

**ХКМЗ/1**

**09.02.2023**

**ОП.04 Метрология, стандартизация и подтверждение  
соответствия**

**Тема 2.2 Система допусков и посадок гладких элементов деталей и  
соединений**

**План**

1. Единые принципы построения системы допусков и посадок типовых соединений деталей машин.
2. Посадки гладких цилиндрических соединений.
3. Обозначение посадок на чертежах.
4. Порядок выбора и назначения квалитетов и посадок.
5. Допуски и посадки подшипников качения.

**Основная литература**

1. Зайцев С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении / Зайцев С.А., Толстов А.Н. Грибанов Д.Д., Куранов А.Д. : учебник для СПО.- 3-е издание. - М: Издательский центр Академия, 2019.-288с.
2. Иванов И.А., Урушев С.В., Воробьев А.А., Кононов Д.П. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте: учебник для СПО.- :Издательский центр «Академия», 2017.-336с.
3. Ильяков А.И. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении/ Ильяков А.И., Марсов Н.Ю., Гутюм Л.В.: Практикум: учебное пособие для студентов Учреждений СПО.- М: Издательский центр Академия, 2017,-160с.

**Дополнительная литература**

1. Никифоров Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие – 3-е изд. испр.-М: Высшая школа, 2010.-422с;
2. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация учебник – М: Издательский центр академия, 2010.-384с.
3. ГОСТ 16263-70 ГСИ. Метрология. Термины и определения.
4. ГОСТ 4.93-83. Система показателей качества продукции.
5. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции.

**Интернет-ресурсы**

1. [Csm-vrrn.ru](http://Csm-vrrn.ru)
2. [Gost.ru](http://Gost.ru)-
3. Электронный учебник [de.ifmo.ru](http://de.ifmo.ru)

## 1. Единые принципы построения системы допусков и посадок типовых соединений деталей машин

*Системой допусков и посадок (СДП)* называют совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов.

Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей. Она обеспечивает возможность стандартизации режущего инструмента и калибров, облегчает конструирование, производство и достижение взаимозаменяемости изделий и их частей, а также предопределяет их качество.

В настоящее время большинство стран мира применяет систему допусков и посадок ИСО, созданную для унификации национальных СДП с целью обеспечения международных технических связей в различных отраслях промышленности. Включение международных рекомендаций в национальные стандарты создает условия для обеспечения взаимозаменяемости однотипных деталей, составных частей и изделий, изготовленных в разных странах.

Система допусков и посадок охватывает допуски на размеры гладких элементов деталей и на посадки, которые образуются при их соединении. Принятые нормы взаимозаменяемости включают в себя также СДП резьбовых деталей, конусов и т.д.

Система допусков и посадок ИСО и национальные СДП построены по единым принципам и характеризуются следующими признаками.

Стандарты предусматривают две равноправные системы посадок: систему отверстия и систему вала.

**Посадки в системе отверстия** (рисунок 2.25, а) — посадки, в которых различные зазоры и натяги образуются в результате соединения разных валов с основным отверстием, поле допуска которого обозначается Н ( $EI = 0$ ). Посадки в системе вала (рисунок 2.25, б) — посадки, в которых различные зазоры и натяги возникают в результате соединения разных отверстий с основным валом, поле допуска которого обозначается h ( $es = 0$ ).

Такую систему допусков принято называть односторонней предельной.

Выбор системы посадки (отверстия или вала) осуществляют исходя из конструктивных, технологических и экономических соображений. Преимущественное распространение получила система отверстия. Это связано с тем, что отверстия обрабатывают дорогостоящим режущим

инструментом (сверло, протяжка, зенкер, развертка и т.п.), предназначенным только для одного размера с определенным полем допуска. Вал независимо от размера обычно обрабатывают одним и тем же инструментом (резец, шлифовальный круг).

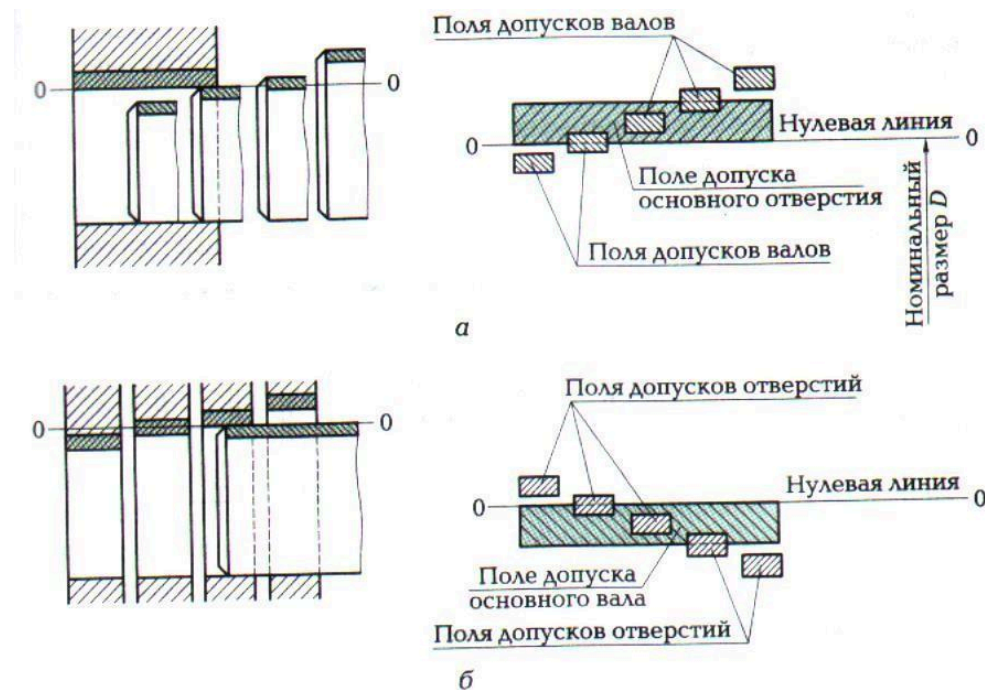


Рисунок 2.25 - Примеры расположения полей допусков для посадок в системе отверстия (а) и в системе вала (б)

Таким образом, число типоразмеров инструмента для обработки отверстий будет значительно меньше в случае назначен им посадки в системе отверстия.

В некоторых случаях по конструктивным соображениям применяется система вала (например, на одном валу необходимо чередовать соединения нескольких отверстий одного номинального размера с различными посадками). На рисунке 2.26(а) представлено соединение поршневого пальца 1 с поршнем 2 и шатуном 3. Для нормальной работы этого узла соединение поршня и пальца должно быть выполнено по неподвижной посадке, а шатуна с пальцем — по подвижной. Назначение посадок в системе отверстия (рисунок 2.26 б) привело бы к неудобствам при обработке ступенчатого пальца, и, главное, — к порче отверстия шатуна при сборке. При назначении посадок в системе вала (рисунок 2.26 в) эти недостатки исключаются. Система вала также применяется в тех случаях, когда детали типа валиков или осей изготавливаются из калиброванных холодноотянутых

прутков, дополнительная механическая обработка которых не предусматривается. И, наконец, посадка в системе вала назначается в тех случаях, когда вал является стандартной деталью (штифт, шплинт, шпонка и т.п.).

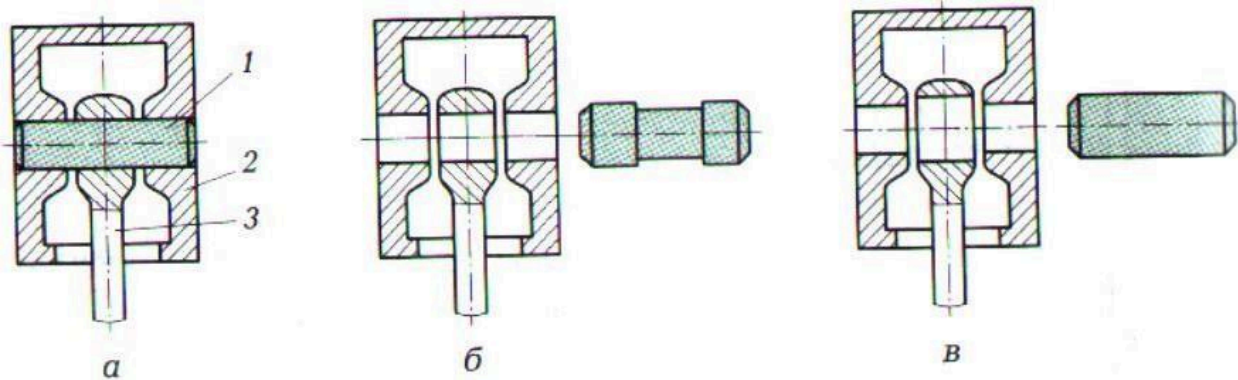


Рисунок 2.26 - Соединение поршневого пальца с поршнем и шатуном двигателя автомобиля:

*а* — общий вид соединения: *1* — поршневой палец; *2* — поршень, *3* — шатун; *б* — соединение в системе отверстия; *в* — соединении в системе вала

При выборе системы посадок учитывается наличие стандартных деталей и их составных частей. Например, соединение внутреннего кольца подшипника качения с валом осуществляется по системе отверстия, а наружного кольца с корпусом — по системе вала.

Необходимо также знать, что возможно назначение и внесистемных посадок, образованных сочетанием стандартных полей допусков и иногда называемых комбинированными.

Для учета специфики конструирования и технологии изготовления деталей, их измерения и контроля, условий эксплуатации узлов и механизмов, удобства практического использования стандартных значений предельных отклонений и допусков, все размеры разбиваются на диапазоны и интервалы. Наиболее распространенные **диапазоны номинальных размеров**:

- свыше 0 до 1 мм включительно;
- свыше 1 до 500 мм;
- свыше 500 до 3 150 мм;
- свыше 3 150 до 10 000 мм.

Детали, размеры которых входят в каждый из этих диапазонов, имеют свои особенности при проектировании, обработке и контролю. Так, размеры,

входящие в диапазон свыше 0 до 1 мм, наиболее часто реализуются в микроэлектронике с использованием нанотехнологий, размеры свыше

1 до 500 мм — в машиностроении, а размеры свыше 500 мм — в станкостроении и тяжелом машиностроении.

Согласно ГОСТ 25346—89, ГОСТ 25347—82 и ГОСТ 25348—82 в системе СДП и ИСО установлены допуски и посадки для размеров менее 1 и до 500 мм, свыше 500 и до 3 150 мм, а в СДП, кроме того, для размеров свыше 3 150 до 10 000 мм; поля допусков для размеров менее 1 мм выделены отдельно.

Каждый диапазон размеров разбивается на **интервалы** — основные и промежуточные. В пределах любого интервала основные отклонения и допуски неизменны. Основные интервалы используются для определения всех допусков системы. В СДП для номинальных размеров свыше 1 до 500 мм предусмотрены 13 основных интервалов размеров. Для полей допусков, образующих посадки с большими зазорами или натягами, введены дополнительные промежуточные интервалы, что позволяет уменьшить вариации зазоров и натягов, и делает посадки более определенными. Некоторые интервалы номинальных размеров до 120 мм приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5- Интервалы номинальных размеров

| Основные интервалы |         | Промежуточные интервалы |     |
|--------------------|---------|-------------------------|-----|
| Свыше              | Д       | Св<br>ыше               | До  |
| -                  | 0<br>3  | -                       | -   |
| 3                  | 6       | -                       | -   |
| 6                  | 1<br>0  | -                       | -   |
| 10                 | 1<br>8  | 10                      | 14  |
|                    |         | 14                      | 18  |
| 18                 | 3<br>0  | 18                      | 24  |
|                    |         | 24                      | 30  |
| 30                 | 5<br>0  | 30                      | 40  |
|                    |         | 40                      | 50  |
| 50                 | 8<br>0  | 50                      | 65  |
|                    |         | 65                      | 80  |
| 80                 | 1<br>20 | 80                      | 100 |
|                    |         | 100                     | 120 |

Некоторые значения единицы допуска для основных интервалов

размеров приведены в табл.2.7Δ

Таблица2.6 - Значения единицы допуска для основных интервалов размеров

| Интервал размеров, мм |     | Единица<br>допуска $i$ , мм |
|-----------------------|-----|-----------------------------|
| Свыше                 | До  |                             |
| -                     | 3   | 0,63                        |
| 3                     | 6   | 0,83                        |
| 6                     | 10  | 1,00                        |
| 10                    | 18  | 1,21                        |
| 18                    | 30  | 1,44                        |
| 30                    | 50  | 1,71                        |
| 50                    | 80  | 1,90                        |
| 80                    | 120 | 2,20                        |

**Единица допуска** применяется в системе допусков для отражения влияния технологических, конструктивных и метрологических факторов и выражает зависимость допуска от номинального размера. На основании исследований точности механической наработки установлена следующая зависимость единиц допуска для размеров до 500 мм:  $i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D$ ,

где  $D$  — среднее геометрическое значение крайних размеров в каждом интервале, мм.

Так как зависимость между допуском и номинальным размером установлена, можно было бы определять допуск для любого размера в заданном диапазоне. Однако в этом нет необходимости, поскольку при небольших отличиях номинальных размеров допуски на них будут отличаться незначительно. Технологическая трудность изготовления деталей в определенном диапазоне размеров будет одинаковой, причем этот диапазон тем уже, чем меньше размеры. С увеличением размеров диапазон расширяется.

Детали разного назначения в различных машинах и механизмах должны быть изготовлены с неодинаковой точностью. Нормирование требуемых уровней точности осуществляется с помощью квалитетов.

Под **квалитетом** понимают совокупность допусков, изменяющихся в зависимости от номинального размера так, что уровень точности для всех номинальных размеров остается одинаковым.

В СДП установлены 20 квалитетов. Их условные обозначения — IT01, IT0, IT1, IT2, IT3, ..., IT16, IT17 и IT18. Наиболее точные квалитеты — IT01 и IT0, а наиболее грубые — IT1 и IT18.

Значение допуска в каждом квалитете характеризуется постоянным коэффициентом  $k$ , который называется **числом единиц допуска**. Это число определяется квалитетом и не зависит от номинального размера.

Таблица 2.7-Значение числа единиц допуска в каждом качестве

| Квал<br>итет | $k$ | Квал<br>итет | $k$  |
|--------------|-----|--------------|------|
| IT5          | 7   | IT12         | 160  |
| IT6          | 10  | IT13         | 250  |
| IT7          | 16  | IT14         | 400  |
| IT8          | 25  | IT15         | 640  |
| IT9          | 40  | IT16         | 1000 |
| IT10         | 64  | IT17         | 1600 |
| IT11         | 100 | IT18         | 2500 |

Допуск для  
любого качества

$$T = ki.$$

Число единиц допуска, а, следовательно, и допуски на размеры увеличиваются при переходе от одного качества к другому по геометрической прогрессии со знаменателем 1,6. Через каждые 5 качеств, начиная с 6-го, допуски увеличиваются в 10 раз.

Строгого разграничения областей применения различных качеств не предусмотрено, но преимущественно используются следующие качества:

- для концевых мер длины — IT01 — IT1;
- калибров и особо точных изделий — IT2 — IT5;
- сопряжений — IT6 — IT 12 (в машиностроении для окончательной обработки наиболее широко распространены качества IT 6 и IT 7);
- наиболее распространенных свободных размеров IT 3 — IT18.

Такая система построения рядов допусков позволяет по известным номинальному размеру и допуску определить качество.

Например, шейка коленчатого вала шлифуется под размер  $85^{+0,012}_{-0,34}$  мм. Допуск составляет 22 мкм, а единица допуска для диаметра 85 мм равна 2,20. Определим число единиц допуска:

$$k = IT / i = 22 / 2,20 = 10,$$

что соответствует качеству IT6.

Стандарты системы СДП содержат числовые значения допусков в виде таблиц. Эти данные позволяют применять СДП, не прибегая к формулам и правилам, по которым они определены.

Допуски и отклонения, установленные стандартами, относятся к деталям, размеры которых определены при **нормальной температуре**. В большинстве стран мира за нормальную принята температура 20<sup>0</sup>С. Она близка к температуре рабочих помещений машино-и приборостроительных заводов. Градуировку и аттестацию всех линейных и угловых мер и измерительных приборов, а также точные измерения необходимо выполнять при нормальной температуре. Температура детали и измерительного средства и момент контроля должна быть одинаковой. Отклонения от нормальной температуры не должны превышать допустимых значений, установленных ГОСТ 8.050—73 «ГСИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых изменений».