Поверхности органов управления (рукоятки, ободы маховиков, штурвалы, стержни, кнопки и т. п.). Поверхности указателей, таблиц и другие поверхности, требующие отделки		0,4—1,6 с указанием полирования или покрытия
	Поверхности, к которым предъявляются достаточно высокие требования в отношении внешнего вида		6,3
	Поверхности кронштейнов, муфт, ступиц, сальников, втулок и т. п., не соприкасающиеся с другими поверхностями		6,3—12,5
	Прочие поверхности	мелких и средних деталей	3,2—12,5
		крупных деталей	6,3—25
Закрытые (невидимые при наружном осмотре) свободные механически обработанные и необработанные поверхности			25—100 и выше с указанием покрытия (при необходимости)

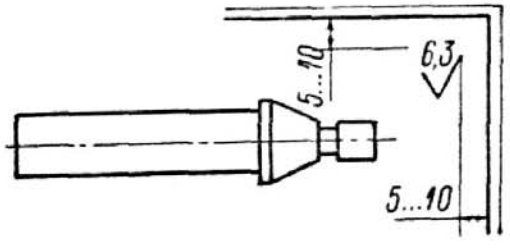
Примечание. Данные, приведенные в таблице, не относятся к тем деталям, шероховатость поверхности которых установлена соответствующими стандартами.

2.69. Выбор значений параметров *Ra* и *Rz* по аналогии с классами шероховатости по ГОСТ 2789—59 [10]

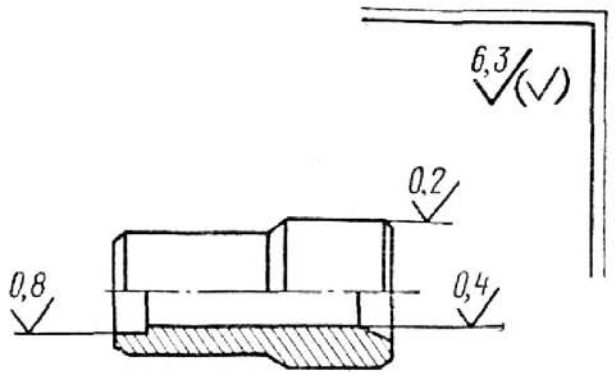
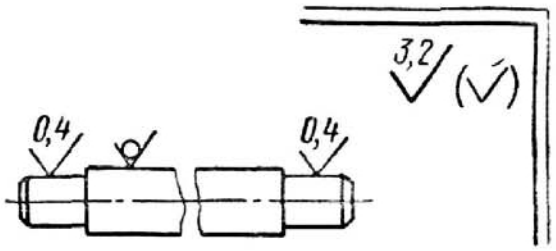
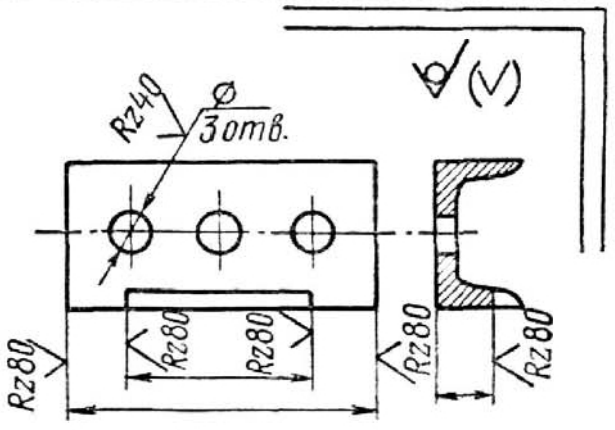
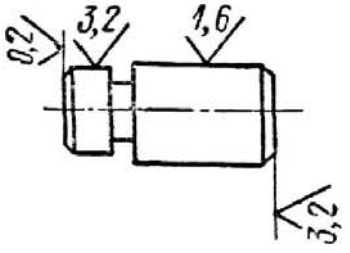
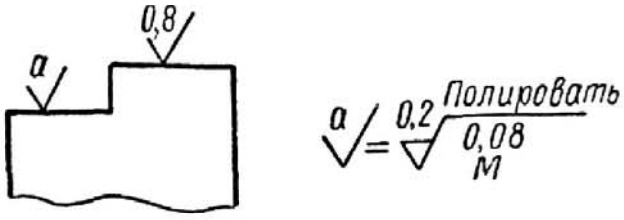
Обозначение класса шероховатости по ГОСТ 2789—59	Значения параметров, назначаемые по аналогии с классами шероховатости, мкм			
	Ra			*Rz*
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	
▽1	50	100	80	320
▽2	25	50	40	160
▽3	12,5	25	20	80
▽4	6,3	12,5	10	40
▽5	3,2	6,3	5	20
▽6	1,6	3,2	2,5	10
▽7	0,8	1,6	1,25	6,3
▽8	0,4	0,8	0,63	3,2
▽9	0,2	0,4	0,32	1,6
▽10	0,1	0,2	0,16	0,8
▽11	0,05	0,1	0,08	0,4
▽12	0,025	0,05	0,04	0,2
▽13	0,012	0,025	0,02	0,1
▽14	0,006	0,012	0,01	0,05

Примечания: 1. Данные таблицы относятся к способу нормирования шероховатости наибольшим значением параметра. 2. Нормирование параметра *Ra* является предпочтительным. 3. Значения *Ra* по варианту 1 соответствуют предпочтительному ряду (см. табл. 2.59) и близки к среднему значению по данному классу шероховатости, превышая его наибольший предел на 40%. Вариант 1, как правило, обеспечивает повышение качественных показателей изделия и рекомендуется для наиболее ответственных поверхностей. Некоторое ужесточение допуска шероховатости сказывается при методах контроля, основанных на измерении параметра *Ra*. Уровень точности практически не изменяется, если соответствие классам шероховатости по ГОСТ 2789—59 контролировалось по образцам сравнения. 4. Значения *Ra* по варианту 2 соответствуют предпочтительному ряду (см. табл. 2.59), но на 25% больше верхнего предела данного класса шероховатости. Вариант 2 может быть использован для менее ответственных поверхностей, если указанное относительно небольшое уменьшение требований не оказывает существенного влияния на качество изделия. 5. Значения *Ra* по варианту 3 полностью соответствуют верхнему пределу данного класса шероховатости, но не являются предпочтительными. Применение варианта 3 рекомендуется ограничить лишь теми случаями, когда возможности повышения точности изготовления исчерпаны полностью, а увеличение значения *Ra* недопустимо по условиям сборки или работы изделия. 6. Значения *Rz* полностью соответствуют верхнему пределу данного класса шероховатости.

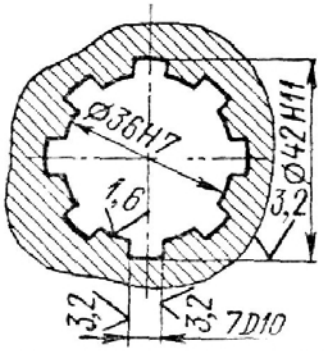
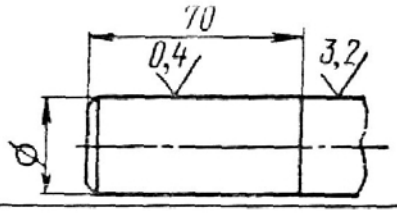
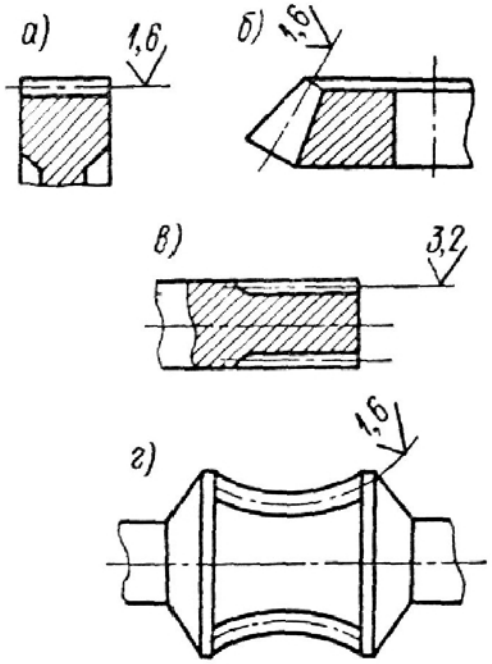
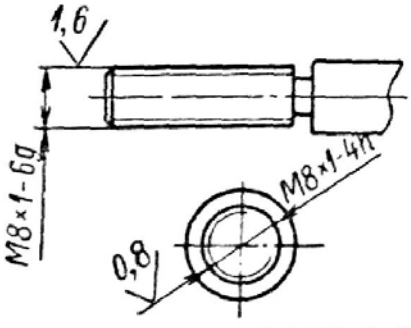
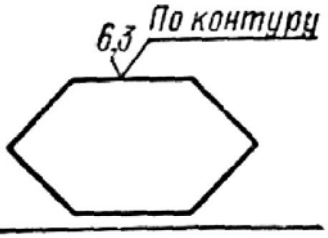
2.70. Нанесение на чертежах обозначений шероховатости поверхности (по ГОСТ 2.309—73 и ГОСТ 2.109—73)

Требование к шероховатости поверхности детали	Примеры нанесения обозначений
Шероховатость всех поверхностей одинакова. Обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа	

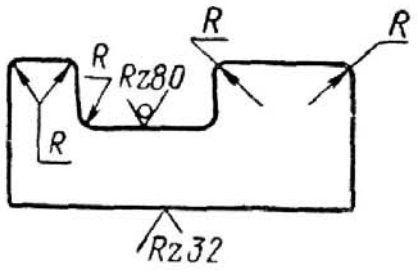
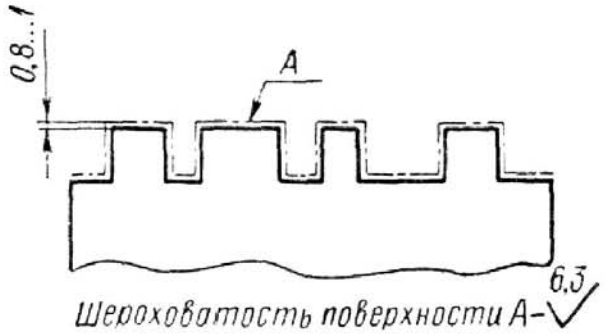
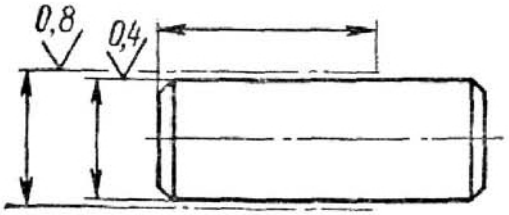
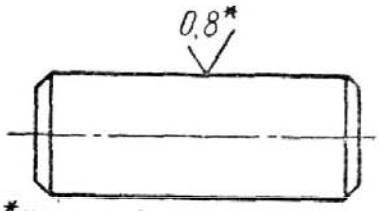
Продолжение табл. 2.70

Требование к шероховатости поверхности детали	Примеры нанесения обозначений
Шероховатость многих поверхностей одинакова. Обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу и дополняют условным обозначением (√)	
Часть поверхностей не подлежит обработке по данному чертежу. Такие поверхности обозначают знаком ∀ без указания числового значения параметра шероховатости. В основной надписи чертежа должна быть дана ссылка (в виде указания сортамента материала) на стандарт или технические условия, где установлены требования к шероховатости этих поверхностей	
Часть поверхностей не обрабатывается по данному чертежу и обозначение этих поверхностей знаком ∀ вынесено в правый верхний угол чертежа перед условным обозначением (√)	
Для части поверхностей детали, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции, условный знак шероховатости не наносится. В этом случае одинаковые для части поверхностей требования к шероховатости или знак ∀ (без числового значения) в угол чертежа не выносят	
Шероховатость поверхности на изображении чертежа допускается обозначать упрощенно с применением знака √ и строчных букв русского алфавита. Упрощенное обозначение должно разъясняться в технических требованиях чертежа	

Продолжение табл. 2.70

Требование к шероховатости поверхности детали	Примеры нанесения обозначений
Прерывистая поверхность или поверхности повторяющихся элементов (отверстий, пазов, зубьев), количество которых указано на чертеже, должны иметь одинаковую шероховатость. Обозначение шероховатости в этом случае наносят один раз и, так же, как и для одной и той же поверхности при нескольких ее изображениях	
Отдельные участки одной и той же поверхности должны иметь различную шероховатость (участки разграничивают сплошной тонкой линией)	
Шероховатость рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, если на чертеже не приведен их профиль, наносят на линии делительной поверхности (*а*, *б*, *в*), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес — на линии расчетной окружности (*г*)	
Шероховатость боковой поверхности резьбы, профиль которой на чертеже не показан. Обозначение шероховатости наносят на выносной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или на ее продолжении	
Шероховатость поверхностей, изображения которых образуют контур, одинакова. Обозначение шероховатости наносят один раз с надписью «По контуру» на полке знака	

Продолжение табл. 2.70

Требование к шероховатости поверхности детали	Примеры нанесения обозначений
Шероховатость поверхностей, плавно переходящих одна в другую, одинакова. Обозначение шероховатости наносят один раз без надписи «По контуру»	
Шероховатость всех частей поверхности сложной конфигурации одинакова. Обозначение шероховатости допускается указывать в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности	
Для поверхности, на которую наносится покрытие, должна быть указана шероховатость до покрытия. Обозначение шероховатости наносят по общим правилам	—
Для поверхности, на которую наносится покрытие, должна быть указана шероховатость до покрытия (например, Ra не более 0,4 мкм) и после покрытия (например, Ra не более 0,8 мкм)	
Для поверхности, на которую наносится покрытие, должна быть указана шероховатость только после покрытия	

Примечание. Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, выносимом в угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении. Размеры и толщина линий знака $\left(\sqrt{\ }\right)$, помещаемого в углу чертежа после обозначения шероховатости, общей для части поверхностей изделия, должны быть те же, что и в обозначениях, нанесенных на изображении.

допускается наносить только в случаях, когда от этих линий нанесен размер. Если знак шероховатости не имеет полки, то его располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 2.33. Знак, имеющий полку, располагают как показано на рис. 2.34.

В табл. 2.70 приведены примеры, поясняющие основные правила нанесения обозначений шероховатости.

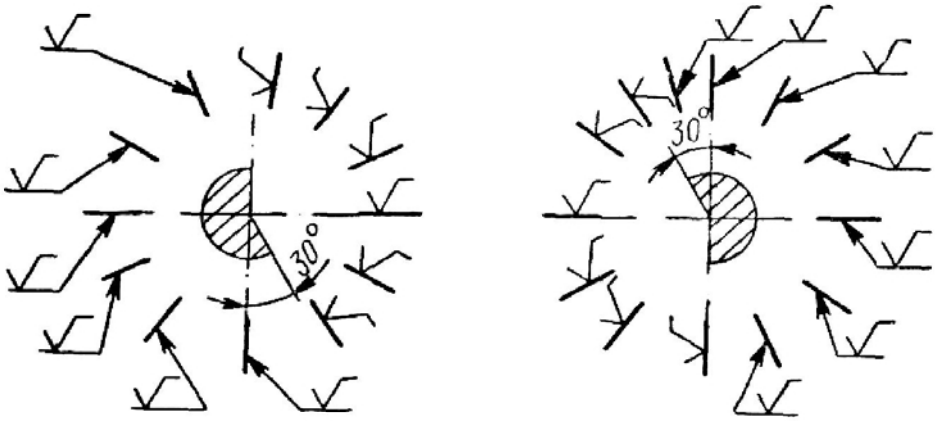


Рис. 2.34

КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Контроль шероховатости поверхности может осуществляться:

1) Сравнением реальной поверхности изделия с рабочими образцами шероховатости, которые имеют стандартизованные значения параметра *Ra* (по ГОСТ 9378—75) и изготовляются для определенных способов обработки; вместо образцов шероховатости могут быть применены аттестованные образцовые детали;

2) измерением параметров шероховатости с помощью щуповых или оптических приборов. Числовые значения параметров шероховатости определяются либо непосредственно по шкале приборов (профилометров), либо по увеличенному изображению профиля или записанной профилограмме сечения (на приборах профилографах). Основные характеристики приборов, выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. 2.71.

2.71. Приборы для контроля шероховатости поверхности [10]

Тип прибора		Измеряемые параметры шероховатости	Пределы измерения, мкм	Базовые длины, мм
Профилограф-профилометр модели 201	Профилометр	*Ra*	0,02—8	0,08; 0,25; 0,8; 2,5
	Профилограф	*Ra* *Rz*, *Rmax* *S*, *Sm* *tp*	0,008—20 0,025—100 0,003—12,5 мм 10—90%	Весь ряд по ГОСТ 2789—73
Профилометр модели 253	Профилометр	*Ra*	0,04—2,5	0,25; 0,8; 2,5
Профилограф-профилометр модели 252	Профилометр	*Ra* *Rmax* *Sm* *tp*	0,02—100 0,1—200 0,003—12,5 мм 10—90%	0,08; 0,25; 0,8; 2,5
	Профилограф	*Rz*, *Rmax* *Ra* *S*, *Sm* *tp*	0,02—250 0,05—60 0,003—12,5 мм 10—90%	Весь ряд по ГОСТ 2789—73

Продолжение табл. 2.71

Тип прибора		Измеряемые параметры шероховатости	Пределы измерения, мкм	Базовые длины, мм
Приборы светового сечения МИС-11	МИС-11	*Rz*, *Rmax*	0,8—80	0,25; 0,8
	ПСС-2	*Rz*, *Rmax* *S*, *Sm*	0,8—40 0,002—2,5 мм	0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5
ОРИМ-1 *		*Rz*, *Rmax* *S*, *Sm*	0,4—40 0,02—2,5 мм	
ПТС-1 *		*Rz*, *Rmax* *S*, *Sm*	40—320 0,02—6,3 мм	0,25; 0,8; 2,5; 8
Микроинтерферометр МИИ-4 *		*Rz*, *Rmax* *S*, *Sm*	0,1—0,8 0,02—0,25 мм	0,01; 0,03; 0,08; 0,25

* Возможно измерение параметров *Ra* и *tp*, но очень трудоемко.

Если в технических требованиях не задано направление измерения шероховатости, то измерения производят в том направлении, где имеется наиболее грубая шероховатость. При механической обработке резанием этому условию соответствует направление измерения, перпендикулярное главному движению при резании (поперечная шероховатость).

Список литературы

1. **Авдулов А. Н.** Контроль и оценка круглости деталей машин. — М.: Изд-во стандартов, 1974.
2. **Алексеев Г. П., Мазовер И. С.** Справочник конструктора-машиностроителя. — Л.: Судостроение, 1961; 1964.
3. **Анурьев В. И.,** Справочник конструктора-машиностроителя.— М.: Машиностроение, 1982.
4. **Благонадежин В. Е.** Допуски и посадки в угольном машиностроении. — Л.: Угольтехиздат, 1954.
5. **Васильев В. З. и др.** Справочные таблицы по деталям машин. — М.: Машиностроение, 1966.
6. **Левин И. Я.** Справочник конструктора точных приборов. — М.: Машиностроение, 1967.
7. **Лесохин А. Ф.** Допуски, посадки и технические измерения. — М.: Машгиз, 1959.
8. **Лившиц Б. И.** Технология изготовления и сборки кулачковых механизмов. — М.—Л.: Машгиз, 1963.
9. **Марков Н. Н., Кайнер Г. Б., Сацердотов П. А.** Погрешность и выбор средств при линейных измерениях. — М.: Машиностроение, 1967.
10. **Методические** указания по внедрению ГОСТ 2789—73 (разработаны ВНИИМС). — М.: Изд-во стандартов, 1975.
11. **Мягков В. Д.** Допуски и посадки. Справочник. — М.—Л.: Машиностроение, 1966.
12. **Палей М. А.** Контроль угловых расстояний между центрами по хордам. — Измерительная техника, 1969, № 4.
13. **Палей М. А.** Отклонения формы и расположения поверхностей. — М.: Изд-во стандартов, 1973.
14. **Приборостроение** и средства автоматики. Справочник/Под ред. Б. А. Тайца. — М.: Машгиз, Т. 1, 1963.

15. **Стандарт ИСО 1101** «Допуски формы и расположения поверхностей. Общие положения, символы, обозначения на чертежах».

16. **Руководящий** технический материал Минстанкопрома РТМ2 Н31-4—81 «Соотношения между допусками размера, формы, расположения и шероховатости поверхностей». — М.: НИИмаш, 1981.

17. **Романовский В. П.** Справочник по холодной штамповке. — Л.: Машиностроение, 1971.

18. **Смирнов А. С.** Допуски и посадки в приборостроении. — Л.: Судпромгиз, 1958 и 1964, Машиностроение, 1968.

19. **Смирнов А. С.** Допуски и чистота поверхностей литых деталей. — Л.: Судпромгиз, 1962.

20. **Смирнов А. С.** Технологичность деталей в приборостроении. — Л.: Судпромгиз, 1961.

21. **Смирнов-Аляев Г. А. и Вайнтрауб Д. А.** Холодная штамповка в приборостроении. — М.—Л.: Машгиз, 1950.

22. **Справочник** машиностроителя (в 6 томах). — М.: Машиностроение, 1962—1964.

23. **Справочник** по производственному контролю в машиностроении/Под ред. А. К. Кутая. — Л.: Машиностроение, 1975.

24. **Справочник** технолога-машиностроителя./Под ред. В. Н. Кована. — М.: Машгиз, Т. 1 и 2, 1956.

25. **Технологичность** конструкций/Под ред. С. Л. Ананьева. М.: Машиностроение, 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 5
Введение 6
Принятые обозначения 7

Глава 1. Допуски и посадки гладких цилиндрических и плоских соединений 8

1.1. Основные понятия и терминология . . . . . —
Соединение. Отверстие и вал. Посадка. Зазор. Натяг . . . . . —
Точность и погрешности изготовления деталей машин. Основной закон распределения погрешностей 9
Действительный и предельные размеры. Допуск размера 13
Номинальный размер. Отклонения. Поле допуска 14
Типы посадок. Предельные зазоры и натяги. Допуск посадки 17
Вероятностные характеристики посадок 19
Система допусков и посадок. Степени точности. Система отверстий. Система вала 20
Примеры определения допусков и посадок по заданным предельным отклонениям 23
Взаимозаменяемость и ее значение в машиностроении 28
1.2. Нормальные линейные размеры 31
Выбор размеров . . . . . —
Ряды предпочтительных чисел 32
Основные ряды нормальных линейных размеров 33
Дополнительные размеры ограниченного применения 37
1.3. Единая система допусков и посадок СЭВ . . . . . —
Значение ЕСДП СЭВ . . . . . —
Общие сведения о стандартах ЕСДП СЭВ 38
Система допусков и посадок ИСО — основа ЕСДП СЭВ 40
Основы построения ЕСДП СЭВ . . . . . —
Интервалы номинальных размеров . . . . . —
Допуски 42
Основные отклонения 45
Образование и обозначение полей допусков 59
Образование и обозначение посадок 60
Поля допусков . . . . . —
Поля допусков для сопрягаемых размеров . . . . . —
Поля допусков для несопрягаемых размеров 77
Посадки 78
Таблицы предельных отклонений отверстий и валов . . . . . —
Предельные отклонения в системе отверстия при размерах до 500 мм 79
Предельные отклонения в системе отверстия при размерах свыше 500 до 10 000 мм 101
Предельные отклонения в системе вала при размерах до 500 мм 113
Предельные отклонения в системе вала при размерах свыше 500 до 10 000 мм 132
Предельные отклонения размеров с большими допусками 140
Таблицы предельных зазоров и натягов 142
Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах менее 1 мм 143
Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах от 1 до 500 мм 145
Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах свыше 500 до 3150 мм 158
Предельные зазоры и натяги в посадках при размерах свыше 3150 до 10 000 мм 168
Неуказанные предельные отклонения размеров 171
Контроль размеров 182
Температурный режим 185
1.4. Система допусков и посадок ОСТ 190
Основные положения системы ОСТ . . . . . —
Интервалы номинальных размеров 192
Допуски 193
Посадки и поля допусков . . . . . —
Таблицы предельных отклонений валов и отверстий 198
Предельные отклонения в системе отверстия при размерах от 0,1 до 1 мм . . . . . —
Предельные отклонения в системе отверстия при размерах от 1 до 500 мм 202
Предельные отклонения в системе отверстия при размерах свыше 500 до 10 000 мм 220
Предельные отклонения в системе вала при размерах от 0,1 до 1 мм 228
Предельные отклонения в системе вала при размерах от 1 до 500 мм 232

Предельные отклонения в системе вала при размерах свыше 500 до 10 000 мм 244
Предельные отклонения размеров с большими допусками 248
Замена допусков и посадок по системе ОСТ на ЕСДП СЭВ 251
Замена полей допусков . . . . . —
Замена посадок 254
1.5. Нанесение предельных отклонений (полей допусков) на чертежах 261
Нанесение предельных отклонений размеров на чертежах деталей 262
Нанесение предельных отклонений размеров на сборочных чертежах . . . 270
1.6. Применение системы допусков и посадок 272
Выбор системы посадок . . . . . —
Выбор допусков для сопрягаемых размеров . . . . . —
Методы выбора посадок. Типизация посадок 278
Выбор посадок с зазором 282
Назначение посадок с зазором . . . . . —
Расчет посадок с зазором для подшипников жидкостного трения . . . 283
Применение посадок с зазором 297
Выбор переходных посадок 318
Назначение переходных посадок . . . . . —
Расчет переходных посадок на вероятность получения натягов и зазоров 320
Применение переходных посадок 322
Выбор посадок с натягом 331
Назначение посадок с натягом . . . . . —
Расчет посадок с натягом 333
Применение посадок с натягом 340
Особенности выбора посадок для изделий, эксплуатируемых в районах с холодным климатом 346
Список литературы 350

Глава 2. **Допуски формы и расположения поверхностей. Шероховатость поверхности** 352

2.1. Общие сведения о допусках формы и расположения поверхностей . . . . . —
Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий . . . . . —
Нормативные документы на допуски формы и расположения поверхностей
Классификация геометрических отклонений и допусков . . . . . —
Отклонения и допуски формы поверхностей 356
Отклонения и допуски расположения поверхностей 358
Зависимые и независимые допуски 361
Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей . . . 365
Стандартизация числовых значений допусков формы и расположения поверхностей . . . . . —
Указание допусков формы и расположения поверхностей в чертежах . . . 366
Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей 374
2.2. Отклонения и допуски формы поверхностей 376
Отклонения и допуски формы плоских поверхностей . . . . . —
Отклонения и допуски формы цилиндрических поверхностей 385
Отклонения и допуски формы конических поверхностей 399
Отклонения и допуски формы криволинейных поверхностей 400
Волнистость поверхности 404
2.3. Отклонения и допуски расположения поверхностей 406
Отклонения и допуски параллельности . . . . . —
Отклонения и допуски перпендикулярности. Торцовое биение 419
Отклонения и допуски наклона 429
Отклонения и допуски соосности, симметричности, пересечения осей. Радиальное биение 433
Позиционные отклонения и допуски 449
2.4. Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали 459
Типы соединений и виды расположения отверстий . . . . . —
Сквозные отверстия 460
Допуски расположения осей отверстий 465
Схемы простановки размеров и допусков (предельных отклонений) расположения осей 494
2.5. Шероховатость поверхностей 502
Шероховатость и ее влияние на качество поверхности . . . . . —
Параметры для нормирования и обозначения шероховатости поверхности 503
Выбор шероховатости поверхности 511
Нанесение обозначений шероховатости поверхности на чертежах изделий 524
Контроль шероховатости поверхности 539
Список литературы 540

ИБ № 3797

Василий Дмитриевич Мягков, Марк Абрамович Палей,
Аркадий Борисович Романов, Владимир Абрамович Брагинский

Допуски и посадки
Справочник

Редактор *Л. М. Манучарян.* Художественный редактор *С. С. Венедиктов*
Технический редактор *Л. В. Щетинина.* Корректор *Е. П. Свирина*
Переплет художника *Н. И. Абрамова*

Сдано в набор 27.04.82.

Подписано в печать 03.11.82. М-42017

Формат 60×90¹/₁₆.

Бумага типографская № 2

Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 34,0. Уч.-изд. л. 39,09.

Тираж 90 000 экз.

Зак. 142. Цена 2 руб. 20 к.

Ленинградское отделение ордена
Трудового Красного Знамени
издательства «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
191065, Ленинград, ул. Дзержинского, 10

Ленинградская типография № 6
ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая
книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном
комитете СССР
по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10

СПИСОК ОПЕЧАТОК

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
100	1-я в примечании	$\overline{\overline{\square}}$	$\overline{\overline{\square}}$
127	1-я в примечании	$\overline{\overline{\square}}$	$\overline{\overline{\square}}$
136	16-я снизу	650	560
148	2-я строка таблицы	$\frac{H9}{9d}$	$\boxed{\frac{H9}{d9}}$
157	1-я в примечании	$\overline{\square}$	$\overline{\square}$
174, 175	Табл. 1.56	Предельные отклонения $\pm t/2$	$\pm t_1$
176, 177	Табл. 1.57	То же	$\pm t_2$
178, 179	Табл. 1.58	»	$\pm t_3$
180, 181	Табл. 1.59	»	$\pm t_4$
184	1-я сверху	СТ СЭВ 303—76)	ГОСТ 8.051—81)
201	Табл. 1.70	Предельные отклонения для поля допуска $П_3$ —+7 —6	***+7*** — 6
205	Табл. 1.72	Предельные отклонения для поля допуска $Д_1$ —— 18 — 40	— 18 ***— 40***
207	Табл. 1.72	Предельные отклонения для поля допуска X_{2a} — 56 — 137 ***— 56*** ***— 137***	***— 56*** ***— 137*** — 56 — 137
241	Табл. 1.83	Предельные отклонения для поля допуска H_{2a} + ***22*** — 51	+22 —51
261	6-я сверху	экономического	экономичного
292	Табл. 1.99	6480—53 10541—63	6480—78 10541—78
335	(1.114)	$\gamma_ц = \frac{}{64}$	$\gamma_ц = \frac{}{4q}$
364	8-я снизу Табл. к рис. 2.4	2 мкм; |0,8| |0,116|	35 мкм; |0,08| |0,16|
367	Табл. 2.7	(по ГОСТ 2.308—68 и СТ СЭВ 368—76)	(по ГОСТ 2.308—79)
371	Табл. 2.7, 1-я снизу	ней свободы	ней свободы *