Государственное автономное профессиональное образовательное  
учреждение Свердловской области   
«Уральский радиотехнический колледж им. А.С. Попова»

**Методические рекомендации для выполнения самостоятельных работ студентами 2 курсов специальностей**

**11.02.01 Радиоаппаратостроение,**

**11.02.02 техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям)**

Разработчик: Петрушина Людмила Александровна, преподаватель 1КК

**Екатеринбург, 2021 г.**

Методические рекомендации разработаны в соответствии с учебной программой по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальностей 11.02.01 и 11.02.02 для успешного освоения раздела «Нормирование точности размеров. Системы допусков и посадок для гладких элементов деталей».

**Содержание**

[Тема 1 Основные понятия размеров и отклонений деталей 4](#_Toc86150894)

[Варианты заданий 6](#_Toc86150895)

[Тема 2 Графическое изображение полей допусков 9](#_Toc86150896)

[Контрольное задание: 12](#_Toc86150897)

[Тема 3 Виды посадок 13](#_Toc86150898)

[Варианты к самостоятельной работе по теме 3 18](#_Toc86150899)

[Системы допусков и посадок для гладких элементов деталей 20](#_Toc86150900)

**Нормирование точности размеров.   
Системы допусков и посадок для гладких элементов деталей**

Тема 1 Основные понятия размеров и отклонений деталей

Размеры деталей в партии, изготовленные на одном и том же оборудовании, будут иметь различные значения по причинам:

- Износ инструментов в процессе обработки.

- Различный твердости припуск на обработке заготовки.

- Влияние различных температурных режимов в процессе обработки детали.

- Неточность, деформация станка, инструмента, обрабатываемой детали и т.д.

Невозможно полностью избежать причин, которые вызывают погрешности детали. Можно только уменьшить их путем использования более совершенных технологических процессов и методов измерения. При небольших погрешностях действительные размеры могут на столько мало отличаться от заданных, что их отклонение не ухудшает работоспособности изделия.

**1.1** **Определения**

Вал – термин, применяемый для обозначения наружных элементов деталей

Основной вал – вал верхнее отклонение которого равно нулю.

Отверстие – термин применяемый для обозначения внутренних элементов деталей.

Основное отверстие – отверстие нижнее отклонение которого равно нулю.

**Большими буквами обозначаются отверстия, маленькими – валы.**

**1.2 Основные размеры деталей**

**Действительный размер** – размер установленный измерением с допустимой погрешностью Dd – отверстие, dd – это вал.

**Предельные размеры** – называется два предельных значения размера между которыми должен находиться действительный размер годной детали.

Dmax иdmax наибольший предельный размер отверстия и вала

Dmin иdmin – наименьший предельный размер отверстия и вала

**Годность детали** определяется сравнением действительного размера с предельным.

Dmax >= D d >= Dmin

dmax>= dd >= dmin

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

Dн  - номинальный размер отверстия

d н  - номинальный размер вала.

Номинальный размер всегда задан, он стоит за знаком диаметра (15 –номинальный размер равен 15мм)

**Отклонение** – алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами

Отклонение отверстий обозначается Е, отклонение валов е.

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

Es=Dmax-Dн , es=dmax-dн.

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

EI=Dmin-Dн , ei=dmin-dн.

Следует помнить:

1. Верхнее отклонение всегда больше нижнего
2. Отклонение может быть со знаком + либо - , либо равняться нулю
3. На чертежах отклонения обозначаются в мм
4. Если отклонения одинаковые, то они записываются в строчку.
5. Если отклонение равно нулю, то ничего не пишется(не указывается).

Примеры записи отклонений:

, , , , 0,018

**Допуск** - разность между наибольшими и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхними и нижними отклонениями.

TD, Td – допуск отверстия и вала. Допуск можно определить двумя способами:

TD=Dmax-Dmin , Td=dmax-dmin.

TD=ES-EI Td=es-ei.

Допуск характеризует точность детали. Он всегда положительный.

*Пример расчета допуска.*

Дано: Определить:

1. Номинальный размер
2. Предельные размеры
3. Величину допуска
4. Дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

Решение

(раз написано, что вал, будем обозначать маленькими буквами)

1. es = - 0,012мм ei = - 0,019 мм
2. Номинальный размер вала dн =10 мм
3. Наибольший предельный размер dmax = dн + es = 10 + (-0,012) =9,988мм
4. Наименьший предельный размер вала d min = dн + ei = 10 + (-0,019) = 9,981мм
5. Допуск вала Td = dmax-dmin. =9,988 – 9,981 = 0,007мм

Td=es-ei = - 0,012 – (- 0,019) = 0,007мм

6)Годность детали dmax>= dd >= dmin

9,988 >= 9,988 >= 9,981 деталь годна.

Неравенство нас удовлетворяет, значит деталь годна.

Годными и взаимозаменяемыми будут такие детали, размер которых входит в пределы допуска.

Варианты заданий

**(необходимо записывать вначале формулу, затем решение, как показано в примере)**

**Вариант 1**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 2**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 3**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 4**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 5**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 6**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 7**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 8**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 9**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 10**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 11**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 12**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 13**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 14**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант15**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

**Вариант 16**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **отверстия**

**Вариант 17**

Дано: Определить:

1)номинальный размер

2)предельные размеры

3)величину допуска (двумя способами)

4)дать заключение о годности детали, если действительный размер **вала**

Тема 2 Графическое изображение полей допусков

Нулевая линия – линия соответствующая номинальному размеру от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок.

Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные вниз.

Поле допуска – поле ограниченное верхним и нижним отклонениями (ширина поля произвольная).

Алгоритм построения

1. Выбираем масштаб 1000:1 (масштаб относится к отклонениям)
2. Проводим нулевую линию, соответствующую номинальному размеру.
3. Строим шкалу отклонений откладываем в вверх + (положительные отклонения) , вниз – (отрицательные отклонения)
4. Строим поле допуска
5. Проставляем на графике: отклонения, предельные размеры, величину допуска . На рисунке 1 показаны все размеры.

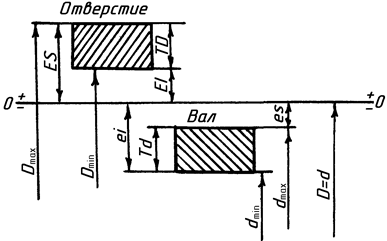


Рисунок 1

Например: построить поле допуска вала d=Ø

**Построить поле допуска вала.** Показан на рисунке 2.

Дано Решение

d=Ø 1. dmax= d н + es = 25 + 0,009 = 25,009 мм

dmin=d н  + ei = 25 + (- 0,005) = 24,995 мм

2. es=0,009 мм

ei=0,005 мм

3. Td= dmax - dmin = 25,009 -24,995 = 0,014 мм

+

9

5

25мм

Ø

dmin=24,995

td=0,014 мм

es=0,009

ei=0,005

dmax=25,009

Нулевая линия

d

Рисунок 2

**Построить поле допуска соединения:**

Дано Решение: ES = + 0,035 EI = + 0,020

es = - 0,020 ei = - 0,030

D=Ø

для отверстия

Dmax=5,035 мм

d=Ø Dmin=5,020 мм

TD=0,015 мм

для вала

dmax=4,980 мм

dmin=4,970 мм

td=0,010 м

0

20

35

D

20

30

d

5мм

Ø

Dmin=5,020

EI=0,020

TD=0,015

Dmax=5,035

ei=0,030

es=0,020

td=0,010

dmax=4,980

Нулевая линия



Рисунок 4

Контрольное задание:

Построить поле допуска соединения с указанием всех размеров на графике и сделать расчет для отверстия и вала, т.е. найти предельные размеры и величину допуска без указания формул.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 1**  Дано D=Ø  d=Ø | **Вариант 6**  Дано D=Ø  d=Ø |
| **Вариант 2**  Дано D=Ø  d=Ø | **Вариант 7**  Дано D=Ø  d=Ø |
| **Вариант 3**  Дано D=Ø  d=Ø | **Вариант 8**  Дано D=Ø  d=Ø |
| **Вариант 4**  Дано D=Ø  d=Ø | **Вариант 9**  Дано D=Ø  d=Ø |
| **Вариант 5**  Дано D=Ø3  d=Ø | **Вариант 10**  Дано D=Ø  d=Ø |

Тема 3 Виды посадок

Посадка определяет характер соединения деталей.

Посадка характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

Все изделия РЭА состоят из взаимосоединяемых деталей и узлов. Характер соединений, должен обеспечивать точность установки или передвижения деталей и узлов, надежность эксплуатации, простоту ремонта, поэтому соединения бывают различных конструкций и к их характеру предъявляют различные требования. В одних случаях необходимо получить подвижное соединение с зазором, а в других случаях неподвижное соединение с натягом.

**Зазором S** называют положительную разность между размерами отверстия и вала в том случае, когда размер отверстия больше размера вала. На рисунке 5 показан зазор.

S

d

D

Рисунок 5

**Натягом(N**) называют абсолютную разность размеров отверстия и вала до сборки, в том случае, когда размер отверстия меньше размера вала. На рисунке 6 показан натяг.

d

D

N

Рисунок 6

Посадки характеризуют свободу движения соединенных деталей друг относительно друга или их возможность противодействовать взаимному перемещению.

В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки делятся на три группы:

1)Подвижная посадка с зазором.

2)Неподвижная посадка с натягом или прессовая.

3)Переходная.

**Посадка с зазором** - посадка при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала). К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала (на рисунке 7 б показана посадка с зазором - скользящая).

**Smax** наибольший зазор равен разности между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Smax=Dmax-dmin

**Smin** наименьший зазор равен разности между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Smin=Dmin-dmax

Предельные зазоры можно найти вторым способом по отклонениям:

Smax=ES-ei Smin=EI-es TS=Smax-Smin TS-допуск зазора

На рисунке 7 показано графическое изображение посадки с зазором.

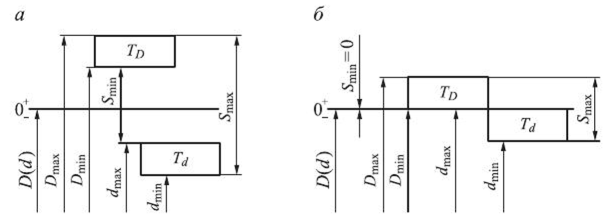


Рисунок 7 – Графическое изображение посадки с зазором

Разберем пример

|  |  |
| --- | --- |
| Дано  D**=** Ø  d = Ø | По данным размерам построить график, указать буквенные обозначения размеров и отклонений. Выполнить расчет посадки, сделать выводы о характере соединения |

Решение : Для отверстия

Dmax = Dн + ES = 56 + 0,030 = 56,030 мм

Dmin = Dн + EI = 56 + 0 = 56 мм

TD = Dmax – Dmin = 56,030 – 56 = 0,030 мм

Для вала

dmax = dн + es = 56 + (- 0,010) = 55,99 мм

dmin = dн + ei = 56 + (- 0,029) = 55,971 мм

Td = dmax - dmin =55,99 – 55,971 = 0,019мм

Для соединения :

Smax = Dmax - dmin = 56,030 - 55,971 = 0,059 мм

Smin = Dmin – dmax = 56 – 55,971 = 0,010 мм

TS = Smax - Smin =0,059 – 0,010= 0,049 мм

На рисунке 8 показан график к решению задачи.

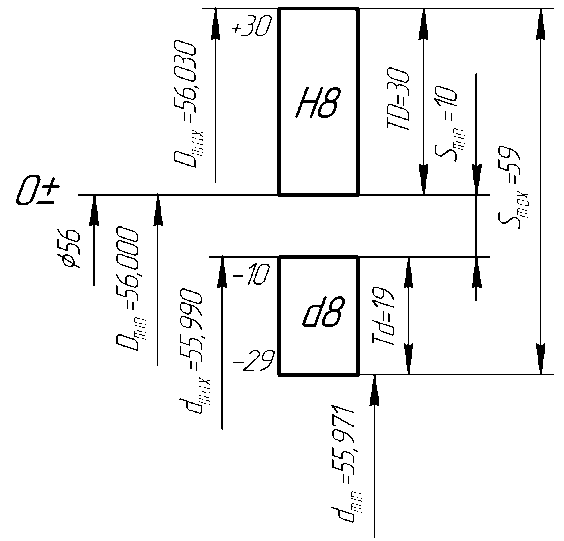


Рисунок 8

**Посадка с натягом** обеспечивает натяг в соединении.

Поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия. Для получения натяга при сборке диаметр вала обязательно должен быть больше диаметра отверстия, а в соединенном виде диаметры обеих деталей в зоне соединения будут равны. Это значит, что соединение получено с помощью упругих деформаций обеих деталей и в этом случаи их соединение неподвижно. Посадки с натягом характеризуются предельными натягами.

Nmax=|Dmin-dmax| , Nmax=|EI-es|;

Nmin=|Dmax-dmin| , Nmin=|ES-ei|;

TN=Nmax-Nmin , TN – допуска натяга

На рисунке 9 показана посадка с натягом.

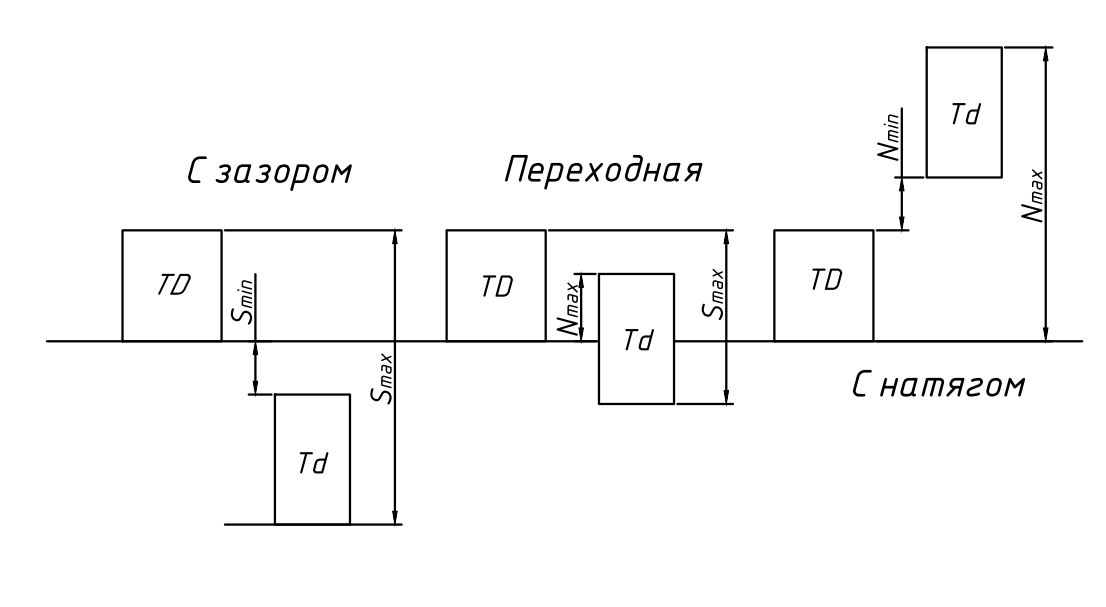


Рисунок 9 – Виды посадок

Разберем пример

|  |  |
| --- | --- |
| Дано  D**=** Ø  d = Ø | По данным размерам построить график, указать буквенные обозначения размеров и отклонений. Выполнить расчет посадки, сделать выводы о характере соединения |

Решение : Для отверстия

Dmax = Dн + ES = 60 + 0,019 = 60,019 мм

Dmin = Dн + EI = 60 + 0 = 60 мм

TD = Dmax – Dmin = 60,019 – 60 = 0,019 мм

Для вала

dmax = dн + es = 60 + 0,133 = 60,133 мм

dmin = dн + ei = 60 + 0,087 = 60,087 мм

Td = dmax - dmin =60,133 – 60,087 = 0,046мм

Для соединения :

Nmax = | Dmin - dmax |= |60 -60,133 |= 0,133 мм

Nmin =| Dmax – dmin | = | 60,019 –60,087 |= 0,068 мм

TN =Nmax - Nmin =0, 133– 0,068 = 0,065 мм

На рисунке 10 показан график к решению задачи.

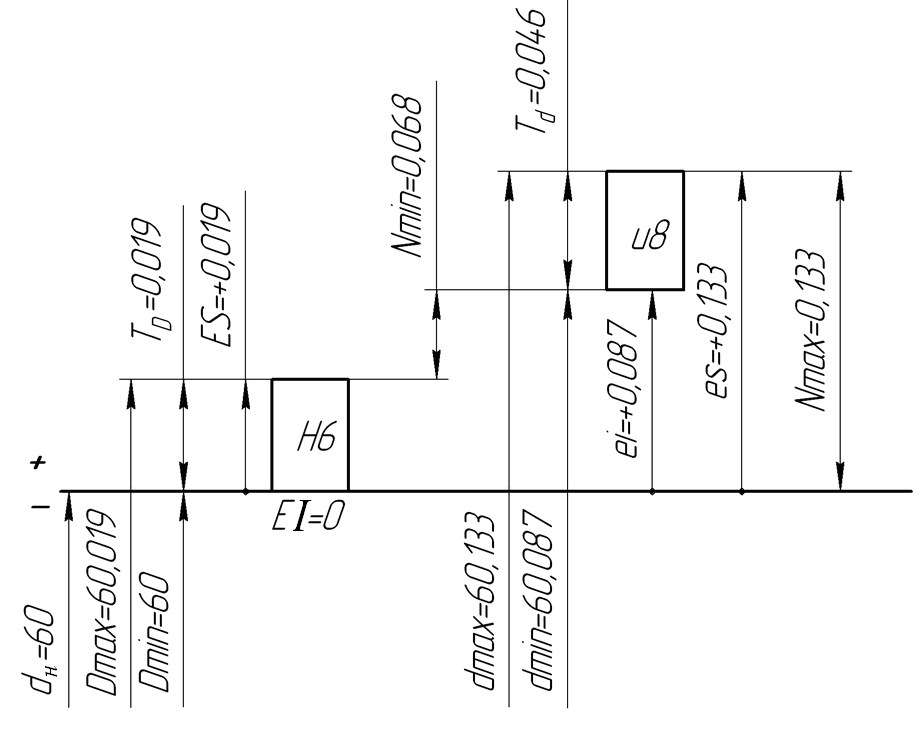


Рисунок 10

**Переходные посадки** получаются в соединениях как зазора так и натяга (поле допуска отверстия и вала перекрываются).

Переходные посадки характеризуются только Smax и Nmax

ТП – допуск переходной посадки.

ТП = TD + Td

На рисунке 9 показана переходная посадка.

Разберем пример

|  |  |
| --- | --- |
| Дано  D**=** Ø  d = Ø | По данным размерам построить график, указать буквенные обозначения размеров и отклонений. Выполнить расчет посадки, сделать выводы о характере соединения |

Решение : Для отверстия

Dmax = Dн + ES = 30 + 0,021 = 30,021 мм

Dmin = Dн + EI = 30 + 0 = 30 мм

TD = Dmax – Dmin = 30,021 – 30 = 0,021 мм

Для вала

dmax = dн + es = 30 + 0,015 = 30,015 мм

dmin = dн + ei = 30 + 0,002 = 30,002 мм

Td = dmax - dmin =30,015 – 30,002 = 0,013мм

Для соединения :

Nmax = | Dmin - dmax |= |30 -30,015 |= 0,015 мм

Smax =| Dmax – dmin | = | 30,021 –30,002 |= 0,019 мм

TП =TD- Td =0, 021– 0,013 = 0,008 мм

На рисунке 11 показан график к решению задачи.

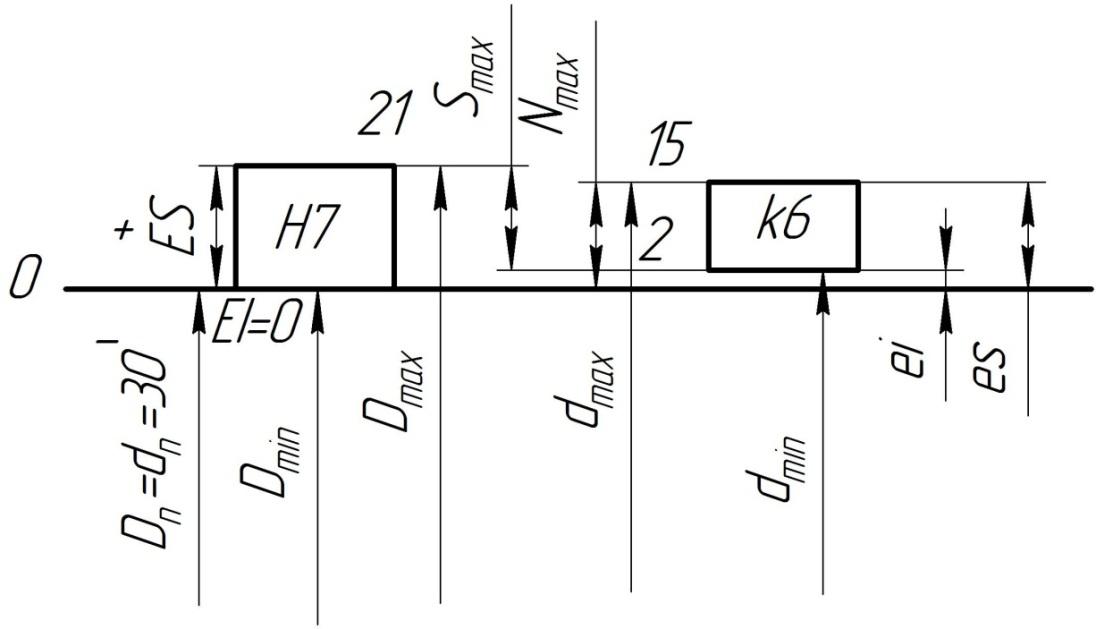


Рисунок 11 – На графике не указана величина допуска отверстия и вала

TD и Td (вам нужно указать)

Варианты к самостоятельной работе по теме 3

По данным размерам построить график.

Указать буквенное обозначение размеров и отклонений.

Выполнить расчет посадки и сделать вывод о характере соединения.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 1**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 8**  D**=** Ø  d = Ø |
| **Вариант 2**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 9**  D**=** Ø  d = Ø |
| **Вариант 3**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 10**  D**=** Ø  d = Ø |
| **Вариант 4**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 11**  D**=** Ø  d = Ø |
| **Вариант 5**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 12**  D**=** Ø  d = Ø |
| **Вариант 6**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 13**  D**=** Ø  d = Ø |
| **Вариант 7**  D**=** Ø  d = Ø | **Вариант 14**  D**=** Ø  d = Ø |

Системы допусков и посадок для гладких элементов деталей

**Тест**

1. **У цилиндрических соединений охватывающая поверхность носит общее название**:
2. Отверстие.
3. Вал.
4. Посадка
5. **Что такое зазор (S):**
6. Зазор – это разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.
7. это разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.
8. это соединение, когда обеспечивается неподвижность детали.
9. **Укажите тип посадки на рисунке**:

TD

1. С зазором.
2. С натягом.
3. Переходная.
4. **Значения отклонений проставляются на чертеже в следующих единицах**:
5. Сотые доли мм.
6. Микрометрах.
7. Миллиметрах

5 **Где правильная запись постановки размера и его отклонений на машиностроительном чертеже:**

1)  2)  3)  4) 

1. **Номинальный размер это**:
2. Размер, относительно которого определяется действительный размер.
3. Размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений.
4. Размер, относительно которого определяется годность детали.

7. **Поле допуска – это**

1) это поле, ограниченное нулевой линией

2) это поле, ограниченное предельными размерами

3) это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями

1. **Правильность получения размеров при обработке деталей определяется**:
2. Определением допуска.
3. Измерением.
4. Посадкой
5. **Размер, установленный измерением детали с допускаемой погрешностью называется:**
6. Заданным.
7. Номинальным.
8. Действительным
9. **Допуск всегда является**:
10. Положительной величиной.
11. Отрицательной величиной.
12. Как положительной так и отрицательной величиной

11 **У цилиндрических соединений охватываемая поверхность носит общее название**:

1) Отверстие.

2) Вал.

3) Посадка

12. **Что такое натяг (N**):

1. Натяг – это разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.
2. это разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.
3. это соединение, когда обеспечивается неподвижность детали.

**13.Укажите тип посадки на рисунке:**

ТD

1. С зазором.
2. С натягом.
3. Переходная

14. **Посадка с зазором:**

1. Когда поле допуска отверстия находится над полем допуска вала.
2. Когда поле допуска вала находится над поле допуска отверстия.
3. Когда поле допуска отверстия и вала перекрываются

**15.Может ли наибольшее отклонение быть со знаком “-”**

1. Да.
2. Нет.
3. Иногда.

16. **Размер, относительно которого определяется предельный размер, называется**:

1. Предельным.
2. Действительным.
3. Номинальным

**17. Укажите правильный ответ:**

1. Верхнее отклонение может быть равно нижнему отклонению.
2. Нижнее отклонение может быть больше верхнего отклонения.
3. Верхнее отклонение должно быть больше нижнего отклонения

**18 Степень приближения действительных параметров к идеальным называется**:

1. Погрешностью.
2. Точностью.
3. Допуском.

**19.Годность детали определяется сравнением**:

1. Номинального размера с предельными размерами.
2. Действительного размера с предельными размерами.
3. Допуска с предельными размерами

**20.Для всех посадок в системе вала**

1. Нижнее отклонение вала равно нулю
2. Верхнее отклонение вала равно нулю
3. Верхнее отклонение отверстия равно нулю