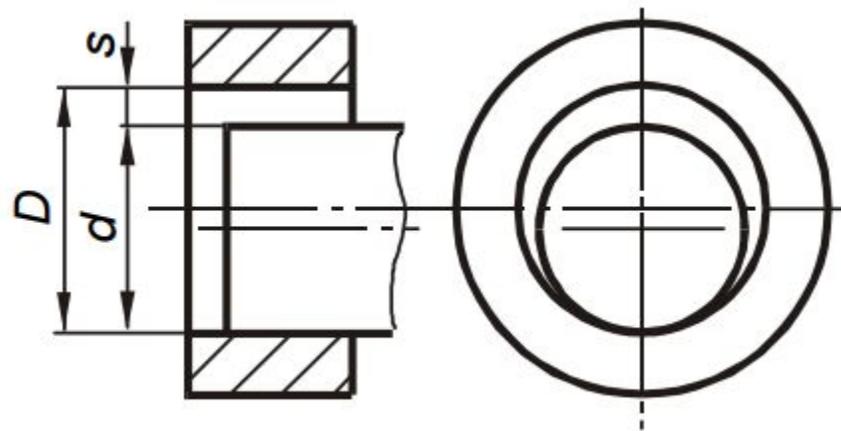


Допуски и посадки

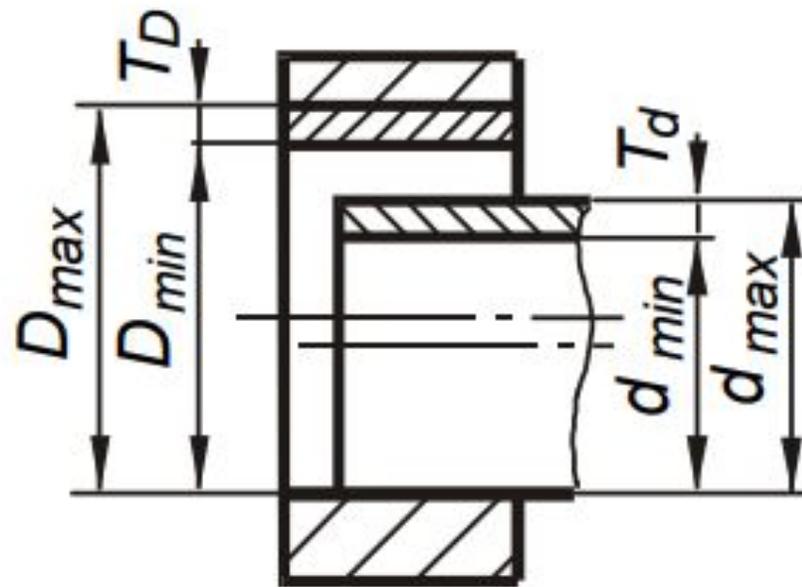
ГОСТы

- **ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки (с Изменением N 1)**
- **ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений**

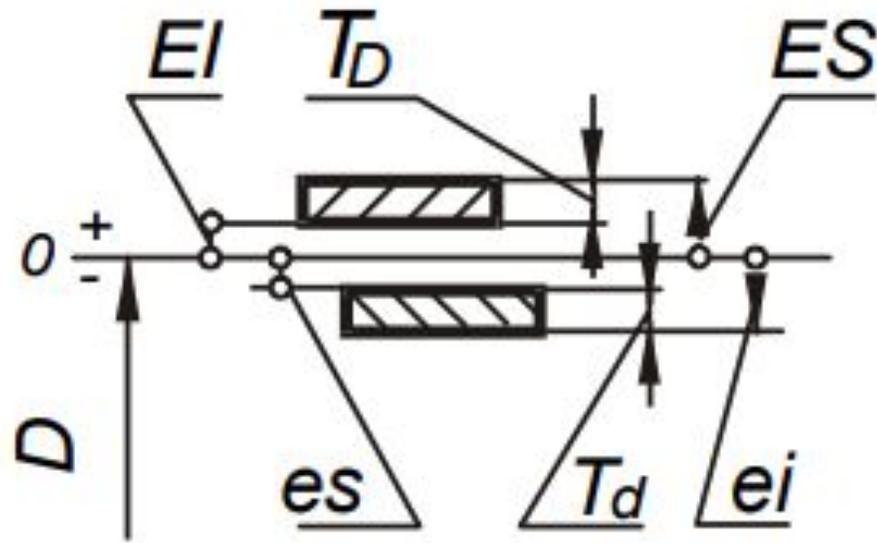
Сопряжение с зазором



Действительные размеры сопрягаемых деталей



Предельные отклонения



Основные понятия

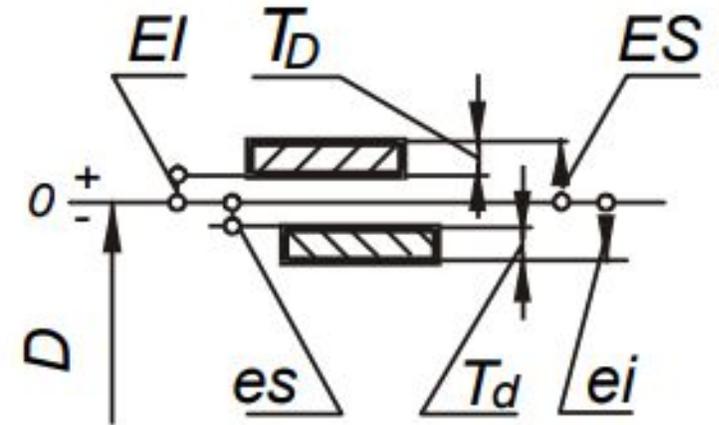
- **Верхнее отклонение ES, es** – алгебраическая разность между наибольшим и номинальным размерами.

$$ES = D_{max} - D; \quad es = d_{max} - D$$

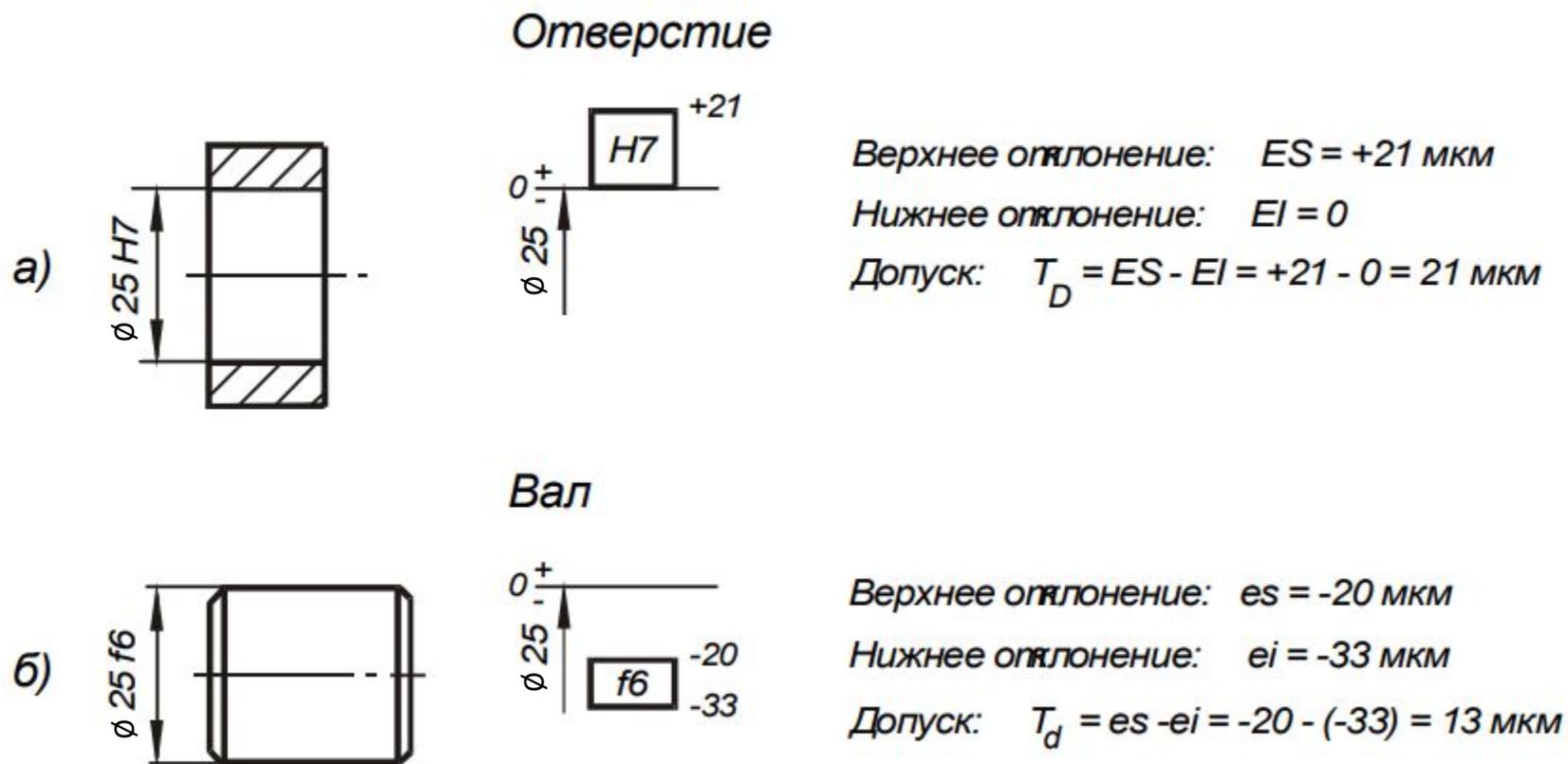
- **Нижнее отклонение EI, ei** – алгебраическая разность между наименьшим и номинальным размерами.

$$EI = D_{min} - D; \quad ei = d_{min} - D$$

- **Поле допуска** – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно нулевой линии, соответствующей номинальному размеру

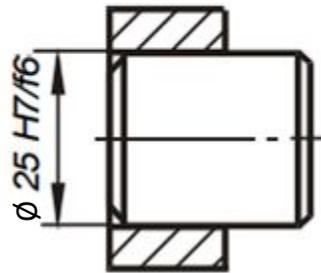


Примеры обозначения на чертеже полей допусков и схемы их построения для отверстия и вала

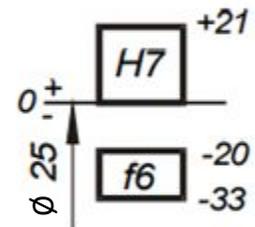


Примеры обозначения на чертеже полей допусков и схемы их построения для отверстия и вала

в)



Посадка с зазором



Параметры отверстия: $ES = +21$ мкм, $EI = 0$, $T_D = 21$ мкм

Параметры вала: $es = -20$ мкм, $ei = -33$ мкм, $T_d = 13$ мкм

Наибольший и наименьший зазоры:

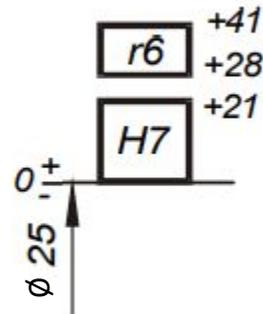
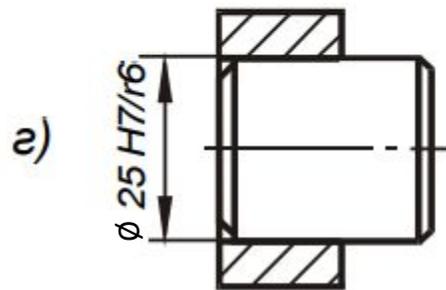
$$S_{max} = ES - ei = +21 - (-33) = 54 \text{ мкм}, \quad S_{min} = EI - es = 0 - (-20) = 20 \text{ мкм}$$

$$\text{Допуск посадки: } TS = S_{max} - S_{min} = 54 - 20 = 34 \text{ мкм}$$

$$TS = ES - ei - EI + es = T_D + T_d, \quad TS = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$$

Примеры обозначения на чертеже полей допусков и схемы их построения для отверстия и вала

Посадка с натягом



Параметры отверстия: $ES = +21$ мкм, $EI = 0$, $T_D = 21$ мкм

Параметры вала: $es = +41$ мкм, $ei = +28$ мкм, $T_d = 13$ мкм

Наибольший и наименьший натяги:

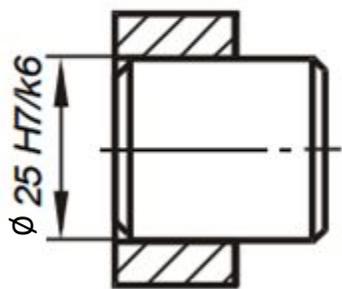
$$N_{max} = es - EI = +41 - 0 = 41 \text{ мкм}, \quad N_{min} = ei - ES = +28 - 21 = 7 \text{ мкм}$$

Допуск посадки: $TN = N_{max} - N_{min} = 41 - 7 = 34$ мкм

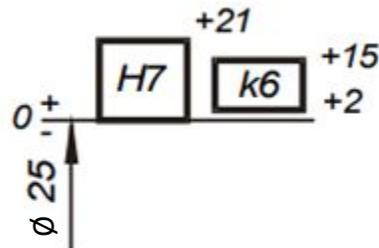
$$TN = es - EI - ei + ES = T_D + T_d, \quad TN = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$$

Примеры обозначения на чертеже полей допусков и схемы их построения для отверстия и вала

д)



Посадка переходная



Параметры отверстия: $ES = +21$ мкм, $EI = 0$, $T_D = 21$ мкм

Параметры вала: $es = +15$ мкм, $ei = +2$ мкм, $T_d = 13$ мкм

Наибольший и наименьший натяги:

$$N_{max} = es - EI = +15 - 0 = 15 \text{ мкм}, \quad N_{min} = ei - ES = +2 - 21 = -19 \text{ мкм},$$

$$-N_{min} = S_{max}$$

Допуск посадки: $TN = N_{max} - N_{min} = 15 - (-19) = 34$ мкм,

$$TN = es - EI - ei + ES = T_D + T_d, \quad TN = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$$

Определения терминов по ГОСТ 25346-89

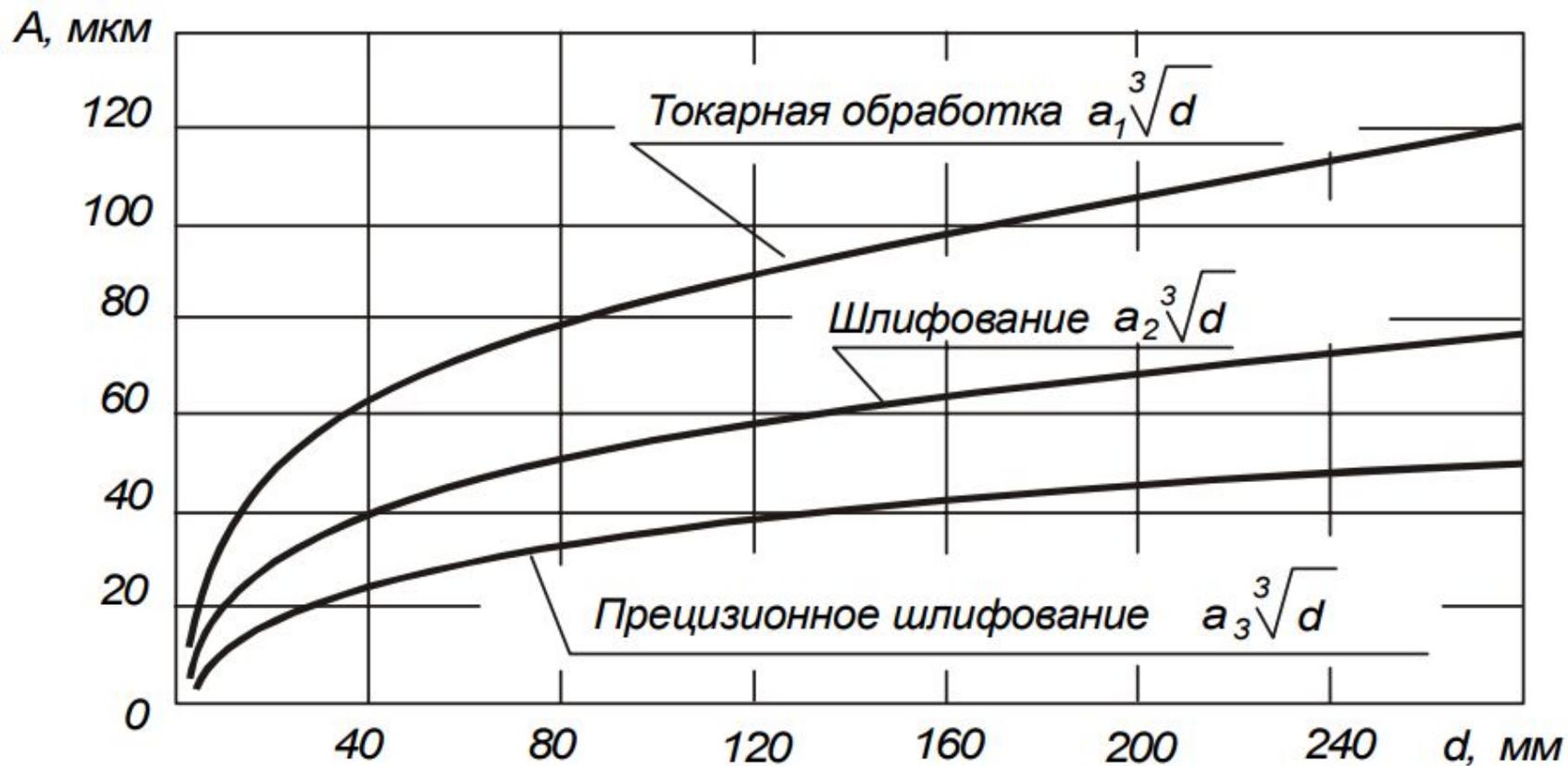
- **Действительный размер** – размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью.
- **Квалитет** – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров.
- **Нулевая линия** – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.
- **Вал** – термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.
- **Отверстие** – термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.
- **Посадка** – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Определения терминов по ГОСТ 25346-89

- **Допуск посадки** – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединений.
- **Зазор (S)** – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если отверстие больше размера вала.
- **Натяг (N)** – разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.
- **Посадка с зазором** – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему (при графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала).
- **Посадка с натягом** – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему (при графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала).
- **Переходная посадка** – посадка, при которой возможно получение как зазора так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала (при графическом изображении поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично).

Принципы построения системы допусков и посадок

Первый принцип построения СДП



$$A = a \cdot \sqrt[3]{d}$$

A – амплитуда рассеяния размеров, характеризующая погрешность обработки, мкм;
 d – диаметр обрабатываемой детали, мм;
 a – коэффициент, зависящий лишь от типа станка.

$$IT = k \cdot i$$

k – число единиц допуска, установленное для каждого качества;
 i – единица допуска, зависящая только от размера

Принципы построения системы допусков и посадок

Первый принцип построения СДП

Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Число единиц допуска k	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500
Допуск для размеров до 500 мм							$IT = k \cdot i$, где $i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$, мкм							
Допуск для размеров свыше 500 до 3150 мм							$IT = k \cdot I$, где $I = 0,004 \cdot D + 2,1$ мкм							
Примечания.														
1. D – среднее геометрическое из крайних значений каждого интервала номинальных размеров, мм.														
2. Таблица дана в сокращении.														

$$A = a \cdot \sqrt[3]{d}$$

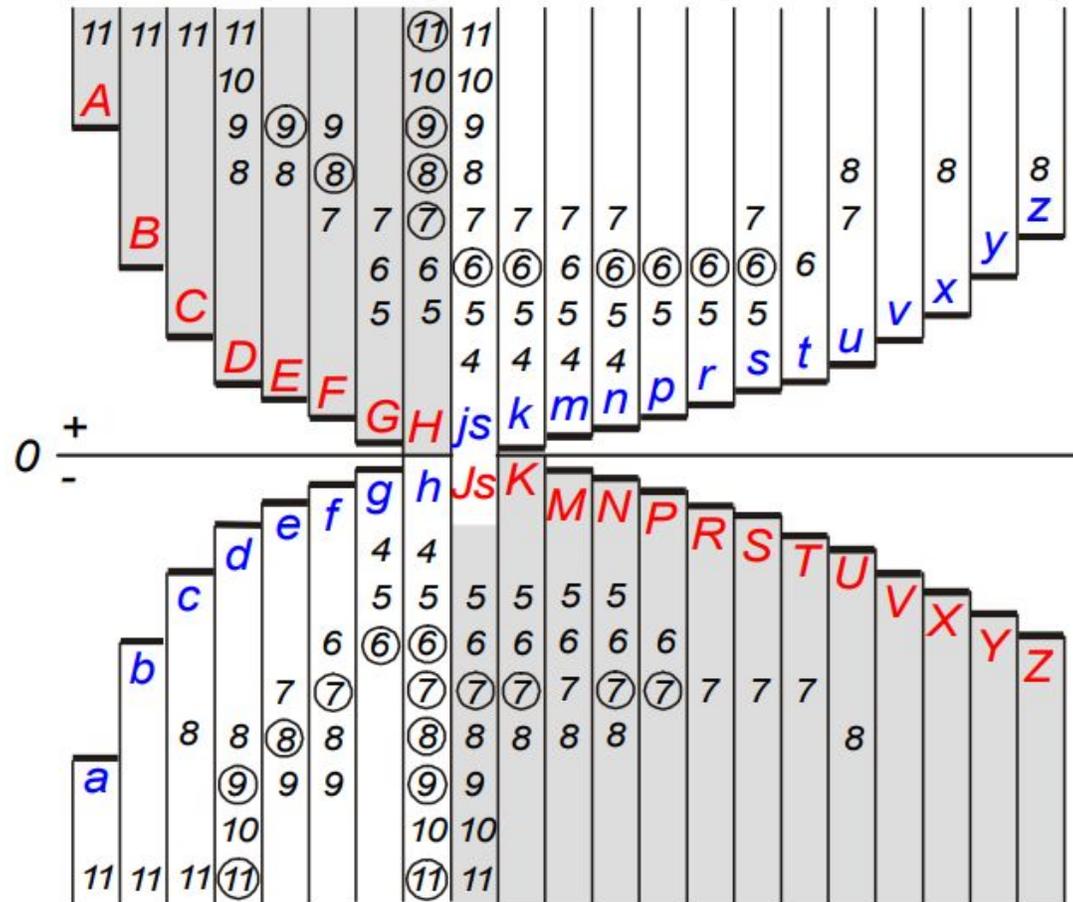
A – амплитуда рассеяния размеров, характеризующая погрешность обработки, мкм;
 d – диаметр обрабатываемой детали, мм;
 a – коэффициент, зависящий лишь от типа станка.

$$IT = k \cdot i$$

k – число единиц допуска, установленное для каждого квалитета;
 i – единица допуска, зависящая только от размера

Принципы построения системы допусков и посадок

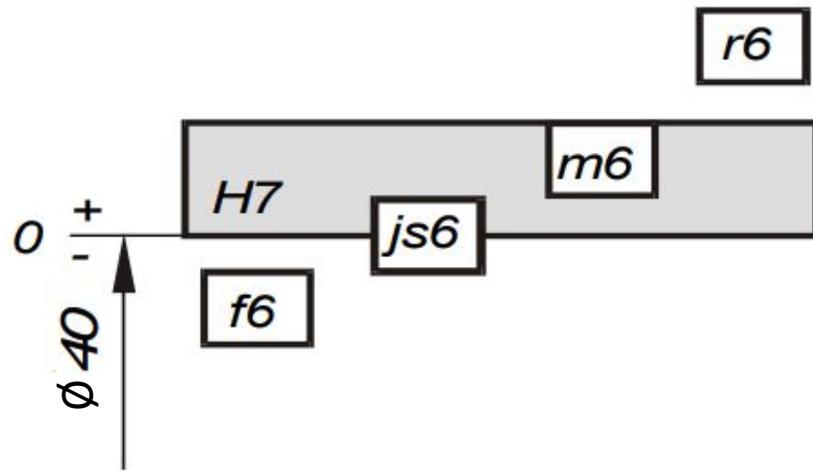
Второй принцип построения СДП



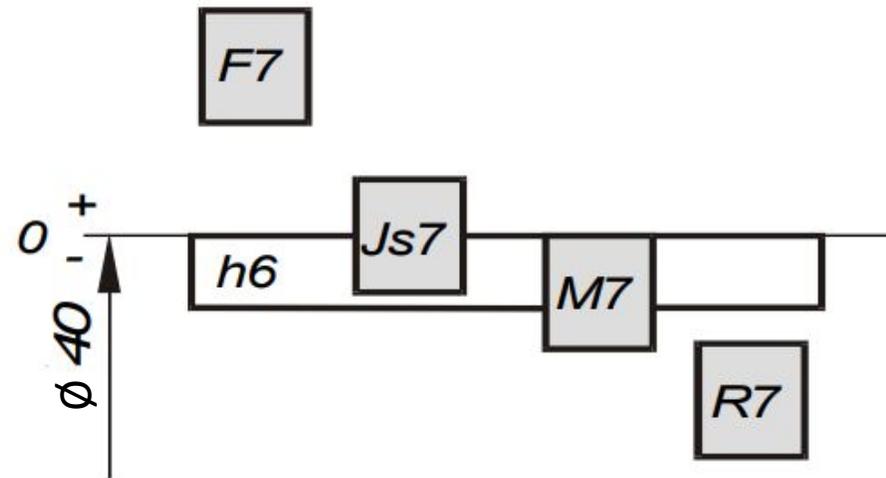
Принципы построения системы допусков и посадок

Третий принцип построения СДП

- **Посадки в системе отверстия** – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.
- **Основное отверстие (H)** – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.
- **Посадки в системе вала** – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала.
- **Основной вал (h)** – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.



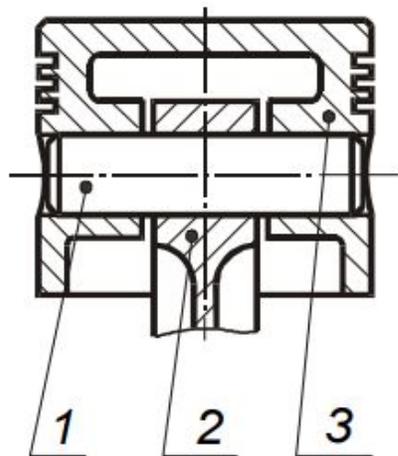
a)



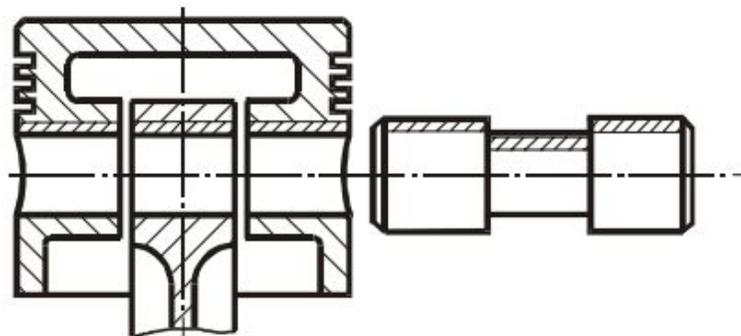
b)

Принципы построения системы допусков и посадок

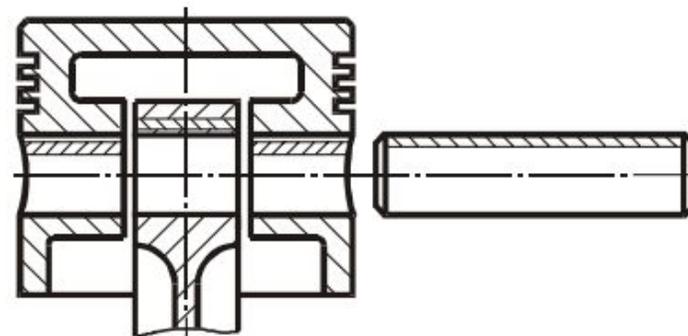
Третий принцип построения СДП



a)



б)



в)

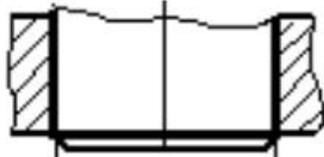
Принципы построения системы допусков и посадок

Четвертый принцип построения СДП

1. Можно применять любое сочетание полей допусков, установленных стандартом.
2. Посадки должны назначаться либо в системе отверстия, либо в системе вала.
3. Применение системы отверстия предпочтительней.
4. Следует отдавать предпочтение рекомендуемым посадкам (см. ГОСТ 25347-82), при этом в первую очередь - предпочтительным.
5. Посадки с 4-го по 7-й квалитеты рекомендуется образовывать путем сопряжения отверстия на квалитет грубее, чем вал.

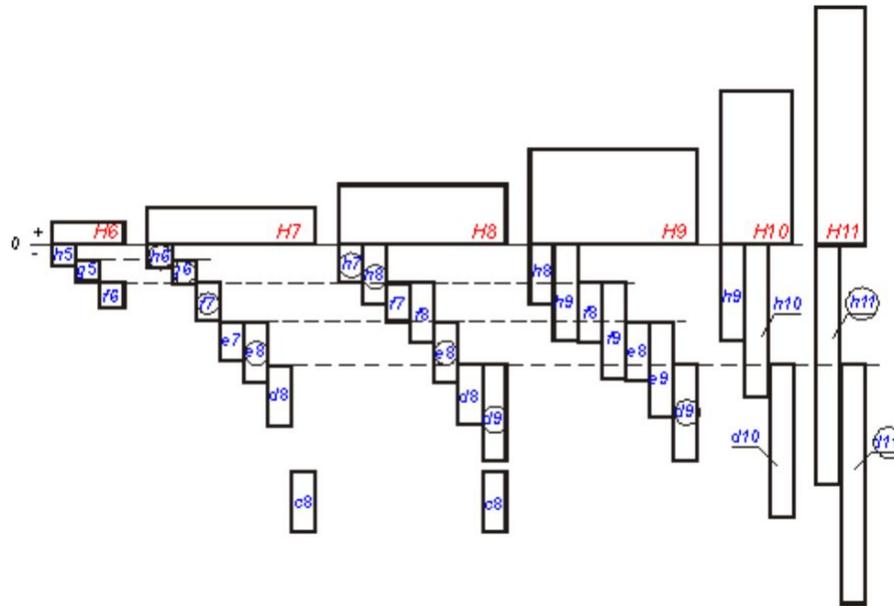
Принципы построения системы допусков и посадок

Четвертый принцип построения СДП

Способ указания на чертежах предельных отклонений			
1. Условное обозначение полей допусков	$\varnothing 64 k6$	$\varnothing 64 H7$	$\varnothing 64 \frac{H7}{k6}$
2. Указание числовых значений предельных отклонений	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.021 \\ +0.002 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.03 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.030 \\ +0.021 \\ -0.002 \end{matrix}$
3. Условное обозначение полей допусков с указанием их числовых значений	$\varnothing 64 k6 \begin{pmatrix} +0.021 \\ +0.002 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 H7 \begin{pmatrix} +0.03 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 \frac{H7 \begin{pmatrix} +0.030 \end{pmatrix}}{k6 \begin{pmatrix} +0.021 \\ -0.002 \end{pmatrix}}$

Особенности посадок с зазором

- В сопряжении образуются зазоры. На рис. приведена в сокращении схема расположения полей допусков посадок с зазором в системе отверстия для размеров до 500 мм.
- Посадки применяются как в точных, так и в грубых квалитетах.
- Посадки предназначены для подвижных сопряжений, например, для подшипников скольжения, а также для неподвижных сопряжений, например, для обеспечения беспрепятственной сборки деталей, что особенно важно при автоматизации сборочных операций.



Области применения некоторых рекомендуемых посадок с зазором

Посадки H/h – «скользящие». Наименьший зазор в посадках равен нулю. Они установлены во всем диапазоне точностей сопрягаемых размеров (4...12-й квалитеты). В точных квалитетах они применяются как центрирующие посадки, т.е. обеспечивают высокую степень совпадения центра вала, с центром сопрягаемого с ним отверстия. Допускают медленное вращение и продольное перемещение, чаще всего используемое при настройках и регулировках.

Посадка $H7/h6$ * применяется в неподвижных соединениях при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей: сменные зубчатые колеса на валах, фрезы на оправках, центрирующие корпуса под подшипники качения, сменные кондукторные втулки и т.д. Для подвижных соединений применяется посадка шпинделя в корпусе сверлильного станка.

Посадки $H8/h7$, $H8/h8$ имеют примерно то же назначение, что и посадка $H7/h6$, но характеризуются более широкими допусками, облегчающими изготовление детали.

Посадки H/h в более грубых квалитетах (с 9-го по 12-й) предназначены для неподвижных и подвижных соединений малой точности. Применяются для посадки муфт, звездочек, шкивов на валы, для неотчетственных шарниров, роликов и т.п.

Посадки H/g , G/h – «движения». Обладают минимальным по сравнению с другими посадками гарантированным зазором. Установлены только в точных квалитетах с 4-го по 7-й. Применяются для плавных, чаще всего возвратно-поступательных перемещений, допускают медленное вращение при малых нагрузках.

Посадки $H6/g5$, $H7/g6$ применяются в плунжерных и золотниковых парах, в шпинделе делительной головки и т.п.

Области применения некоторых рекомендуемых посадок с зазором

Посадки H/f , F/h – «ходовые». Характеризуются умеренным гарантированным зазором. Применяются для обеспечения свободного вращения в подшипниках скольжения общего назначения при легких и средних режимах работы со скоростями не более 150 рад/с и в опорах поступательного перемещения.

Посадки $H7/f7$, $H8/f8$ применяются в подшипниках скольжения коробок передач различных станков, в сопряжениях поршня с цилиндром в компрессорах, в гидравлических прессах и т.п.

Посадки H/e , E/h – «легкоходовые». Обладают значительным гарантированным зазором, вдвое большим, чем у ходовых посадок. Применяются для свободного вращательного движения при повышенных режимах работы со скоростями более 150 рад/с, а также для компенсации погрешностей монтажа и деформаций, возникающих во время работы.

Посадки $H7/e8$, $H8/e8$ применяются для подшипников жидкостного трения турбогенераторов, больших электромашин, коренных шеек коленчатых валов.

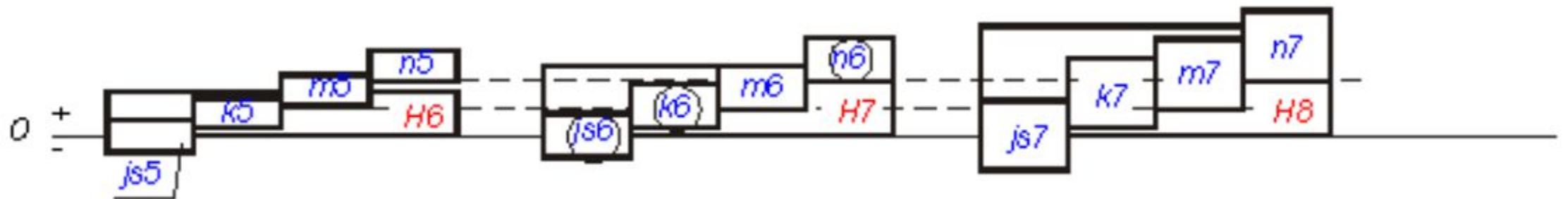
Посадки H/d , D/h – «широкоходовые». Характеризуются большим гарантированным зазором, позволяющим компенсировать значительные отклонения расположения сопрягаемых поверхностей и температурные деформации и обеспечить свободное перемещение деталей или их регулировку и сборку.

Посадки $H8/d9$, $H9/d9$ применяются для соединений при невысоких требованиях к точности, для подшипников трансмиссионных валов, для поршней в цилиндрах компрессоров.

Посадка $H11/d11$ применяется для крышек подшипников и распорных втулок в корпусах, для шарниров и роликов на осях.

Особенности переходных посадок

- В сопряжении могут получиться как зазоры, так и натяги. На рис. Приведена в сокращении схема расположения полей допусков переходных посадок в системе отверстия для размеров до 500 мм.
- Применяются только в точных квалитетах – с 4 по 8.
- Предназначены для неподвижных, неразъемных соединений, так как обеспечивают легкую сборку и разборку соединения.



Области применения некоторых рекомендуемых переходных посадок

Посадки H/js ; Js/h - «плотные». Вероятность получения натяга $P(N) \approx 0.5...5\%$, и, следовательно, в сопряжении образуются преимущественно зазоры. Обеспечивают легкую собираемость.

Посадка $H7/js6$ применяется для сопряжения стаканов подшипников с корпусами, небольших шкивов и ручных маховичков с валами.

Посадки H/k ; K/h - «напряженные». Вероятность получения натяга $P(N) \approx 24...68\%$. Однако из-за влияния отклонений формы, особенно при большой длине соединения, зазоры в большинстве случаев не ощущаются. Обеспечивают хорошее центрирование. Сборка и разборка производится без значительных усилий, например, при помощи ручных молотков.

Посадка $H7/k6$ широко применяется для сопряжения зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт с валами.

Посадки H/m ; M/h - «тугие». Вероятность получения натяга $P(N) \approx 60...99,98\%$. Обладают

Области применения некоторых рекомендуемых переходных посадок

высокой степенью центрирования. Сборка и разборка осуществляется при значительных усилиях. Разбираются, как правило, только при ремонте.

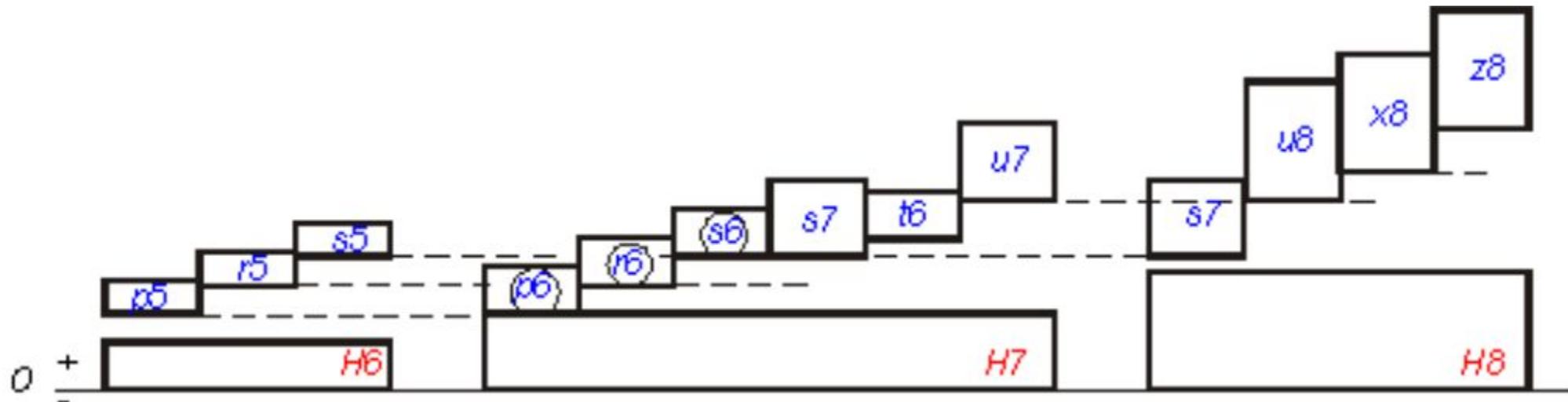
Посадка $H7/m6$ применяется для сопряжения зубчатых колес, шкивов, маховиков, муфт с валами; для установки тонкостенных втулок в корпуса, кулачков на распределительном валу.

Посадки H/n ; N/h - «глухие». Вероятность получения натяга $P(N) \approx 88...100\%$. Обладают высокой степенью центрирования. Сборка и разборка осуществляется при значительных усилиях: применяются прессы. Разбираются, как правило, только при капитальном ремонте.

Посадка $H7/n6$ применяется для сопряжения тяжело нагруженных зубчатых колес, муфт, кривошипов с валами, для установки постоянных кондукторных втулок в корпусах кондукторов, штифтов и т.п.

Особенности посадок с натягом

- В сопряжении образуются только натяги. На рис. приведена в сокращении схема расположения полей допусков посадок с натягом в системе отверстия для размеров до 500 мм.
- Посадки применяются только в точных квалитетах.
- Они используются для передачи крутящих моментов и осевых сил без дополнительного крепления, а иногда для создания предварительно напряженного состояния у сопрягаемых деталей.
- Посадки предназначены для неподвижных и неразъемных соединений. Относительная неподвижность деталей обеспечивается силами трения, возникающими на контактирующих поверхностях вследствие их упругой деформации, создаваемой натягом при сборке соединения.



Области применения некоторых рекомендуемых посадок с натягом

Посадки H/p ; P/h - «легкопрессовые». Имеют минимальный гарантированный натяг. Обладают высокой степенью центрирования. Применяются, как правило, с дополнительным креплением.

Посадка $H7/p6$ применяется для сопряжения тяжело нагруженных зубчатых колес, втулок, установочных колец с валами, для установки тонкостенных втулок и колец в корпуса.

Посадки H/r ; H/s ; H/t и R/h ; S/h ; T/h - «прессовые средние». Имеют умеренный гарантированный натяг в пределах $N = (0.0002...0.0006)D$. Применяются как с дополнительным креплением, так и без него. При сопряжении возникают, как правило, упругие деформации.

Посадки $H7/r6$, $H7/s6$ применяются для сопряжения зубчатых и червячных колес с валами в условиях тяжелых ударных нагрузок с дополнительным креплением (для стандартных втулок подшипников скольжения предусмотрена посадка $H7/r6$).

Посадки H/u ; H/x ; H/z и U/h - «прессовые тяжелые». Имеют большой гарантированный натяг в пределах $N = (0.001...0.002)D$. Предназначены для соединений, на которые воздействуют большие, в том числе и динамические нагрузки. Применяются, как правило, без дополнительного крепления соединяемых деталей. В сопряжении возникают упругопластические деформации. Детали должны быть проверены на прочность.

Посадки $H7/u7$; $H8/u8$ наиболее распространенные из числа тяжелых посадок. Примеры применения: вагонные колеса на осях, бронзовые венцы червячных колес на стальных ступицах, пальцы эксцентриков и кривошипов с дисками.