

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»
филиал КузГТУ в г. Прокопьевске

Кафедра технологии и комплексной механизации горных работ

РАСЧЕТ ПОСАДОК В СОЕДИНЕНИЯХ

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов СПО всех специальностей

Составитель: Л. Ф. Кожухов

Рассмотрены и утверждены
на заседании кафедры
Протокол № 1 от 28.08.2018 г.

Рекомендованы к изданию
учебно-методической комиссией
Протокол № 1 от 28.08.2018 г.

Электронный ресурс находится
в библиотеке филиала КузГТУ
в г. Прокопьевске

Прокопьевск 2018

Рецензент:

к. т. н., доцент кафедры «Технология машиностроения»
филиала КузГТУ в г. Прокопьевске

Мирошин И. В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Цель и задачи работы	5
2. Виды посадок сопрягаемых элементов деталей	5
2.1. Посадка с гарантированным зазором	7
2.2. Посадка с гарантированным натягом	8
2.3. Посадки переходные	10
3. Система отверстия и система вала	13
4. Методические указания к практической работе	17
5. Контрольные вопросы	20
Литература	20
Приложение	21

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании машин конструктор стремится к тому, чтобы допуски на обработку были наименьшими. При небольших допусках на обработку точнее будет сборка по различным соединениям машин, надежней обеспечивается выполнение машиной заданных функциональных показателей работы: надежности, скорости, мощности, производительности, грузоподъемности и др. Большие допуски на обработку приводят к большим колебаниям действительных размеров деталей, что ухудшает качество сборки машин и снижает надежность и долговечность их работы. Но практика показывает, что чем меньше допуск на обработку, тем сложнее и дороже процесс обработки и контроля деталей, так как требуются более точные средства измерения и обработки. Поэтому для производителей желательно иметь на чертежах большие допуски на обработку, поскольку они не требуют точного оборудования и технологической оснастки, точных и дорогих средств контроля, а также привлечения рабочих высокой квалификации.

При проведении механосборочных работ и ремонта транспортных средств необходимы знания допусков и посадок и умение производить их расчет. Грамотный контроль продукции является важнейшей составляющей качества продукции. Расчет допусков и посадок осуществляют на стадии конструирования сборочной единицы (узла) транспортного средства. На стадии механической обработки на станке необходимо выдержать размер в указанных поле допуска пределах. Этот размер должен быть не ниже минимального и не выше максимального значения. Минимальный размер зависит от нижнего отклонения поля допуска, максимальный – от верхнего. Одной из задач, решаемых при эксплуатации и ремонте любого изделия, является контроль посадок в соединениях его деталей

Методические указания к практическим занятиям «Расчет посадок в соединениях» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» предназначены для студентов специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Методические указания составлены в соответствии с учебным планом по дисциплине, содержат информацию о стандартизации и взаимозаменяемости в Российской Федерации, документах по еди-

ной системе допусков и посадок, а также контрольные вопросы для практических занятий и направлены на закрепление, углубление и расширение знаний по учебной дисциплине, на приобретение навыков по работе со справочной литературой, по расчету предельных зазоров, натягов, по обозначению на чертежах отклонения размеров, а также контроля действительных размеров деталей, величин зазоров и натягов при эксплуатации изделия. Подробно изложены методы расчета допусков и посадок, а также построение схем полей допусков. Даются четкие методические указания по выполнению работы и содержанию отчета.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: Умение определять характер посадки деталей, систему отверстия и систему вала.

Задачи работы:

- Научиться правильно читать сборочные чертежи и рабочие чертежи с обозначением посадок и отклонений.
- Научиться пользоваться таблицами допусков и посадок ГОСТ25347-82.
- Научиться определять предельные отклонения по заданным номинальным размерам и полям допусков, определять вид посадки, рассчитывать предельные зазоры, натяги и допуск посадки.
- Приобрести навыки графического построения полей допусков «вала» и «отверстия», образующих посадку.

Время выполнения работы: 2 часа.

2. ВИДЫ ПОСАДОК СОПРЯГАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ

Все разнообразные приборы и механизмы состоят из соединяемых деталей. В зависимости от назначения соединения сопрягаемые детали во время работы либо должны совершать какое-нибудь движение или, наоборот, сохранять полную неподвижность друг относительно друга. Для обеспечения подвижности соединения нужно, чтобы действительный размер охватывающего элемента одной детали (отверстия) был больше действительного размера охватываемого элемента другой детали (вала). Подвижные соединения: скользящая, хо-

довая, движения, легкоходовая посадки. Для получения неподвижного соединения нужно, чтобы действительный размер охватываемого элемента одной детали (вала) был больше действительного размера охватывающего элемента другой детали (отверстия). Неподвижные соединения: горячая, прессовая, легкопрессовая, глухая, тугая, плотная, напряженная посадки.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть:

- с зазором,
- натягом или
- переходной.

Посадка с зазором – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала).

Посадка с натягом – посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала).

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью).

Схемы полей допусков посадок посадки с зазором, натягом и переходной приведены на рисунке 1.

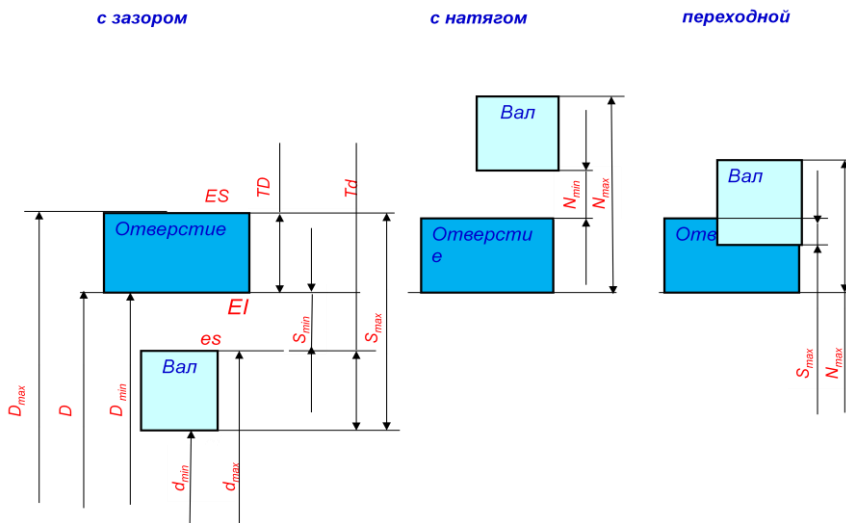


Рисунок 1 – Схемы полей допусков посадок с зазором, натягом и переходной.

2.1. Посадка с гарантированным зазором

Зазор S – разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия D больше размера вала d (рисунок 2).

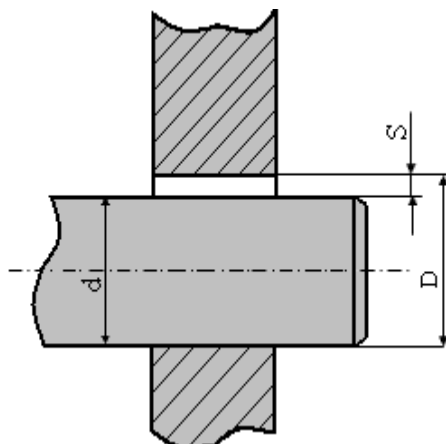


Рисунок 2 – Посадка с зазором.

Эту посадку характеризуют наименьший S_{min} и наибольший S_{max} зазоры. Наименьший зазор S_{min} в соединении отверстия с валом образуется, если в D_{min} будет установлен вал с наибольшим предельным размером d_{max} . Наибольший зазор S_{max} образуется при наибольшем предельном размере отверстия D_{max} и наименьшем предельном размере вала d_{min} .

Наибольший, наименьший и средний зазоры определяют по формулам:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei,$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es.$$

$$S_m = (S_{max} + S_{min})/2.$$

Допуск зазора:

$$T_s = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d.$$

Схема полей допусков посадки с зазором приведена на рисунке 3.

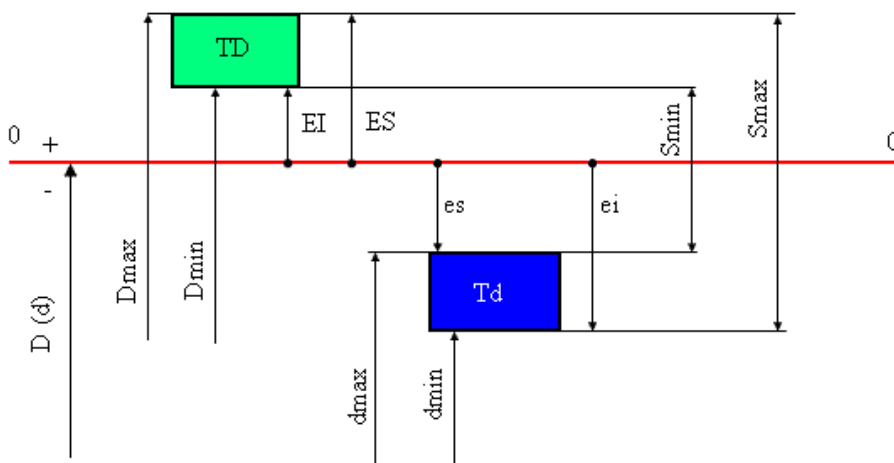


Рисунок 3 – Схема полей допусков посадки с зазором.

2.2. Посадка с гарантированным натягом

Натяг N – разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала d больше размера отверстия D (рисунок 4).

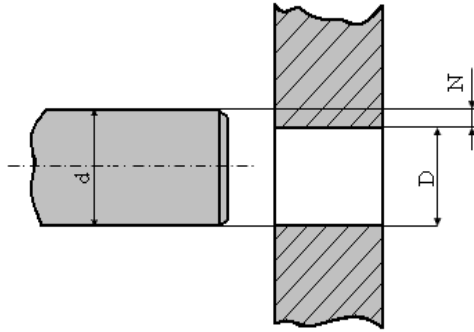


Рисунок 4 – Посадка с зазором.

Посадку с натягом характеризуют наименьший N_{min} и наибольший N_{max} натяги. Наименьший натяг N_{min} имеет место в соединении, если в отверстие

с наибольшим предельным размером D_{max} будет запрессован вал наименьшего предельного размера d_{min} , а наибольший натяг N_{max} – при наименьшем предельном размере отверстия D_{min} и наибольшем предельном размере вала d_{max} .

Наибольший, наименьший и средний натяги определяют по формулам:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI,$$

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES$$

$$N_m = (N_{max} + N_{min})/2.$$

Допуск натяга:

$$T_N = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d.$$

Схема полей допусков посадки с зазором приведена на рисунке 5.

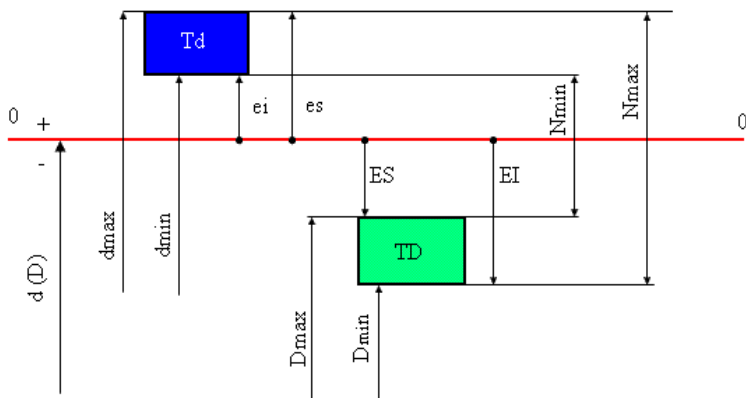


Рисунок 5 – Схема полей допусков посадки натягом.

Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки. Палец запрессован в верхнюю головку шатуна с натягом и свободно вращается в бобышках поршня. Поршневой палец должен устанавливаться простым нажатием большого пальца руки (рисунок 6).



Рисунок 6 – Проверка посадки поршневого пальца.

2.3. Посадки переходные

Основной особенностью переходных посадок является то, что поля допусков вала и отверстия перекрываются. В соединениях деталей, относящихся к одним и тем же партиям: отверстие с предельными разме-

рами от D_{min} до D_{max} и вал с предельными размерами от d_{min} до d_{max} могут получаться или зазоры S или натяги N (рисунок 7).

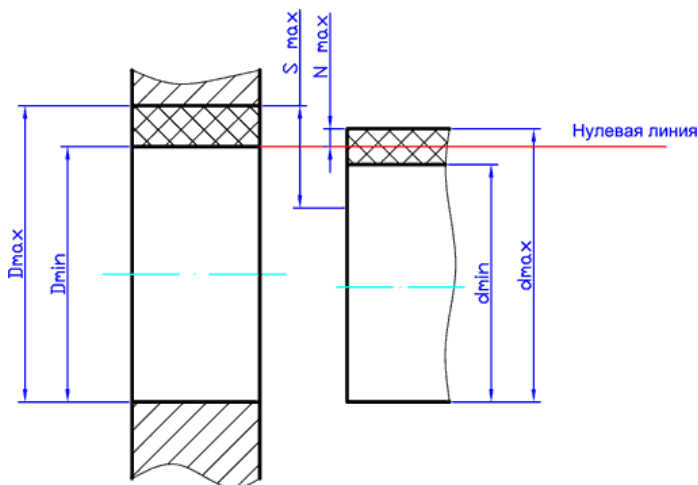


Рисунок 7 – Посадка переходная.

Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами S_{max} и наибольшими натягами N_{max} .

Наибольший зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei ;$$

Наибольший натяг:

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

Для переходных посадок, у которых $|S_{max}| > |N_{max}|$, определяется средний зазор:

$$S_m = \frac{S_{max} - N_{max}}{2}, \quad (7)$$

а для переходных посадок, у которых $|N_{max}| > |S_{max}|$, определяется средний натяг:

$$N_m = \frac{N_{max} - S_{max}}{2}.$$

Допуск переходных посадок $T_{(S,N)}$ определяется по следующей формуле:

$$T_{(S,N)} = S_{\max} + N_{\max} \cdot (11) \quad (11)$$

При графическом изображении у переходной посадки схемы поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично (рисунок 8).

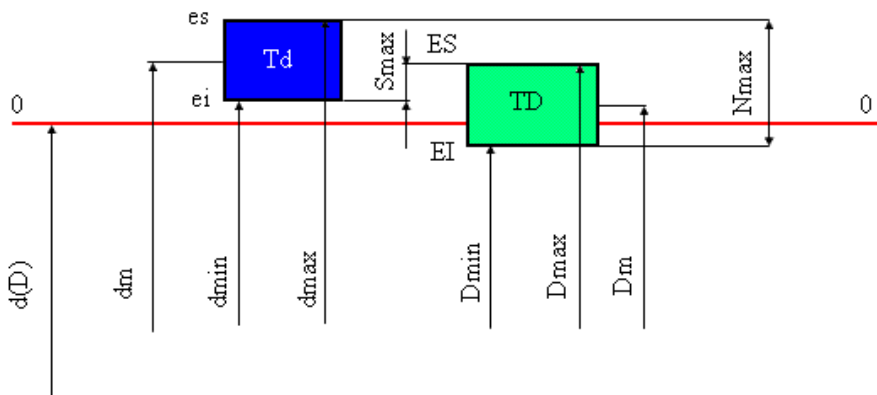


Рисунок 8 – Схема полей допусков посадки переходной.

Действительные зазоры и натяги являются случайными величинами, поэтому не могут характеризовать посадку.

Обозначение посадки на сборочном чертеже можно осуществлять различными способами. Поля допусков линейных размеров указывают на чертежах либо условными (буквенными) обозначениями, например $\varnothing 50H6$, $\varnothing 32f7$, $\varnothing 10g6$, либо числовыми значениями предельных отклонений, например $\varnothing 20_{-0.0059}^{-0.032}$, либо буквенными обозначениями полей допусков с одновременным указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений (рисунок 9).

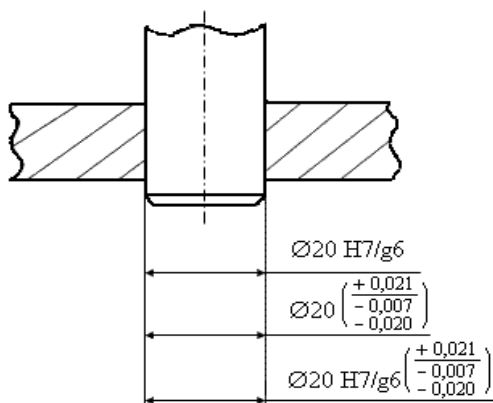


Рисунок 9 – Обозначение посадки на сборочном чертеже различными способами.

При указании полей допусков на чертежах предельными отклонениями необходимо соблюдать требование: число цифр после запятой должно быть одинаковым и не больше 3-х.

3. СИСТЕМА ОТВЕРСТИЯ И СИСТЕМА ВАЛА

Поле допуска определяет величину допуска и его положение относительно номинального размера, а взаимное расположение полей допусков сопрягаемых деталей характеризует тип посадки и величины наибольших и наименьших зазоров или натягов. Посадки могут образовываться как в системе отверстия, так и в системе вала. В качестве основного отклонения принято отклонение, ближайшее к нулевой линии (т. е. оно характеризует минимальное отклонение размера при обработке).

В международной системе допусков ИСО также приняты две системы: система отверстия и система вала; расположение поля допуска основной детали – одностороннее, направлено в тело детали.

В ИСО установлено 20 квалитетов, которые определяют степень точности обработки. Каждый квалитет характеризуется количеством единиц допуска. Квалитеты обозначаются порядковыми номерами, например 01, 7, 14. В ИСО вне зависимости от допусков установлено 28 основных отклонений, ближайших от нулевой линии. Для валов

и отверстий, они обозначаются буквами латинского алфавита: прописными (A ... ZC) – для отверстий и строчными (a ... zc) – для валов.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Различают две равноценные системы образования посадок – систему отверстия и систему вала

Посадки в системе отверстия – это посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рисунок 10).

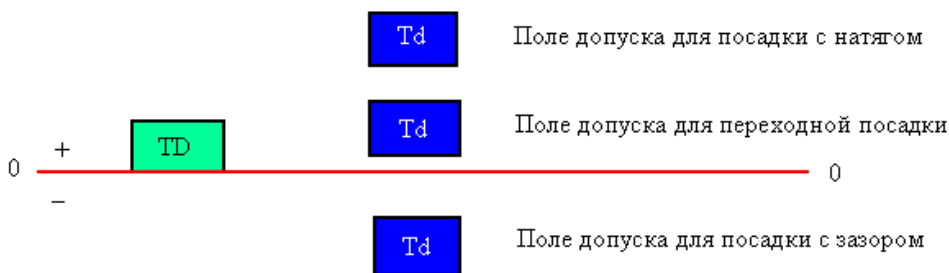


Рисунок 10 – Посадки в системе отверстия.

Следовательно, в системе отверстия калибр для контроля отверстия данного размера остаётся один и тот же для всех посадок данного класса, а калибры для валов будут разные для разных посадок. У основного отверстия нижнее отклонение равно нулю и обозначается Н. На чертеже такие посадки обозначаются следующим образом: $\varnothing 50H9/d9$; $\varnothing 50H7/r6$, $\varnothing 50H7/k6$ и т. д.

Посадки в системе вала – это посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рисунок 11).

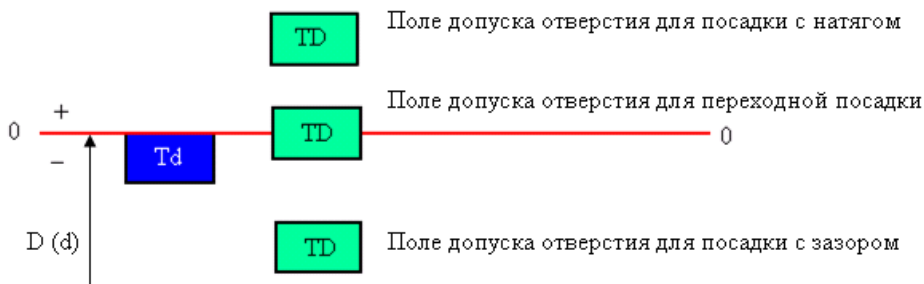


Рисунок 11 – Посадки в системе вала.

В системе вала калибр для измерения вала данного размера остаётся один и тот же для всех посадок данного класса, а калибры для отверстий будут разные для различных посадок. У основного вала верхнее отклонение равно нулю и обозначается h . На чертеже такие посадки обозначаются следующим образом: $\varnothing 50 D9/h9$; $\varnothing 50 R7/h6$; $\varnothing 50 K7/h6$ и т. д.

В промышленности применяются обе системы, но большее распространение имеет *система отверстия*, поскольку отверстие точно изготовить и изменить значительно труднее и дороже, чем вал того же размер. Обработка валов с разными размерами проще. Так, на одном токарном или шлифовальном станке можно получить разные значения размеров вала. В тех случаях, когда посадку экономически выгоднее получить за счет различных размеров отверстия при постоянном поле допуска вала, применяют *систему вала*:

- когда используется цельнотянутый материал в виде прутка или проволоки без последующей дополнительной механической обработки;
- подшипники качения в корпус (рисунок 12);
- шпонки призматические и сегментные (шпонка одна, а посадки на вал и втулку разные за счет полей допусков вала и втулки).

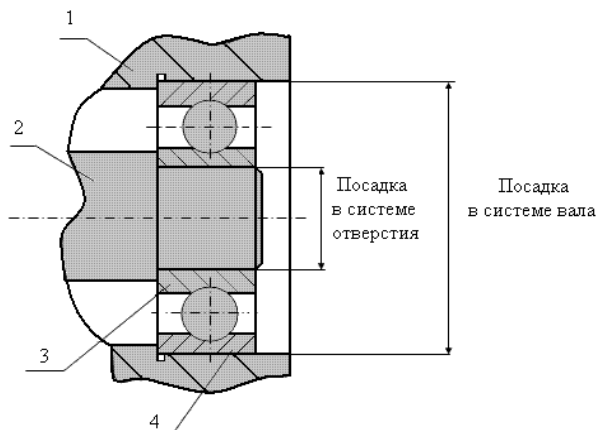


Рисунок 12 – Пример посадки в системе вала и системе отверстия:
1 – корпус; 2 – вал; 3 – внутреннее кольцо; 4 – наружное кольцо.

Графическое изображение посадки с зазором в системе отверстия ($\varnothing 20\ H7/g6$) и в системе вала ($\varnothing 20\ G7/h6$) приведено на рисунке 13.

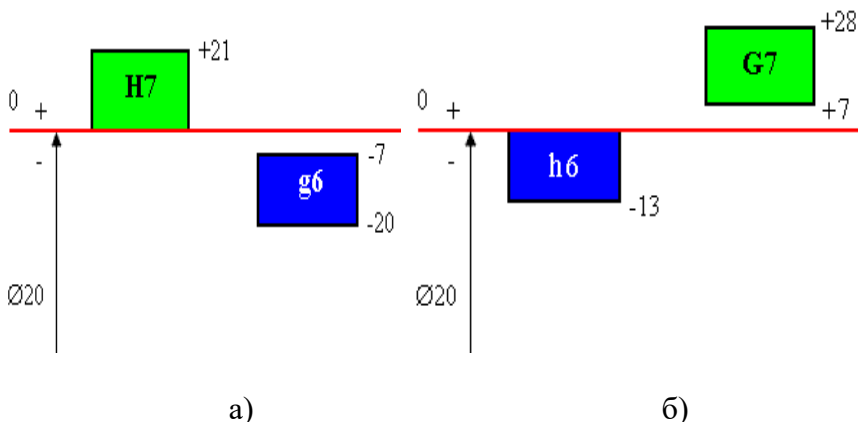


Рисунок 13 – Схема полей допусков посадки с зазором
в системе отверстия $\varnothing 20\ H7/g6$ (а) и в системе вала $\varnothing 20\ G7/h6$ (б).

Первая запись означает, что сопряжение выполнено для номинального диаметра 20 мм, в системе отверстия, т. к. поле допуска отверстия обозначено $H7$ (основное отклонение для H равно нулю и соответствует обозначению основного отверстия, а цифра 7 показывает, что допуск для отверстия надо брать по 7 качеству для интервала

размеров свыше 18 до 30 мм, в который попадает размер 20 мм); поле допуска вала $g6$ (основное отклонение g с допуском по 6 качеству).

Вторая запись означает, что сопряжение выполнено для номинального диаметра 20 мм, в системе вала, т. к. поле допуска вала обозначено $h6$ (основное отклонение для h равно нулю и соответствует обозначению основного вала, а цифра 6 показывает, что допуск для вала надо брать по 6 качеству для интервала размеров свыше 18 до 30 мм, в который попадает размер 20 мм); поле допуска отверстия $G7$ (основное отклонение G с допуском по 7 качеству).

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

4.1. Задание

Индивидуальные варианты задания приведены в таблице 1. Номер варианта индивидуального задания определяется по номеру студента в списке группы. Каждый вариант содержит три задачи.

В соответствии с полученным вариантом задания необходимо:

- определить предельные размеры вала и отверстия;
- определить величину допусков каждой детали;
- найти величину предельных зазоров или натягов и допуск посадки;
- построить схему полей допусков в определенном масштабе, нанести все размеры, отклонения, допуски;
- начертить эскиз сопряжения в сборе с обозначением посадок и отклонений;
- заполнить итоговую таблицу 2

Таблица 1 – Индивидуальные задания

Вариант	Номинальный диаметр	Посадки		
1	2	3		
1	48	H6/m5	G7/h6	H11/d11
2	18	H7/f7	H7/s6	H7/h6
3	23	H7/f7	G7/g6	H7/r6
4	34	K7/h6	H6/p6	H7/k6

Продолжение таблицы 1

1	2	3		
5	68	H8/u8	E9/h8	H6/g6
6	72	H11/d11	H7/js6	N6/h6
7	12	H11/h11	N7/K6	P6/h6
8	27	H9/d9	H8/k7	R7/h6
9	52	H8/e8	M7/h6	U8/h7
10	31	H7/f7	H8/n7	P7/h6
11	29	D9/h8	K7/h6	H6/n5
12	64	E9/h8	H7/m6	H8/s7
13	89	H7/f7	K8/h7	H7/t6
14	17	G7/h6	H8/n7	H6/p5
15	35	F8/h8	Js7/h8	H6/r5
16	40	H6/m5	H7/p7	H7/f7
17	42	G7/g6	G7/h6	H7/s6
18	51	H7/r6	K7/h6	H11/d11
19	20	H7/h6	H8/p6	H8/u8
20	54	M7/k6	E9/h8	H11/d11
21	47	H6/g6	H7/js6	H11/h10
22	56	H6/h5	N7/h6	H9/d9
23	19	P6/h5	H8/k7	H8/e8
24	15	R7/h6	M7/h6	H7/f7
25	24	U8/h7	H8/m7	D9/h8
26	36	P7/h7	K7/h6	E9/h8
27	67	H6/n5	H7/m6	H7/f7
28	13	H8/s7	K8/h7	G7/h6
29	25	H7/t6	H8/n7	F8/h8
30	21	G7/h6	H6/g6	H7/s6

4.2. Порядок расчета

1. По полученному варианту задания записать условное обозначение посадки для первой задачи, например $\varnothing 48H6/m5$.
2. По таблицам ГОСТ 25347-82 найти отклонения размеров вала и отверстия.
3. Вычислить предельные размеры вала и отверстия.
4. Определить величину допусков каждой детали.
5. Найти величину предельных зазоров или натягов и допуск посадки. Результаты оформить в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов посадок

Посадка	Отклонение, мкм				Зазоры, мкм			Натяги, мкм			Допуски посадки, мкм
	Вала		Отверстия								
	es	ei	ES	EI	S_{max}	S_{min}	S_m	N_{max}	N_{min}	N_m	

6. Построить схему полей допусков отверстия и вала в определенном масштабе, нанести все размеры, отклонения, допуски.

7. Вычертить эскизы сопряжения в сборе с обозначением посадок и отклонений.

В ходе выполнения практической работы студентом составляется отчет. Отчет по практическим занятиям должен быть оформлен в тетрадях для практических работ. Все выполненные расчеты, схемы полей допусков, эскиза сопряжения в сборе, итоговая таблица должны быть приведены в отчете.

4.3. Сдача практических работ

Выполненная работа подлежит защите, в ходе которой преподавателем задаются контрольные вопросы по сути выполняемой работы, в результате ответов на которые делается заключение о понимании студентом хода и сути выполняемой практической работы. Оценка выставляется преподавателем после проверки и защиты практической работы в соответствии с объемом и правильностью выполненных заданий.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют посадкой, зазором, натягом?
2. Как подсчитываются предельные зазоры и натяги?
3. Что такое допуск посадки? Как определяется допуск посадки?
4. Чем отличаются поле допуска и допуск размера?
5. Как расположены поля допусков вала и отверстия при посадке с зазором?
6. Как расположены поля допусков вала и отверстия при посадке с натягом?
7. Что определяется в переходной посадке?
8. Какие системы посадок существуют?
9. Что такое посадки в системе отверстия?
10. Как образуются посадки в системе отверстия?
11. Что такое посадки в системе вала?
12. Как образуются посадки в системе вала?
13. Преимущество системы отверстия перед системой вала.
14. Как обозначаются поля допусков основного отверстия и основного вала? Как расположены поля допусков этих деталей?

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 25346-89 ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
2. ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример расчета посадки

Для посадки $\varnothing 65H7/n6$ выполняем расчеты зазоров (натягов).

1. Отклонения отверстия $\varnothing 65H7$ выбираем по таблице (ГОСТ 25347-82) предельных отклонений в системе отверстия при размерах до 500 мм. В интервале диаметров 50...80 мм для поля допуска H7 основного отверстия 7-го квалитета верхнее отклонение $ES = +30 \text{ мкм} = +0,030 \text{ мм}$, нижнее отклонение $EI = 0$.

2. Отклонения вала $\varnothing 65n6$ выбираются по таблице (ГОСТ 25347-82) предельных отклонений в системе отверстия при размерах до 500 мм. Верхнее отклонение размера вала $es = +39 \text{ мкм} = 0,039 \text{ мм}$, нижнее отклонение размера вала $ei = +20 \text{ мкм} = 0,020 \text{ мм}$.

3. Определяем предельные размеры и допуски размера отверстия и вала.

Отверстие:

$$D_{max} = D_H + ES = 65 + 0,030 = 65,030 \text{ мм},$$

$$D_{min} = D_H + EI = 65 + 0 = 65 \text{ мм},$$

$$T_D = D_{max} - D_{min} = ES - EI = 65,030 - 65 = 0,030 - 0 = 0,030 \text{ мм}.$$

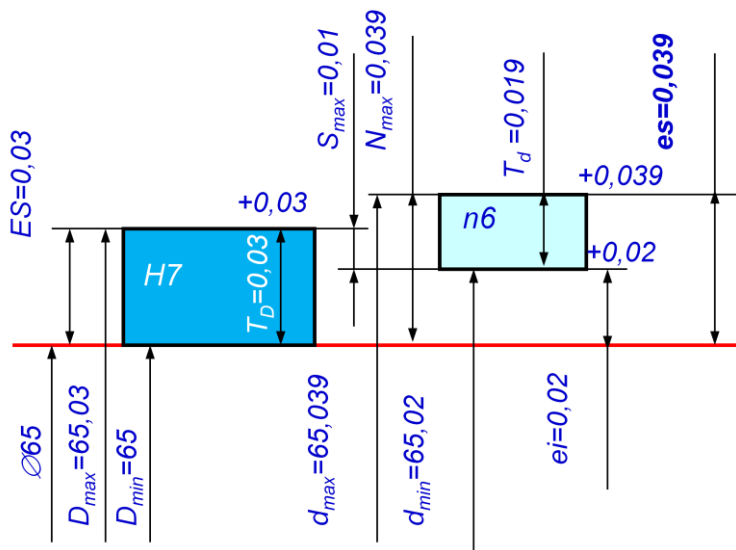
Вал:

$$d_{max} = d_H + es = 65 + 0,039 = 65,039 \text{ мм},$$

$$d_{min} = d_H + ei = 65 + 0,020 = 65,020 \text{ мм},$$

$$T_d = d_{max} - d_{min} = es - ei = 65,039 - 65,020 = 0,039 - 0,020 = 0,019 \text{ мм}.$$

4. Схема полей допусков.



5. Наибольшие и наименьшие табличные зазоры.

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 65.03 - 65.02 = 0.01 \text{ мм},$$

$$S_{min} = 65 - 65.039 = -0.039 \text{ мм}.$$

Знак минус указывает, что это натяг,

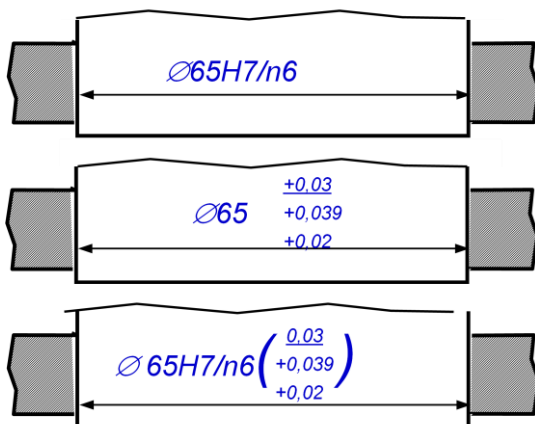
$$S_{min} = -N_{max} = -0.039 \text{ мм};$$

$$N_{max} = 0.039 \text{ мм}.$$

6. Допуск посадки.

$$T_{SN} = S_{max} + N_{max} = 0.01 + 0.039 = 0.049 \text{ мм}$$

7. Эскизы сопрягаемых деталей и обозначения посадки.



8. Сводная таблица результатов решения задачи.

Посадка	Отклонение, мкм				Зазоры, мкм			Натяги, мкм			Допуски посадки, мкм
	Вала		Отверстия								
	es	ei	ES	EI	S _{max}	S _{min}	S _m	N _{max}	N _{min}	N _m	TS или TN
Ø65 H7/ n6	39	20	30	0	10			39			49

Составитель
Леонид Федорович Кожухов

Рецензент
Игорь Викторович Мирошин

РАСЧЕТ ПОСАДОК В СОЕДИНЕНИЯХ

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов СПО всех специальностей

Электронный ресурс

Сверстано в филиале КузГТУ в г. Прокопьевске.
653039, г. Прокопьевск, ул. Ноградская, 19а.

Заказ 326.