

Самостоятельная работа №2

Система допусков и посадок в объеме выполняемой работы

Цель работы: Ознакомиться с основными положениями взаимозаменяемости деталей, системой допусков и посадок.

Оборудование и инструмент: типовое прямобочное шлицевое соединение, штангенциркуль, микрометр.

Теоретические сведения: Размеры деталей, полученные исходя из расчётов, являются номинальными. При изготовлении деталей их размеры, вследствие погрешности обработки отличаются от номинальных. Вместе с тем, для массового производства машин и механизмов их детали должны быть взаимозаменяемыми.

Взаимозаменяемость – возможность замены одной детали другой без дополнительной подгонки и обработки. Для этого необходимо на чертежах указывать отклонения от номинального размера (наибольший, наименьший предельные размеры).

Как известно, различают детали охватывающие («отверстия») и охватываемые («валы»). Условно диаметры отверстия и вала на чертежах принято обозначать так:

$$D_{EI}^{ES} \quad d_{ei}^{es}$$

где D, d – номинальные диаметры отверстия и вала;

ES, EI – верхнее и нижнее предельные отклонения от номинального диаметра отверстия;

es, ei – верхнее и нижнее предельные отклонения от номинального диаметра вала.

Таким образом, минимальный и максимальный диаметры детали запишутся:

$$\begin{aligned} D_{\min} &= D + EI; \\ D_{\max} &= D + ES \end{aligned}$$

(13.1)

Допуск – разность между максимальным и минимальным размерами детали, т. е. :

$$T(D) = D_{\max} - D_{\min} = (D + ES) - (D + EI) = ES - EI$$

. (13.2)

Следовательно, допуск – разность между предельными верхним и нижним отклонениями.

Посадка – характеризует соединение одной детали с другой по сопрягаемой поверхности, т.е. по поверхности, которые при сборке соприкасаются с поверхностями других деталей.

Характер посадок

Если вал сопрягается с отверстием минимальный предельный размер которого больше максимального предельного размера вала, то такая посадка будет с *зазором*. Посадки с зазором обычно применяют в подвижных соединениях (например, в подшипниках скольжения) и в неподвижных, если надо обеспечить лёгкую сборку(разборку). Поля взаимного расположения допусков вала и отверстия показаны на рисунке 13.1.

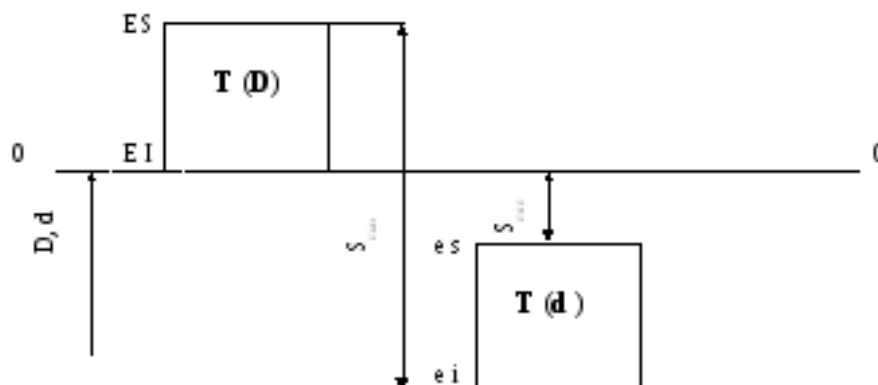


Рисунок 13.1 - Посадка с зазором

1. – нулевая линия – линия, соответствующая номинальному значению D(d);

T(D) – поле допуска отверстия; T(d) – поле допуска вала.

Максимальный зазор определяется:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = (D + ES) - (d + ei) = ES - ei \quad (13.3)$$

Минимальный зазор определяется:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = (D + EI) - (d + es) = EI - es \quad (13.4)$$

Если вал сопрягается с отверстием максимальный предельный размер которого меньше минимального предельного размера вала, то такая посадка будет с *натягом*. Посадки с натягом применяют в неподвижных соединениях. Поля взаимного расположения допусков вала и отверстия показаны на рисунке 13.2.

Максимальный натяг определяется:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = (d + es) - (D + EI) = es - EI \quad (13.5)$$

Минимальный натяг определяется:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = (d + ei) - (D + ES) = ei - ES. \quad (13.6)$$

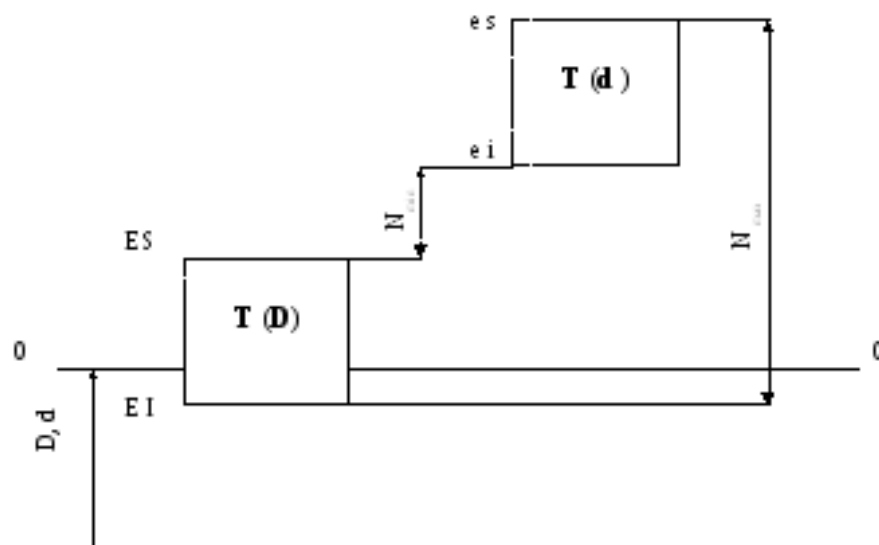


Рисунок 13.2 - Посадка с натягом

При соединении деталей возможно появление одновременно и зазоров и натягов. Здесь используются *переходные посадки*. Они применяются широко в современном машиностроении, где при сборке узлов допускаются соединения с небольшим зазором или лёгким натягом. Для изготовления таких соединений допуск значительно расширяется, что делает соединение дешевле. Переходные посадки используются в неподвижных соединениях, требующих повторных сборок (разборок) с применением дополнительных креплений (шпоночные соединения, резьбовые детали). Характерным признаком переходных посадок является перекрытие полей допусков (рисунок 13.3).

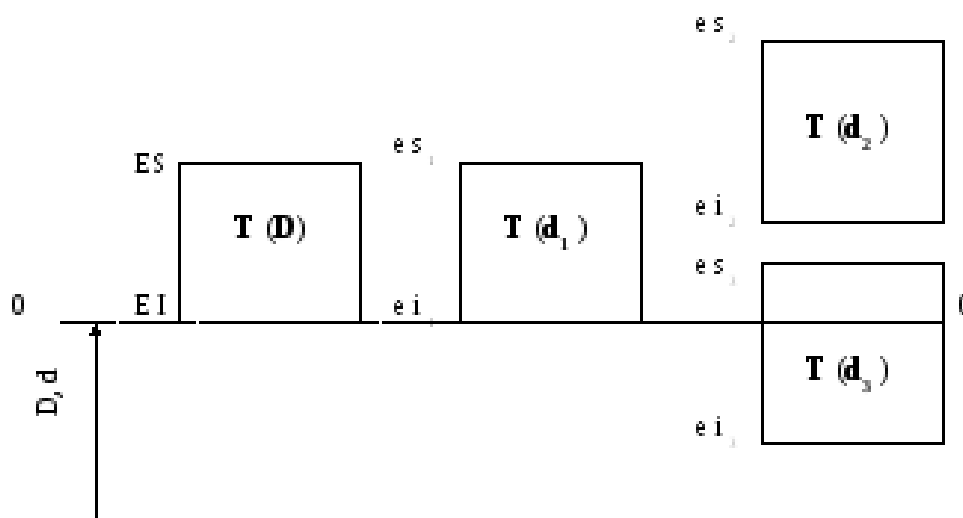


Рисунок 13.3 - Переходные посадки

Понятие о «системе отверстия» и «системе вала».

Посадки с зазором или натягом можно получить, подгоняя детали друг к другу. Однако обычно подгонка осуществляется за счёт одной детали, при этом та деталь, которая является основной даёт название системе.

Например, разнообразные посадки мы получаем, изменяя размеры вала. Отверстие при этом остаётся неизменным, называется основным и даёт название всей системе – «система отверстия». Если разнообразие посадок достигается путём изменения размеров отверстия, то мы имеем дело с «системой вала».

Наиболее распространённой в машиностроении является система отверстия, т. к. при этом значительно уменьшается инструментальное хозяйство (разнообразие посадок достигается изменением размеров вала, легко обрабатываемого на станке).

Посадки системы вала целесообразны при использовании некоторых стандартных деталей (например, подшипников качения) и в случае применения вала постоянного диаметра по всей длине для установки на него нескольких деталей с различными посадками.

Расположение полей допусков отверстия и вала в системах отверстия и вала показаны на рисунке 13.4-13.9.

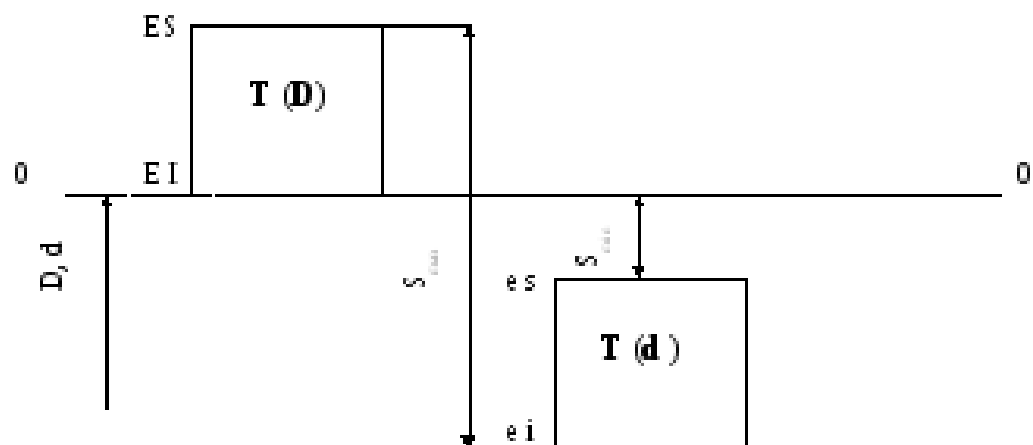


Рисунок 13.4 - Зазор в системе отверстия

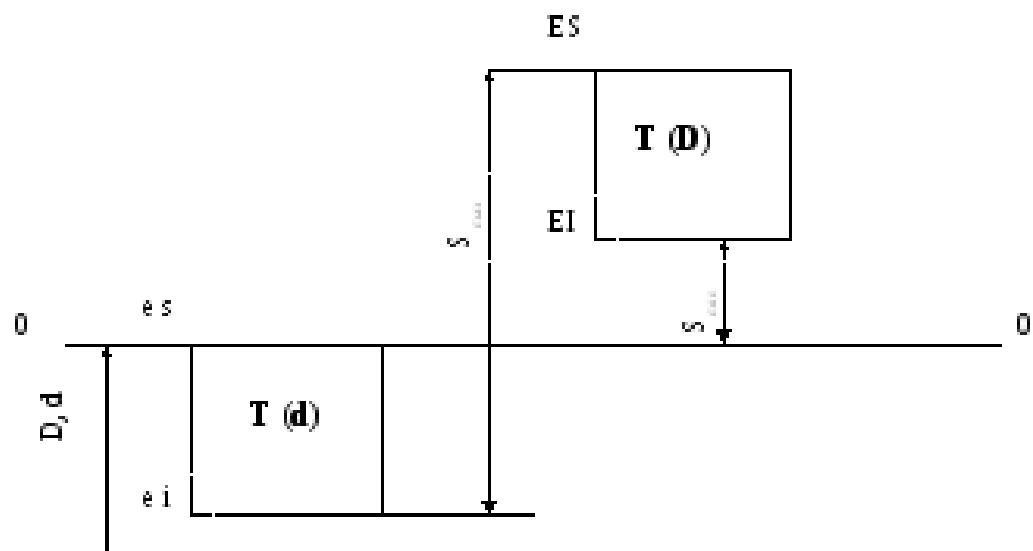


Рисунок 13.5 - Зазор в системе вала

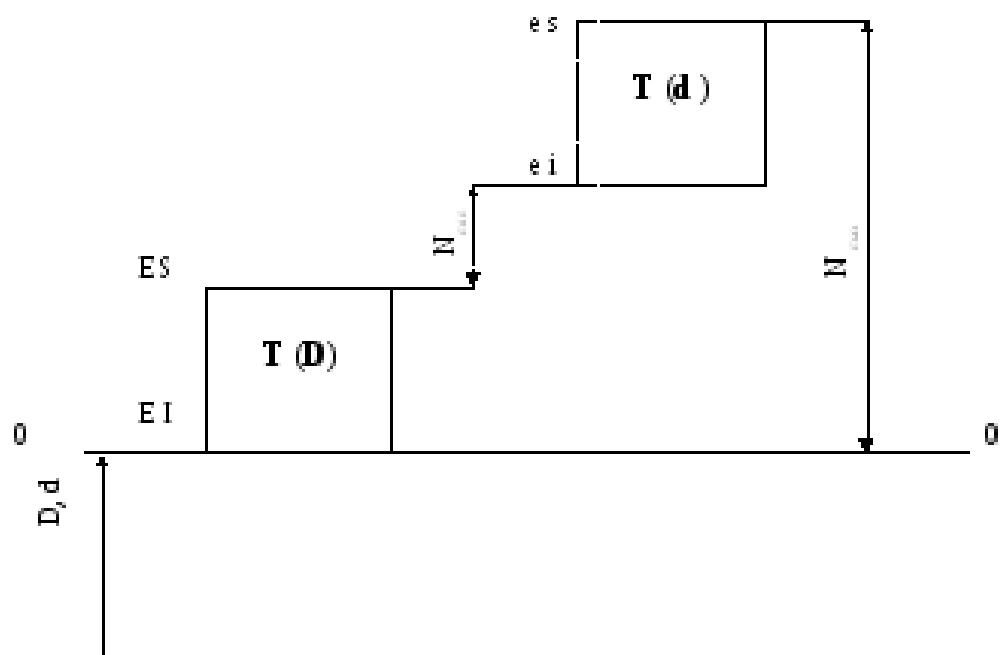


Рисунок 13.6 - Натяг в системе отверстия

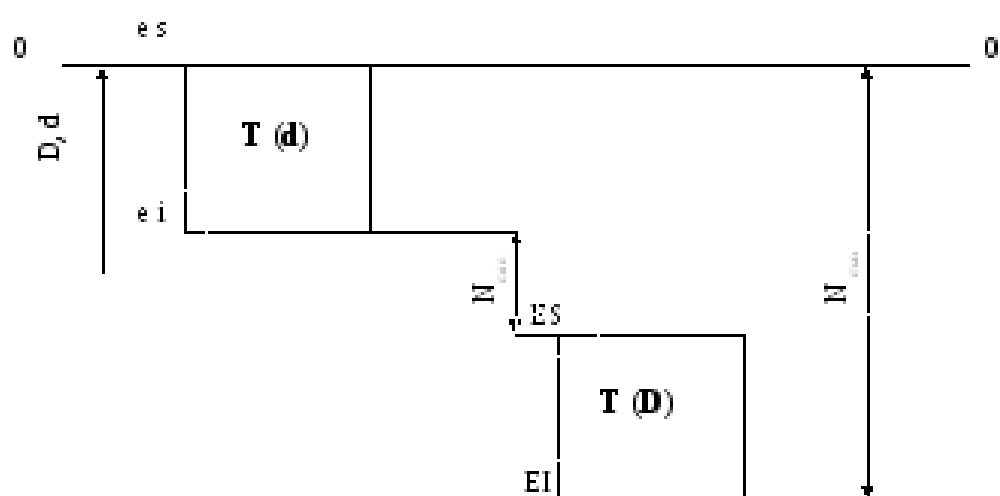


Рисунок 13.7 - Натяг в системе вала

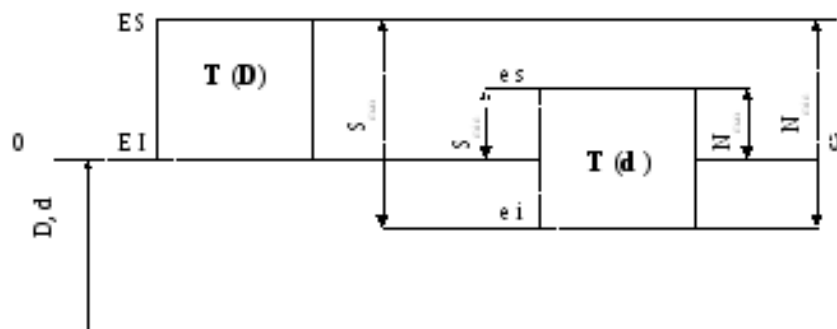


Рисунок 13.8 - Переходная посадка в системе отверстия

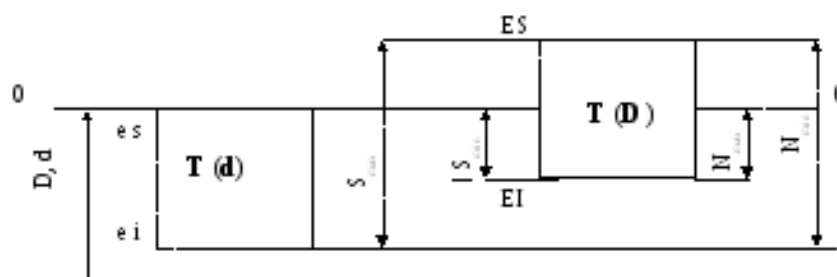


Рисунок 13.9 - Переходная посадка в системе вала

Единица допуска

Допуск, характеризующий размеры детали, не может служить в полной мере характеристикой точности изготовления, т.к. не учитывает сложности изготовления. Изготовить деталь диаметром 10мм при допуске 15мкм проще, чем деталь с таким же допуском при размере 1000мм. В связи с этим вводится понятие «единица допуска» (i).

Если размер детали не более 500мм, то :

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D_m} + 0,001 \cdot D_m, \text{ мкм} \quad (13.7)$$

$$\text{где } D_m = \sqrt{D_{\min} \cdot D_{\max}}. \quad (13.8)$$

Если размер детали более 500мм, то:

$$i = 0,004 \cdot D_m + 2,1. \quad (13.9)$$

Первое слагаемое учитывает сложность изготовления детали, второе слагаемое – погрешности при измерении.

К размерам предъявляются различные требования точности, что объясняется разнообразием машин и условий их работы.

В связи с этим, в системе стандартов содержится ряд квалитетов.

Квалитет – совокупность размеров одинаковой точности. Внутри квалитета все эти размеры одинаковой точности содержат одинаковое число единиц допуска, т.е.:

$$T = a \cdot i, \quad (13.10)$$

где a – число единиц допуска; $a = \text{const}$

Стандартом установлено 20 квалитетов. Чем выше квалитет, тем ниже точность изготовления детали. Например, в шестом квалитете содержится 10 единиц, в седьмом – 16 единиц, в восьмом – 25, в девятом – 40 единиц допуска.

Четвёртый, пятый квалитеты используются для изготовления инструментов, шестой, седьмой, восьмой в общем машиностроении, девятый, десятый, одиннадцатый в сельхоз и тяжёлом машиностроении.

Схемы расположения полей допусков

Стандартом предусмотрено около 90 полей в системе отверстия и вала, которые позволяют получить около 300 посадок в системе отверстия и системе вала.

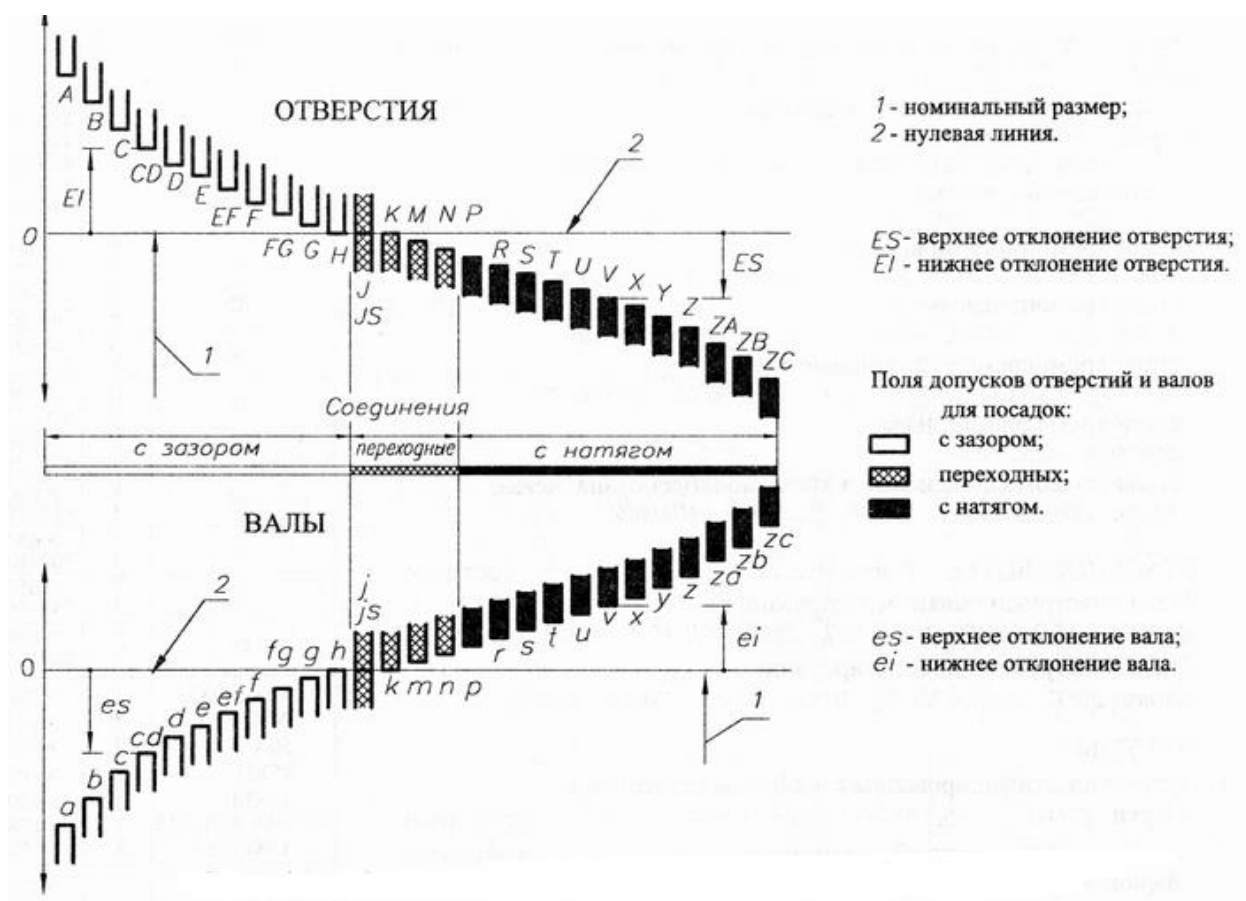


Рисунок 13.10 - Схема расположения и обозначения основных отклонений

Стандартом предусматривается образование посадок путём сочетания любых полей из системы отверстия и системы вала.

Пример обозначения посадок: $50 \frac{H7}{f7}$,

где Н – обозначение поля допуска отверстия; f – обозначение поля допуска вала;

7 – номер квалитета.

Предельные отклонения размеров одной детали могут обозначаться:

1) условным обозначением – 18H7;

2) числовыми значениями – $12 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}$

3) комбинированным способом – 18H7^{+0,018}

Порядок выполнения работы

1. Изучить характер посадок сопрягаемых поверхностей деталей.

2. На рабочих чертежах механизмов дать характеристику посадок, указанных преподавателем.

3. Используя образец шлицевого соединения, построить поля допусков боковой поверхности шлицев шлицевого вала и соответствующей сопрягаемой с ними поверхности зубчатого колеса.

Контрольные вопросы

1. Дать определение «допуска» и «посадки».
2. Дать характеристику посадки с зазором.
3. Как характеризуется посадка с натягом?
4. В чём особенность переходных посадок?
5. Дать понятие «системы отверстия».
6. Дать понятие «системы вала».
7. Что такое единица допуска и квалитет?

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ

Практических работ

Прежде чем приступить к измерению параметров изучаемой машины (деталей и узлов машин), необходимо убедиться в невозможности ее случайного включения или самопроизвольного движения отдельных частей: все части должны находиться в устойчивом положении, пускатели и рубильники выключены, вилка выдернута из розетки.

Во время выполнения лабораторных работ запрещается покидать рабочее место без согласования с лаборантом или с преподавателем, а также отвлекать товарищей от выполнения лабораторной работы, так как это может привести к возникновению опасной ситуации. По всем вопросам необходимо обращаться к преподавателю.

Запрещается загромождать рабочее место предметами, не имеющими отношения к выполнению работы.

Во избежание несчастных случаев необходимо немедленно сообщить преподавателю о замеченных неисправностях и нарушениях правил техники безопасности.

Если с вами или с вашим товарищем произошел несчастный случай, необходимо немедленно, независимо от тяжести полученной травмы, сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

По окончании работы необходимо привести в порядок свое рабочее место. Уходить из лаборатории можно только с разрешения преподавателя.

При нарушении правил техники безопасности студент отстраняется от занятий. Повторный допуск к занятиям разрешается только после собеседования, на котором студент должен показать детальное знание правил техники безопасности с объяснением основных положений.

Определить параметры посадки и построить схемы полей допусков для соединения $34 \frac{H7}{h6}$.

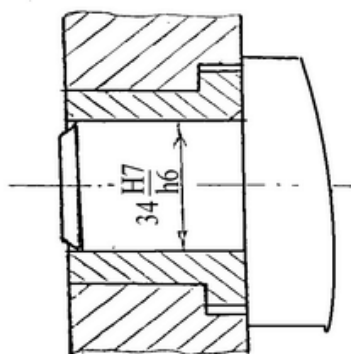


Рисунок 4. Эскиз соединения с обозначением посадки

Нанести на эскизе соединения и эскизах деталей обозначение посадки и допусков.

1. Посадка 34 является посадкой в системе отверстия.
2. Номинальный размер $D = 34$ мм
3. Определяем для детали «Отверстие» 34 $H7$ нормы точности:

а) Предельные отклонения, согласно рекомендаций, таблица 2

Наибольшее предельное отклонение $ES = +25\text{мкм} = 0,025\text{мм}$

Наименьшее предельное отклонение $EI = 0$

б) Наибольший предельный размер $D_{\max} = D + ES = 34 + 0,025 = 34,025 \text{ мм}$

в) наименьший предельный размер $D_{\min} = D + EI = 34 \text{ мм}$

г) Допуск размера отверстия $TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = +25 - 0 = 25 \text{ мкм}$

4. Определяем для детали «Вал» 34 $h6$ нормы точности:

Наибольшее предельное отклонение $es = 0$

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

б) Наибольший предельный размер $d_{\max} = D + es = 34 \text{ мм}$

в) наименьший предельный размер $d_{\min} = D + ei = 34 + 0,016 = 34,016 \text{ мм}$

г) Допуск размера отверстия $Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = 0 - (-16) = 16 \text{ мкм}$

5. Строим схему полей допусков

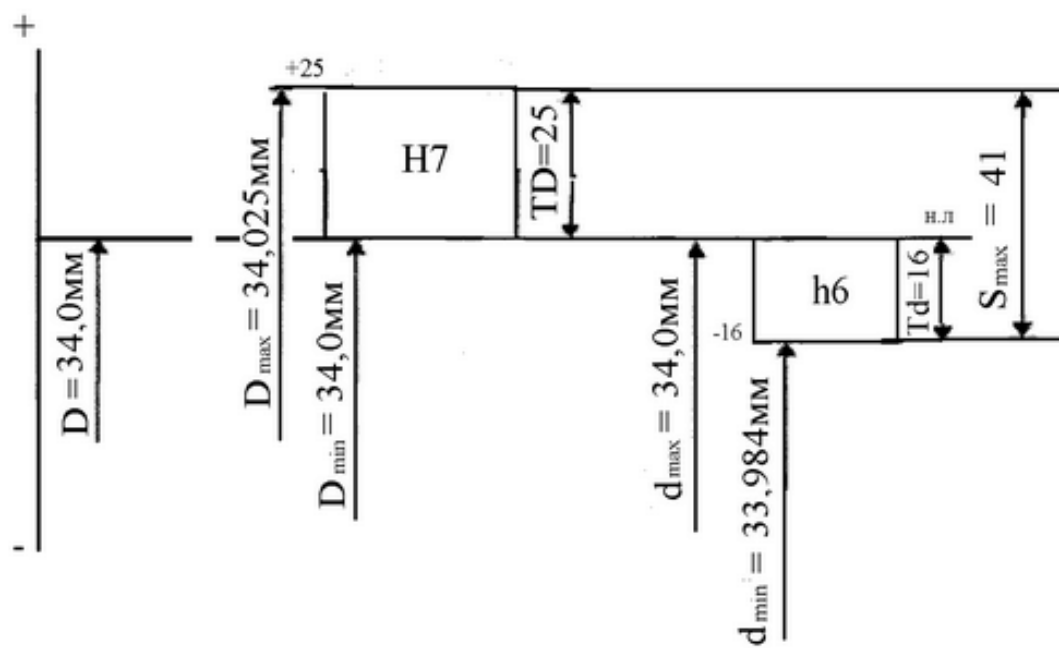


Схема 1. Расположение полей допусков посадки с зазором

6. Получили посадку с зазором, определяем зазоры

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 34,025 - 34,16 = 0,025 - 0,016 = 0,09\text{mm}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 34 - 34 = 0$$

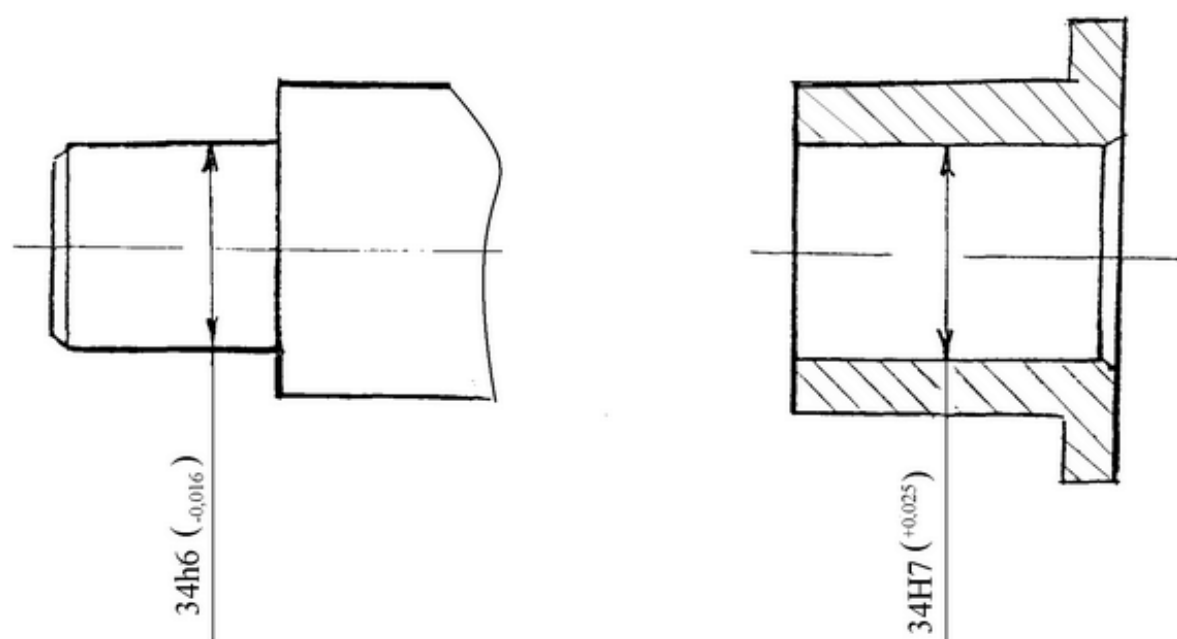


Рисунок 5. Нанесение допусков сопрягаемых размеров на детали соединения