

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Куижева Саида Казбековна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.08.2020 11:48:04  
Уникальный программный идентификатор:  
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c1a975e6f

## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**политехнический колледж филиала федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»**

**в поселке Яблоновском**

**Методические указания  
к выполнению контрольной работы  
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»  
по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт  
двигателей, систем и агрегатов автомобилей**

**Яблоновский, 2020**

УДК [006.91:006] (07)  
ББК 30.10  
М 54

Одобрено предметной (цикловой) комиссией  
естественнонаучных и технических дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_ Панеш Р.Н.

Разработчик:

**Р.А. Схаляхо** – преподаватель политехнического колледжа филиала  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Майкопский государственный технологический  
университет» в поселке Яблоновском

## **Аннотация**

Методические указания предназначены для студентов специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей и разработаны согласно требованиям ФГОС третьего поколения.

Методические указания совершенствуют методику преподавания дисциплины, реализуют передовой опыт образования, включают в себя тематический план, краткий курс теоретического материала для каждого задания контрольной работы, материалы для самостоятельной работы студентов, пример выполнения задания, задания, разработанные по 30 вариантам, справочный необходимый материал. Методические указания предназначены для активизации самостоятельной деятельности студентов по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей и являются частью учебно-методического комплекса по дисциплине.

## **Пояснительная записка.**

Государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования для студентов заочного отделения 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей предусмотрено выполнение контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Данный курс знакомит студентов с основами метрологии, стандартизации и сертификации на автомобильном транспорте.

В результате изучения курса «Метрология, стандартизация и сертификация» студенты должны уметь:

- применять документацию систем качества;
- применять основные правила и документы систем сертификации Российской Федерации;
- В результате освоения дисциплины студент должен знать:
- правовые основы, цели, задачи, принципы, объекты и средства метрологии, стандартизации и сертификации;
- основные понятия и определения, показатели качества и методы их оценки, технологическое обеспечение качества, порядок и правила сертификации.

Содержание дисциплины должно быть ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей ОПОП по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей и овладению профессиональными компетенциями (ПК)

- ПК 1.1            Организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта.
- ПК 1.2.        -    Осуществлять технический контроль при хранении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств.

- ПК 1.3. - Разрабатывать технологические процессы ремонта узлов и деталей.
- ПК 2.2. - Контролировать и оценивать качество работы исполнителей работ

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формировать общие компетенции (ОК):

- ОК 1 - Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
- ОК 2. - Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
- ОК 3 - Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях
- ОК 4. - Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. - Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.
- ОК 6. - Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. - Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.
- ОК 8. - Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышению квалификации.
- ОК 9 - Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.
- ОК 10. - Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний.

Контрольная работа призвана сформировать у студентов методику расчетов допусков и посадок основных соединений деталей машин: гладких цилиндрических соединений, подшипниковых узлов, шпоночных соединений, резьбовых соединений, а также основные знания по применению мерительных инструментов.

В методических указаниях представлены указания по выбору темы, оформлению работы, содержательные требования, варианты контрольной работы с методическими пояснениями, а также указан список литературы, Интернет – ресурсов, которыми студент может воспользоваться при выполнении контрольной работы.

# I. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### дисциплины Метрология, стандартизация и сертификация

Наименование разделов (тем)	Количество часов					
	максимальная учебная нагрузка	самостоятельная учебная работа	обязательная аудиторная учебная нагрузка, в т.ч.			
			всего занятий	в том числе		
				теория	ПЗ	КП
Раздел 1. Метрология	46	44	2	2	-	
Раздел 2. Стандартизация	30	23	7	1	6	
Раздел 3 Сертификация	20	19	1	1	-	
<b>ИТОГО</b>	<b>96</b>	<b>86</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	

Рекомендуется такая последовательность изучения материала:

1. Ознакомиться с содержанием программы (к данному заданию).

2. Изучить теоретические и практический материал к данному заданию.

Сначала внимательно и вдумчиво прочитать материал темы, разобраться в основных понятиях, определениях, законах, правилах, следствиях и т.д. и их логической взаимосвязи. Затем приступите ко второму этапу – тщательному изучению материала во всех подробностях, конспектируя основные положения, определения, доказательства и правила.

3. Ответить на вопросы самопроверки, которые указаны в методических указаниях по организации и проведению самостоятельной работы студентов. При затруднении с ответами снова вернуться к учебнику и разобраться в соответствующем материале.

4. Закрепить усвоение материала путем разбора решенных задач, которые приведены в данных методических указаниях ниже по каждому заданию. Приступая к выполнению задания, не следует ограничиваться изучением только той темы, которая имеет непосредственное отношение к данной задаче. Предварительно должны быть изучены и другие вопросы, касающиеся содержания задачи.

После изучения всего материала студентами выполняется одна контрольная работа, задания которой охватывают все разделы дисциплины. Задачи контрольной работы даны в последовательности тем программы и поэтому должны решаться постепенно по мере изучения материала.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

- контрольная работа выполняется в отдельной тетради от руки или в печатном виде на листах формата А4, с соблюдением требований ЕСКД;
- титульный лист выполняется следующим образом:  
для печатания

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**политехнический колледж филиала федерального государственного**  
**бюджетного образовательного учреждения высшего образования**  
**«Майкопский государственный технологический университет»**  
**в поселке Яблоновском**

**Контрольная работа**  
**по дисциплине**  
**«Метрология, стандартизация и**  
**сертификация»**

Студента: \_\_\_\_\_

Группы: \_\_\_\_\_

Специальности: 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей,  
систем и агрегатов автомобилей

для тетради

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**политехнический колледж филиала федерального государственного**  
**бюджетного образовательного учреждения высшего образования**  
**«Майкопский государственный технологический университет»**  
**в поселке Яблоновском**

## **Контрольная работа**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«\_\_\_\_\_»

Студента: \_\_\_\_\_

Группы:

Специальности: 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт  
двигателей, систем и агрегатов автомобилей

Работу необходимо выполнять четко и аккуратно. Каждую задачу начинать с новой страницы. В конце оставить страницу для рецензии.

На последней странице следует написать полностью наименование и год издания методических указаний, из которых взято задание, и используемую литературу.

Необходимо полностью переписать условие задания. Решение необходимо выполнять в общем виде, после чего проставить числовые значения в том порядке, в каком они стоят, и получить искомый результат, придерживаясь стандартных обозначений. Каждое решение задачи должно быть выполнено в определенной последовательности, обосновано теоретически, пояснено необходимым текстом и краткими формулировками произведенных действий.

Все вычисления в задачах следует производить в единицах СИ, тщательно проверять подстановки значений, соблюдая размерности. Если возможно, проверить правильность ответа, решив задачу вторично каким-либо иным путем.

Выполненную контрольную следует своевременно отправить на проверку преподавателю.

После получения зачетной контрольной работы необходимо внимательно изучить рецензию и все замечания преподавателя, обратив внимание на ошибки, доработать материал.

В процессе изучения каждый студент в зависимости от определенного для него варианта выполняет 3 практических задания и одно теоретическое.

Вариант контрольного задания определяется по двум последним цифрам шифра студента.

## II. Задания и методические указания по выполнению контрольной работы

### Задание 1

**Тема:** Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений

**Задание.** Определить предельные отклонения, величины наибольших и наименьших зазоров и натягов по заданным размерам и посадкам по системе СЭВ (см. табл.1) Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях. Предельные отклонения нанести на чертежах.

### Краткий теоретический материал

#### Поверхности

Детали бывают цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные, сложные (шлицевые, винтовые) и др. Кроме того, поверхности бывают сопрягаемые и несопрягаемые. *Сопрягаемые* - это поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы в механизмы. *Несопрягаемые или свободные* - это конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями (отверстия в ступицах, шпоночные пазы и пр.) являются охватываемыми. Их условно называют отверстиями. Диаметры отверстий обозначают  $D$ . Наружные поверхности являются охватываемыми. Их условно называют *валами* и обозначают  $d$ .

#### Размеры

Размеры выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин и т. д.) и делятся на номинальный, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

*Номинальный размер* (обозначают  $D$ ) - размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения.

Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер. Значения номинальных размеров округляют обычно в большую сторону (ГОСТ 6636 - 69).

Действительный размер ( $D$ -,  $d_r$ ) — размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

*Предельные размеры* — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером*  $\{D_{max}, d_{mm}\}$  и т. д., а меньший — *наименьшим предельным размером*  $(D_{min}, d_{min})$

## Отклонения

Отклонением называют алгебраическую разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают: для отверстий -  $E$ , для валов -  $e$ .

Виды отклонений:

*Действительное отклонение* ( $E_r$ ,  $e_r$ ) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров:

$$E_r = D_r - D; \quad e_r = d_r - d$$

*Предельное отклонение* равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее, нижнее и среднее отклонения. *Верхнее отклонение* ( $ES$ ,  $es$ ) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

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

*Нижнее отклонение* ( $EI$ ,  $ei$ ) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

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

*Среднее отклонение* ( $E_m$ ,  $e_m$ ) равно полусумме верхнего и нижнего отклонений:

$$E_m = 0,5(ES + EI); \quad e_m = 0,5(es + ei)$$

## Понятие о допуске размера.

*Допуск* ( $T$  — общее обозначение,  $TD$  — отверстия,  $Td$  — вала) равен разности наибольшего и наименьшего предельных размеров

$$TD = D_{max} - D_{min};$$

или абсолютной величине алгебраической разности верхнего и нижнего отклонений.

$$TD = ES - EI;$$

$$Td = es - ei.$$

Допуск всегда является положительной величиной независимо от способа его вычисления.

## Графическое изображение допусков и отклонений

Принцип графического изображения допусков отдельных деталей (рис. 1).

*Нулевая линия* — линия, положение которой соответствует номинальному размеру.

*Поле допуска* — поле, ограниченное верхними и нижними отклонениями.

Положение поля допуска относительно номинального размера или нулевой линии определяется одним из двух отклонений — верхним или нижним, которое называют *основным*.

Для схемы, основными отклонениями являются: для поля допуска — отверстия — нижнее отклонение  $EI$ ; для поля допуска вала — верхнее отклонение  $es$ .

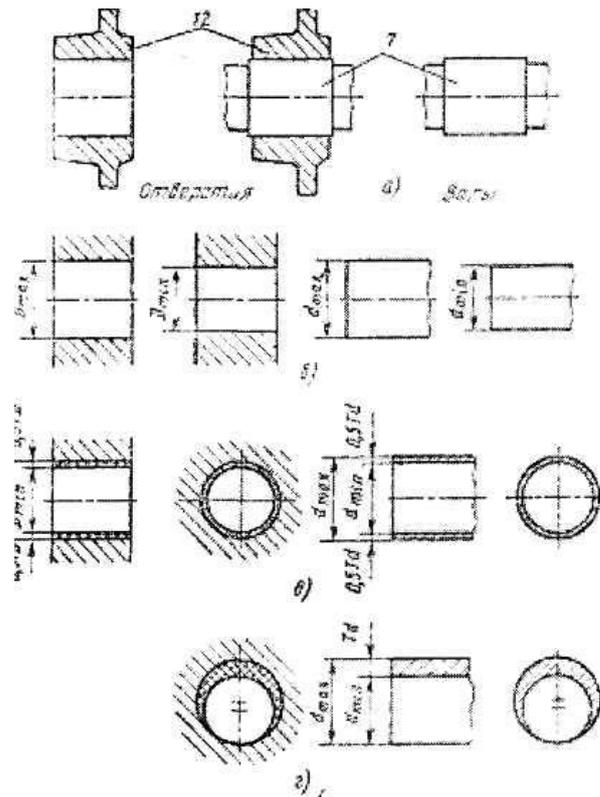


Рис. 1

Предельные отклонения откладывают от нулевой линии, а их численные значения вполне определяют величину и положение поля допуска относительно этой же линии.

### Общие сведения о посадках

Характер соединений должен обеспечивать точность положения или перемещения деталей и сборочных единиц, надежность эксплуатации, простоту ремонта машин и приборов, поэтому конструкции соединений могут быть различными и к их характеру могут предъявляться различные требования.

В одних случаях необходимо получить подвижное соединение с зазором, в других — неподвижное соединение с натягом.

*Зазором*  $S$  называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, т. е.  $S = D - d$

*Натягом*  $N$  называют разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. При подобном соотношении диаметров  $d$  и  $D$  натяг можно считать отрицательным зазором, т. е.

$$N = -S = -(D-d) = d - D$$

Зазоры и натяги обеспечиваются не только точностью размеров отдельно взятых деталей, но главным образом соотношением размеров сопрягаемых поверхностей — посадкой.

*Посадкой* называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединенных деталей

или их способность сопротивляться взаимному смещению. В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяют на три группы:

*посадки с зазором* обеспечивают зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала);

*посадки с натягом* обеспечивают натяг в соединении (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия);

*переходные посадки* дают возможность получать в соединении, как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются).

### **Посадки с зазором**

Посадки с зазором характеризуются предельными зазорами — наибольшим и наименьшим.

*Наибольший зазор*  $S_{max}$  равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала.

$$S_{max} = D_{max} - d_{min}$$

*Наименьший зазор*  $S_{min}$  равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала

$$S_{min} = D_{min} - d_{max}$$

Формулы можно преобразовать для вычисления  $S_{max}$  и  $S_{min}$  через отклонения, для чего подставим в формулу значения  $D_{max}$  и  $d_{min}$  из предыдущих формул:

$$S_{min} = ES - ei$$

Аналогично найдем:

$$S_{max} = EI - es$$

### **Посадка с натягом.**

Посадки с натягом характеризуются предельными натягами.

*Наибольший натяг*  $N_{max}$  равен разности наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия.

*Наименьший натяг*  $N_{min}$  равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min};$$

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

Предельные натяги, как и предельные зазоры, удобно вычислять через предельные отклонения:

$$N_{max} = es - EI;$$

$$N_{min} = ei - ES$$

### **Переходные посадки.**

Основной особенностью переходных посадок является то, что в соединениях деталей, относящихся к одним и тем же партиям, могут получаться или зазоры, или натяги. Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами.

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

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}.$$

### Посадки в системе отверстия и в системе вала

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы. Это может быть отверстие или вал, имеющие любое основное отклонение. В системе допусков и посадок основными деталями служат отверстия или валы, имеющие основное отклонение, равно нулю.

Таким образом, *основная деталь* - это деталь, поле допуска которой является базовым для образования посадок, установленных в данной системе допусков и посадок. *Основное отверстие* — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю  $EI = 0$  (см.рис. 2, б).

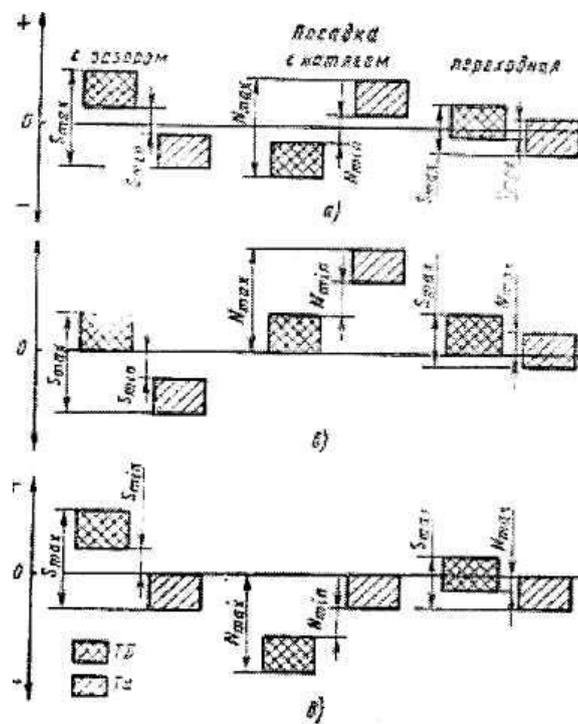


Рис.2

*Основное отверстие* — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю  $EI = 0$  (см.рис. 2, б). У основного отверстия верхнее отклонение всегда положительное и равно допуску  $ES - O = TD$ ; поле допуска расположено выше нулевой линии и направлено в сторону увеличения номинального размера.

*Основной вал* — вал, верхнее отклонение, которое равно нулю  $es = 0$  см. рис.2,в). У основного вала  $Td = 0 - (-ei) = |ei|$ ,

Поле допуска расположено ниже нулевой линии и направлено в сторону уменьшения номинального размера.

В зависимости от того, какая из двух сопрягаемых деталей является основной, системы допусков и посадок включают два ряда посадок: *посадки в системе отверстия* -различные зазоры и натяги получаются соединением

различных валов с основным отверстием (см. рис. 2, б); посадки в системе вала — различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом.

### Квалитеты.

В ЕСД<sub>2</sub> для размеров до 10 000 мм установлено 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 17. В порядке убывания точности допуски квалитетов условно обозначают IT01, IT0, IT2, ..., IT 16, IT 17. Для концевых мер длины: 01, 0, 1; для калибров и особо точных размеров: 2, 3, 4; для сопрягаемых размеров: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13; для несопрягаемых и неответственных размеров и припусков: 14, 15, 16, 17.

### Образование посадок в ЕСДП

Основные отклонения. Для образования полей допусков в ЕСДП для каждого интервала номинальных размеров установлены ряд допусков из 19 квалитетов и по 28 основных отклонений полей допусков валов и отверстий. Основные отклонения обозначают одной или двумя буквами латинского алфавита — прописными (A, B, C, CD, D и т. д.) для отверстий и строчными (a, b, c, cd, d и т. д.) для валов. Основные отклонения полей допусков можно обозначать буквой с буквенным индексом.

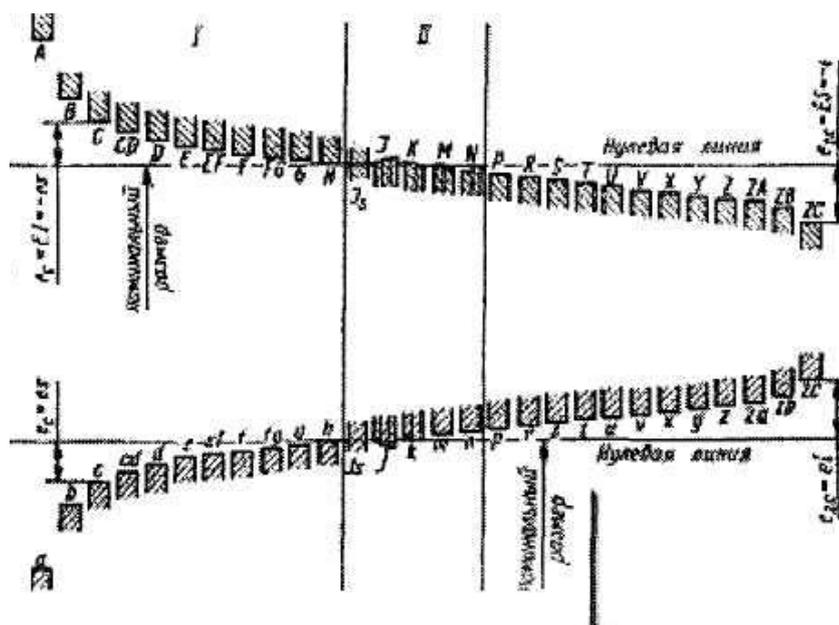


Рис.3

Основные отклонения отверстий должны допускать образование посадок в системе отверстия и в системе вала с равными зазорами и натягами.

### Ход работы

1. Кратко повторить материал по теме «Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений».
2. Исходные данные принять по таблице 2 приложения .

3. Определить:

- а) принятую систему данного сопряжения;
- б) верхние и нижнее отклонения отверстия и вала;
- в) посадку, основные отклонения и качества отверстия и вала;
- г) предельные размеры отверстия и вала;
- д) допуски на изготовление отверстия и вала;
- е) максимальный и минимальный зазор данного сопряжения;
- ж) допуск зазора;
- з) построить схемы полей допусков вала и отверстия;
- и) проставить допуски и отверстия вала и отверстия на чертежах.
- к) результаты расчетов свести в таблицу 1

### Содержание отчета

В отчет необходимо включить:

- задание с исходными данными;
- решение (см. пункты а) – ж)) с подробным описанием процесса расчета;
- схемы полей допусков вала и отверстия;
- чертеж вала и отверстия с обозначенными допусками и посадками;
- таблицу с результатами расчетов.

### Пример выполнения задания

**Задание.** Коленчатый вал двигателя автомобиля ЗИЛ 130 сопрягается с зубчатым колесом. В данном сопряжении диаметр шейки коленчатого вала имеет размер  $d=46^{-0,050}$  мм, а диаметр отверстия зубчатого колеса под коленчатый вал  $D = 46^{+0,025}$ .

Определить:

2. принятую систему данного сопряжения;
1. верхние и нижнее отклонения отверстия и вала;
2. посадку, основные отклонения и качества отверстия и вала;
3. предельные размеры отверстия и вала;
4. допуски на изготовление отверстия и вала;
5. максимальный и минимальный зазор или натяг данного сопряжения;
6. допуск зазора или натяга;
7. построить схему полей допусков;
8. изобразить обозначение допусков и посадок вала и отверстия на чертежах.

### Решение

1. Из условия задачи определяем систему данного сопряжения, т.к. у отверстия нижнее отклонение равно нулю, а верхнее отклонение имеет знак плюс, то система отверстия.

2. Определяем верхнее и нижнее отклонение отверстия и вала:

Для отверстия:  $EI = +0,025\text{ мм}$ ,  $EJ = 0\text{ мм}$

Для вала:  $es = 0,025\text{ мм}$ ,  $ei = -0,050\text{ мм}$

3. Определяем качества и основные отклонения отверстия и вала:

Для отверстия: основное отклонение H; Качество 7

Для вала: основное отклонение f; Качество 7

Из этого следует, что посадка с зазором.

4. Определяем предельные размеры отверстия и вала:

Для отверстия:

$$D_{\max} = D + ES = 46 + 0,025 = 46,025\text{ мм}$$

$$D_{\min} = D + EJ = 46 + 0 = 46\text{ мм}$$

Для вала:

$$d_{\max} = d + es = 46 + (-0,025) = 45,975\text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 46 + (-0,050) = 45,950\text{ мм}$$

5. Определяем допуски на изготовление отверстия и вала:

Допуск отверстия:  $TD = D_{\max} - D_{\min} = 46,025 - 46 = 0,025\text{ мм}$

Допуск вала:  $Td = d_{\max} - d_{\min} = 45,975 - 45,950 = 0,025\text{ мм}$

Выполняем проверку допусков отверстия и вала через отклонение:

Для отверстия:  $TD = ES - EJ = 0,025 - 0 = 0,025\text{ мм}$

Для вала:  $Td = es - ei = (-0,025) - (-0,050) = 0,025\text{ мм}$

6. Определяем максимальный и минимальный зазор данного сопряжения:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 46,025 - 45,950 = 0,075\text{ мм}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 46 - 45,975 = 0,025\text{ мм}$$

7. Определяем допуск зазора:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,075 - 0,025 = 0,050\text{ мм}$$

Выполняем проверку допуска зазора через допуск отверстия и допуск вала:

$$Td = 0,025 + 0,025 = 0,050\text{ мм}$$

8. Определяем максимальный и минимальный зазор данного сопряжения:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 46,025 - 45,950 = 0,075\text{ мм}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 46 - 45,975 = 0,025\text{ мм}$$

9. Определяем допуск зазора:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,075 - 0,025 = 0,050\text{ мм}$$

Выполняем проверку допуска зазора через допуск отверстия и допуск вала:

$$TS = TD + Td = 0,025 + 0,025 = 0,050\text{ мм}$$

По результатам расчетов заполним таблицу 1

Таблица 1 – Результаты расчетов

Обозначение выбранной посадки		Отклонения в мм		Предельные размеры в мм		Допуск	Натяги		Зазоры		допуск посадки
Буквенное	Цифровое	верхнее	нижнее	наименьшее	наибольшее		наибольшее	наименьшее	наибольшее	наименьшее	
Ø46H7/17	На сборочном чертеже	Ø 46 <sup>+0.025</sup> <sub>-0.025</sub>	отверстия 46 <sup>+0.025</sup>	+0.025	0	0.025	-	-	0.075	0.075	0.050
	На рабочем чертеже										

11. Строим поля допусков для вала и отверстия (рис. 4)

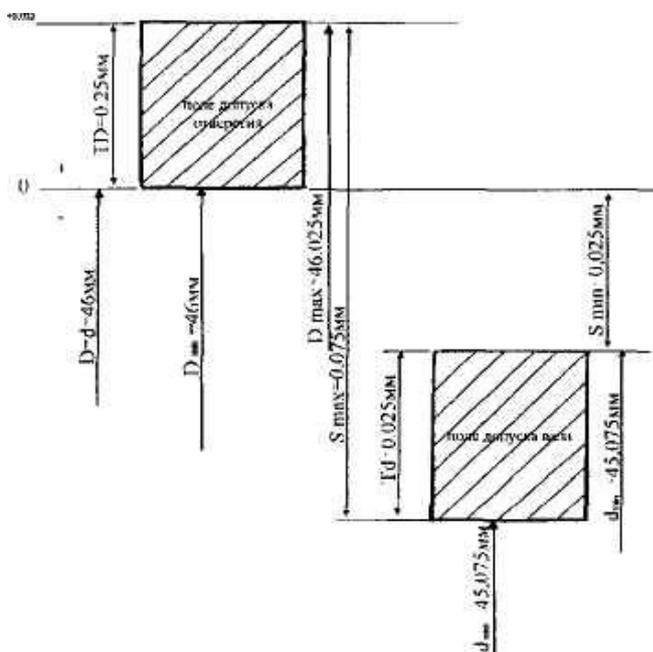


Рис.4

### Контрольные вопросы

1. Назвать виды поверхностей.
2. Дать определение поверхности охватываемой и охватывающей.
3. Дать определения номинального, действительного и предельного размеров.

4. Что такое отклонение?
5. Дать определение верхнего, нижнего и среднего отклонений.
6. Что такое допуск на размер?
7. Какие виды посадок вы знаете?
8. Чем характеризуется посадка с зазором?
9. Чем характеризуется посадка с натягом?
10. Чем характеризуется переходная посадка?
11. Что такое зазор?
12. Что такое натяг?
13. Что такое поле допуска?
14. Что показывают на поле допуска.
15. Дать определение нулевой линии.
16. Где откладываются положительные и отрицательные отклонения?
17. Чему соответствует номинальный размер?
18. Как выбирают масштаб при построении поля допуска?
19. Дать определение единой системы допусков и посадок.
20. Какая система допусков и посадок применяется в большинстве стран мира?
21. В чем принципы построения системы допусков и посадок?
22. Какой диапазон размеров охватывает ЕСКД?
23. Что характеризует единица допуска и как ее вычисляют?
24. Что называют качеством точности и что он характеризует?
25. Что такое основное отклонение?
26. Что такое посадка в системе вала?
27. Что такое посадка в системе отверстия?
28. Охарактеризовать методы выбора посадок.

### Список используемой литературы

1. Анухин В. И. Допуски и посадки: учебное пособие/В. И. Анухин. – СПб.: Питер, 2004. 207с.
2. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте – М546 порте: учебник для студ. Сред. Проф. Образования/. – Издательский центр «Академия», 2009. – 336с.
3. Интернет ресурсы

### Приложения

Таблица 2 – Исходные данные

Посадка										размер
N7/ h6	N7/ f6	H7/ r6	H8/ f6	G7/ g6	K7/ h6	H7/ k6	E9/ h 8	D11/ h11	H8/ h8	
Варианты										мм
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	45
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	28
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	50

Интервал  
размеров, мм

Н5      G6      H6      I<sub>s</sub>6      K6      G7      H7      I<sub>s</sub>7      K7      H8      E9      H9      D11      H11

Поля допусков

Таблица 3 - Значение допусков для размеров до 1600мм в качествах с 01 до 18\* (по ГОСТ 25346-82)

Интервалы размеров, мм	Допуски (мкм) для качеств											
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70
» 18 » 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84
» 30 » 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100
» 50 » 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120
» 80 » 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140
» 120 » 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160
» 180 » 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185
» 250 » 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210
» 315 » 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230
» 400 » 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250
» 500 » 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280
» 630 » 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320
» 800 » 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360
» 1000 » 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420
» 1250 » 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500

Предельные отклонения, мкм

От 1 до 3	+4	+8	+6	+3,0	0	+12	+10	+5	0	+14	+39	+25	+80	+60
	0	+2	0	-3,0	-6	+2	0	-5	-10	0	+14	0	+20	0
Св. 3 до 6	+5	+12	+8	+4,0	+2	+16	+12	+6	+3	+18	+50	+30	+105	+75
	0	+4	0	-4,0	-6	+4	0	-6	-9	0	+20	0	+30	0
» 6 » 10	+6	+14	+9	+4,5	+2	+20	+15	+7	+5	+22	+61	+36	+130	+90
	0	+5	0	-4,5	-7	+5	0	-7	-10	0	+25	0	+40	0
» 10 » 18	+8	+17	+11	+5,5	+2	+24	+18	+9	+6	+27	+75	+43	+160	+110
	0	+6	0	-5,5	-9	+6	0	-9	-12	0	+32	0	+50	0
» 18 » 30	+9	+20	+13	+6,5	+2	+28	+21	+10	+6	+33	+92	+52	+195	+130
	0	+7	0	-6,5	-11	+7	0	-10	-15	0	+40	0	+65	0
» 30 » 50	+1	+25	+16	+8,0	+3	+34	+25	+12	+7	+39	+112	+62	+240	+160
	1	+9	0	-8,0	-13	+9	0	-12	-18	0	+50	0	+80	0
» 50 » 80	+1	+29	+19	+9,5	+4	+40	+30	+15	+9	+46	+134	+74	+290	+190
	3	+10	0	-9,5	-15	+10	0	-15	-21	0	+60	0	+100	0
» 80 » 120	+1	+34	+22	+11,0	+4	+47	+35	+17	+10	+54	+159	+87	+340	+220
	5	+12	0	-11,0	-18	+12	0	-17	-25	0	+72	0	+120	0
» 120 » 180	+1	+39	+25	+12,5	+4	+54	+40	+20	+12	+63	+185	+100	+395	+250
	8	+14	0	-12,5	-21	+14	0	-20	-28	0	+85	0	+145	0
» 180 » 250	+2	+44	+29	+14,5	+5	+61	+46	+23	+13	+72	+215	+115	+460	+290
	0	+15	0	-14,5	-24	+15	0	-23	-33	0	100	0	+170	0
» 250 » 315	+2	+49	+32	+16,0	+5	+69	+52	+26	+16	+81	+240	+130	+510	+320
	3	+17	0	-16,0	-27	+17	0	-26	-36	0	+110	0	+190	0
» 315 » 400	+2	+54	+36	+18,0	+7	+75	+57	+28	+17	+89	+265	+140	+570	+360
	5	+18	0	-18,0	-29	+18	0	-28	-40	0	+125	0	+210	0
» 400 » 500	+2	+60	+40	+20,0	+8	+83	+63	+31	+18	+97	+290	+155	+630	+400
	7	+20	0	-20,0	-32	+20	0	-31	-45	0	+135	0	+230	0



» 24 » 30	-13	-6	-16	-9	-4,5	+8	-20	-13	5	+2	8	5	1	0	-21	6	0	-3	+41	0	-5	-19	-13
» 30 » 40	-9	0	-9	0	+5,5	+20	-9	0	+8,0	+18	+3	+4	+5	-2	0	+6	-5	0	+99	-2	0	-80	0
» 40 » 50	-16	-7	-20	-1	-5,5	+9	-25	-16	-8,0	+2	+1	+2	+3	-5	-2	+4	-8	-3	+60	-8	-6	-24	-16
» 50 » 65	-10	0	-10	0	+6,5	+24	-10	0	+9,5	+21	+3	+5	+6	-3	0	+8	-6	0	+133	-3	0	-10	0
» 65 » 80	-18	-8	-23	-1	-6,5	+11	-29	-19	-9,5	+2	+2	+3	+4	-6	-3	+5	-4	-6	+87	-1	-7	-29	-16
» 80 » 100	-12	0	-12	0	+7,5	+28	-12	0	+11,0	+25	+4	+5	+7	-3	0	+1	-7	0	+178	-3	0	-12	0
» 100 » 120	-22	-1	-27	-1	-7,5	+13	-34	-22	-11,0	+3	+2	+3	+7	-7	-3	+1	-5	-4	+198	-1	-8	34	-22
	2	7	4	5				0			3	7	6	1	5	4	6	4	+144	3		0	0



## Задание №2

**Задание.** Дан подшипник класса точности 0 или 6; поле допуска посадочной поверхности вала или корпуса (см. табл. 1). Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях. Предельные отклонения нанести на чертежах. *Примечание.* hB – условное обозначение поля допуска наружного кольца подшипника; ThB – допуск того же кольца.

### Краткий теоретический материал

#### Точность подшипников качения

Подшипники качения, работающие при самых разнообразных нагрузках и частотах вращения, должны обеспечивать точность и равномерность перемещений подвижных частей машин и приборов, а также обладать высокой долговечностью.

Работоспособность подшипников качения в большой степени зависит от точности их изготовления и характера соединения с сопрягаемыми деталями.

Точность подшипников качения (ГОСТ 520-71) определяется следующими показателями:

- точностью присоединительных поверхностей, т. е. точностью формы и размеров отверстия диаметром  $d$  во внутреннем кольце, цилиндрической поверхности диаметром  $D$  наружного кольца и ширины колец  $B$ ;
- точностью размеров и формы тел качения, а также дорожек качения наружного и внутреннего колец;
- радиальным биением дорожек качения внутреннего и наружного колец;
- непостоянством ширины колец  $U_p$ ;
- биением базового торца внутреннего кольца относительно его отверстия, и наружной поверхности наружного кольца относительно базового торца;
- осевым биением дорожки качения внутреннего  $A_t$  и наружного  $A_a$  колец относительно базовых торцов;
- шероховатостью посадочных и торцовых поверхностей колец.

В зависимости от перечисленных показателей точности все типы подшипников качения делят на пять классов точности: 0, 6, 5, 4, 2 (в порядке повышения точности). В классах высокой точности требования к точности деталей резко ужесточаются. Например, для внутренних колец диаметром  $d = 80 \dots 120$  мм допускаемое радиальное биение дорожки качения уменьшается с 25 (в классе точности 6) до 2,5 мкм (в классе точности 2). Дорогостоящие подшипники высокой точности следует применять только в обоснованных случаях. В машино- и приборостроении при средних нагрузках и скоростях, а также нормальной точности вращения (например, в редукторах общего назначения) в основном применяют подшипники класса точности 0; при повышенных Требованиях к точности вращения в тех же случаях применяют

подшипники класса точности 6; при высоких частоте вращения и требованиях к точности вращения — подшипники классов точности 4 и 5; для прецизионных и приборов и в других особых случаях — подшипники класса точности 2. Отдельные Специальные Технические требования к подшипникам, применяемым в авиационной промышленности, на железнодорожном транспорте, в узлах станков и приборов высокой точности и т. д., установлены ТУ. Класс точности (кроме класса 0) указывают через тире перед условным обозначением подшипника, например 6-205. ГОСТ 520-71 устанавливает также порядок маркировки, упаковки, транспортирования и хранения подшипников, обозначения и определения основных параметров. Кроме того, в ГОСТ 520-71 приведены методы контроля колец и подшипников в сборе.

Определение годности колец подшипников имеет особенность. Кольца подшипников, находящиеся до монтажа в свободном состоянии, вследствие упругих деформаций могут иметь овальность. Однако кольца могут оказаться годными даже в том случае, когда у данного подшипника наибольший  $D_{max}$ , и наименьший  $D_{min}$ , диаметры посадочных поверхностей выходят за допустимые пределы

В связи с этим в таблицах стандартов установлены предельные отклонения на номинальные и средние диаметры. Годными являются кольца, действительные значения средних диаметров которых не выходят за предельные значения средних диаметров.

### **Допуски и посадки подшипников качения**

Для обработки валов и отверстий в корпусах в местах соединения с внутренними и наружными кольцами подшипников качения установлены ряды полей допусков, выбранные из систем допусков и посадок для гладких цилиндрических соединений. В системе

ОСТ было установлено по 13 полей допусков для отверстий и валов классов точности 1-3. Для более полного удовлетворения запросов народного хозяйства установлено большее число полей допусков в качествах 3 - 11: 25 полей допусков для отверстий и 31 — для валов.

Система допусков и посадок, принятая для подшипников качения, обеспечивает взаимозаменяемость подшипников качения по их присоединительным размерам  $D$  и  $d$ , а также необходимое разнообразие посадок. Эта система, основанная на системе допусков и посадок для гладких цилиндрических соединений, имеет ряд особенностей.

1. Для сокращения номенклатуры подшипников качения значения предельных отклонений, установленных на размеры  $D$  и  $d$ , зависят только от размеров и класса точности подшипников и не зависят от характера сопряжения подшипников с корпусами и валами.

2. Требуемый характер соединения колец подшипников с деталями механизмов достигается обработкой сопрягаемых поверхностей валов и отверстий в корпусах по предельным отклонениям, соответствующим намеченным посадкам, т. е. для соединения подшипников качения с деталями

*механизмов приняты по наружному кольцу — система вала, а по внутреннему — система отверстия.*

3. Поля допусков наружного и внутреннего диаметров подшипников качения расположены ниже нулевой линии. Таким образом, поле допуска наружного диаметра подшипника  $D$  занимает такое же положение, как поле допуска основного вала, а поле допуска внутреннего диаметра, а по сравнению с полем допуска основного отверстия перевернуто относительно нулевой линии.

4. Поля допусков, по которым обрабатывают посадочные поверхности валов и отверстий в корпусах в сочетании с полями допусков, установленными на диаметры подшипников качения  $D$  и  $d$ , образуют специальные посадки. Это объясняется следующими причинами.

Посадочные поверхности валов и корпусов обрабатывают по IT3—IT11, а подшипников качения — приблизительно по IT2-IT5. Следовательно, в сопряжениях колец с деталями механизмов получают более точные посадки, чем в сопряжениях деталей, обработанных по одинаковым квалитетам.

По внутреннему диаметру подшипников благодаря перевернутому положению поля допуска с помощью полей допусков валов из ЕСДП получают специальные посадки. Так, поля допусков переходных посадок с основными отклонениями  $k$ ,  $m$ ,  $n$  при сопряжении с внутренними кольцами подшипников дают посадки с небольшими гарантированными натягами. Такие посадки вполне подходят для соединения с валами тонких, хрупких и легко деформируемых колец подшипников. К точности формы и шероховатости посадочных поверхностей валов и отверстий предъявляют специальные требования. Например, в зависимости от классов точности подшипников овальность и конусность посадочных поверхностей не должны превышать 0,25 ... 0,5 допуска на размер, а шероховатость = 0,32 ... 1,25 мкм.

Обозначения посадок подшипников качения на чертежах. На сборочных чертежах и чертежах деталей рядом с номинальным размером дают условное обозначение поля допуска только поверхности, сопряженной с подшипником. Например, сопряжение подшипника с корпусом должно быть обозначено  $\text{Ø}42\text{J}_7$ .

### **Ход работы**

1. Кратко повторить материал по теме Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений.

2. Исходные данные принять по таблице 1 приложения .

3. Определить:

а) систему данного сопряжения;

б) верхние и нижние отклонения посадочного диаметра подшипника и отверстия муфты;

в) предельные размеры посадочных диаметров подшипников и отверстия муфты;

г) допуски на изготовление наружного диаметра подшипников и отверстия муфты;

- д) максимальный и минимальный натяга данного сопряжения;
- е) допуск натяга.

### Содержание отчета

В отчет необходимо включить:

- задание с исходными данными;
- решение (см. пункты а) – е)) с подробным описанием процесса расчета;
- схемы полей допусков в соединениях;
- чертеж соединения с обозначенными допусками и посадками;

### Пример выполнения задания

**Задача 1.** Для соединения наружного кольца подшипника качения с корпусом применено после допуска N7,  $D=80$  мм, класс точности подшипника 0. Определить предельные отклонения, размеры и зазоры и натяги.

Примечание.  $hV$  – условное обозначение поля допуска наружного кольца подшипника;  $ThV$  – допуск того же кольца.

### Решение

Находим по таблице. П6,П7, и формулам предельные отклонения, мкм.

Для поля допуска N7:

$ES = -9\text{мкм} = 0,009$  мм,  $TD = 30\text{мкм} = 0,03$  мм,  $EI = -39\text{мкм} = 0,039$  мм;

Находим по табл. П1 для поля допуска  $hV$ :  $es = 0$ ,  $ei = -ThV = -13\text{мкм} = 0,03\text{мм}.$

Определяем предельные размеры:

Для отверстия в корпусе: наибольший предельный размер:

$$D_{\max} = D + ES = 80 + 0,009 = 80,009\text{мм};$$

наименьший предельный размер:  $D_{\min} = D + EI = 80 + 0,039 = 80,039\text{мм}.$

Для наружного кольца подшипника: наибольший предельный размер:

$$D_{\max} = D + es = 80 + 0 = 80\text{мм};$$

наименьший предельный размер:  $D_{\min} = D + ei = 80 + 0,013 = 80,013\text{мм}.$

Получилась переходная посадка.

Находим предельные натяги, зазоры:

максимальный предельный зазор:

$$S_{\max} = ES - ei = -0,009 - (-0,013) = 0,004\text{мм} = -N_{\min}$$

максимальный предельный натяг:

$$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,039) = 0,039\text{мм}.$$

Допуск переходной посадки:

$$ТП = N_{\max} - N_{\min} = 0,039 + 0,004 = 0,043\text{мм}.$$

По найденным отклонениям чертим поля допусков (рис. 1)

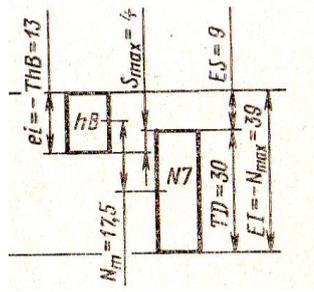


Рис.1

**Задача 2.** Для соединения внутреннего кольца подшипника качения,  $d=40$ мм и класс точности 0, с валом применено поле допуска q6. Определить предельные отклонения, размеры и зазоры и натяги

Примечание. KB – условное обозначение поля допуска внутреннего кольца подшипника; ТКВ – допуск того же кольца.

### Решение.

Находим по таблице П6 и П7, предельные отклонения, мкм.

Для поля допуска q6:  $es = -9$ мкм =  $-0,009$ мм,  $Td = 0,016$ ,  $ei = -25$ мкм =  $0,025$ мм.

Для поля допуска внутреннего кольца подшипника KB (находим по  $d_m$  в таблице П.1):  $ES = 0$ мм,  $EI = -TKB = -12$ мкм =  $0,012$ мм. (TKB – допуск внутреннего кольца).

Определяем предельные размеры:

Для вала: наибольший предельный размер

$$d_{\max} = d + es = 40 + (-0,009) = 39,991 \text{ мм};$$

наименьший предельный размер:

$$d_{\min} = d + ei = 40 + (-0,025) = 39,975 \text{ мм}.$$

Для внутреннего кольца подшипника: наибольший предельный размер:

$$D_{\max} = d + ES = 40 + 0 = 40 \text{ мм};$$

наименьший предельный размер:

$$D_{\min} = d + EI = 40 + (-0,012) = 39,988 \text{ мм}.$$

Получилась посадка с зазором.

Находим предельные зазоры: максимальный предельный зазор:

$$S_{\max} = ES - ei = 0 - (-0,025) = 0,025 \text{ мм};$$

Минимальный предельный зазор:

$$S_{\min} = es - EI = -0,009 - (-0,012) = 0,003 \text{ мм}.$$

Допуск посадки с зазором:

$$TI = S_{\max} - S_{\min} = 0,025 - 0,003 = 0,022 \text{ мм}.$$

Строим схемы полей допусков (рис.2)

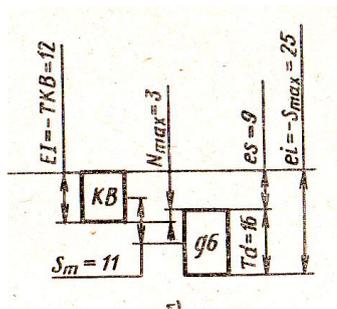


Рис. 2.

### Контрольные вопросы

1. Какими показателями характеризуется работоспособность подшипников качения и какими способами ее обеспечивают?
2. Какие классы точности установлены для подшипников качения?
3. Назовите область применения подшипников качения отдельных классов точности. Выгодно ли применять подшипники высоких классов точности?
4. Изложите основные правила условных обозначений подшипников качения, приведите примеры
5. Покажите на эскизе подшипника качения основных размеров, по которым подшипники сопрягаются с валами и корпусами, а так же элементы, от точности которых зависят точность подшипников.
6. По каким причинам кольца подшипников качения могут иметь овальность, и при соблюдении каких условий она допустима?
7. Как располагается поле допуска посадочной поверхности внутреннего кольца подшипника?
8. Какие зазоры и натяги необходимы и допустимы для соединения колец подшипников качения с валами корпуса: относительно большие или относительно малые?
9. Почему к точности формы и шероховатости поверхностей валов и корпусов в местах сопряжения с кольцами подшипников качения предъявляющих повышенных требований?
10. Почему принятый способ образования посадок по наружным и внутренним диаметрам обеспечивает сокращение номенклатуры подшипников качения?

### Список используемой литературы

1. Анухин В. И. Допуски и посадки: учебное пособие/В. И. Анухин. – СПб.: Питер, 2004. 207с.
2. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте – М546 порте: учебник для студ. Сред. Проф. Образования/. – Издательский центр «Академия», 2009. – 336с.
3. Интернет ресурсы

## Приложения

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Поле допуска	J <sub>s</sub> 6	K6	K7	N6	M7	M6	g6	h7	h8	js6	K6	m6	n6	p6	h6
Диаметр, мм															
Внутренний	5	15	20	35	60	90	100								
Наружный								22	42	62	95	140	200	16	55
Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Поле допуска	J <sub>s</sub> 6	K6	K7	N6	M7	M6	g6	h7	h8	js6	K6	m6	n6	p6	h6
Диаметр, мм															
Внутренний	25	15	25	30	35	45	65								
Наружный								30	40	33	44	56	80	70	90

Таблица 2 - Предельные отклонения размеров подшипников шариковых, мкм (ГОСТ 520-71)

Номинальный диаметр отверстия d, наружный D, мм	Кольцо внутреннее					Кольцо внутреннее и наружное	Кольцо наружное		
	Отверстие цилиндрическое			U <sub>p</sub>	U <sub>i</sub>				
	d <sub>m</sub>	d				В и С		D <sub>m</sub>	D
	-EI	-EI	+ES	Не более		-ei	-ei	+es	
	Класс точности 0								
Св. 2,5 до 10	8	10	2	15	10	120			
» 10 » 18	8	11	3	20	10	120	8	10	2
» 18 » 30	10	13	3	20	13	120	9	11	2
» 30 » 50	12	15	3	20	15	120	11	14	3
» 50 » 80	15	19	4	25	20	150	13	17	4
» 80 » 120	20	25	5	25	25	200	15	20	5
	Класс точности 6								
Св. 2,5 до 10	7	8	1	10	6	120			
» 10 » 18	7	8	1	10	7	120	7	8	1
» 18 » 30	8	9	1	10	8	120	8	9	1
» 30 » 50	10	11	1	10	10	120	9	11	2
» 50 » 80	12	14	2	12	10	150	11	13	2
» 80 » 120	15	18	3	12	13	200	13	15	2
» 250 » 315	-	-	-	-	-	25	29	4	30

Таблица 3 - Значение допусков для размеров до 1600мм в качествах с 01 до 18\* (по ГОСТ 25346-82)

Интервалы размеров, мм	Допуски (мкм) для качеств											
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Св. 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70
» 18 » 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84
» 30 » 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100
» 50 » 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120
» 80 » 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140
» 120 » 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160
» 180 » 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185
» 250 » 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210
» 315 » 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230
» 400 » 500	4	6	8	10	15	20	27	40	6	97	155	250
» 500 » 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280
» 630 » 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320
» 800 » 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360
» 1000 » 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420
» 1250 » 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500

Таблица – 4 Значение основных отклонений валов и отверстий для номинальных размеров, мкм (по ГОСТ 25346-82)

Интервалы размеров, мм	Верхнее отклонение вала –es всех квалитетов									Нижнее отклонение +es для всех квалитетов									Δ для квалитетов	
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	l	m	n	p	r	s	t	u		v
	Все квалитеты									4...7	3-7	Все квалитеты								
До 3	270	140	60	20	14	6	2	0		0	0	2	4	6	10	14	-	18	-	0
Св. 3 до 6	270	140	70	30	20	10	4	0		1	0	4	8	12	15	19	-	23	-	1
» 6 » 10	280	150	80	40	25	13	5	0		1	0	6	10	15	19	23	-	28	-	2
» 10 » 14	290	150	95	50	32	16	6	0		1	0	7	12	18	23	28	-	33	-	3
» 14 » 18																				39
» 18 » 24	300	160	110	65	40	20	7	0		2	0	8	15	22	28	35	-	41	47	3
» 24 » 30																		41	48	55
» 30 » 40	310	170	120	80	50	25	9	0		2	0	9	17	26	34	43	48	60	68	4
» 40 » 50	320	180	130														54	70	81	
» 50 » 65	340	190	140	100	60	30	10	0		2	0	11	20	32	41	53	66	87	102	5
» 65 » 80	360	200	150												43	59	75	120	120	
» 80 » 100	380	220	170	120	72	36	12	0		3	0	13	23	37						
» 100 » 120	410	240	180																	
» 120 » 140	460	260	200	145	85	43	14	0		3	0	15	27	43	63	92	122	170	202	6
» 140 » 160	520	280	210												65	100	134	190	228	
» 160 » 180	580	310	230												68	108	146	210	252	
» 180 » 200	660	340	240	170	100	50	15	0		4	0	17	31	50	77	122	166	236	284	6
» 200 » 225	740	380	260												80	130	180	258	310	
» 225 » 250	820	420	280												84	140	196	284	340	

» 250 » 280	920 1050	480 540	300 330	190	110	56	17	0	4	0	20	34	56	94 98	158 170	218 240	315 350	385 425	7	
»280 » 315																				
» 315 » 355	1200 1350	600 680	360 400	210	125	62	18	0	4	0	21	37	62	108 114	190 208	268 294	390 435	475 530	7	
» 355 » 400																				
» 400 » 450	1500 1650	760 840	440 480	230	135	68	20	0	5	0	23	40	68	126 132	232 252	330 360	490 540	595 660	7	
» 450 » 500																				
Отверстия	Все качества													Св. 7 (см. примечание 1)						

### Задание 3

**Тема:** Стандартизация резьбовых соединений

**Задание:** Для заданного резьбового соединения ( см. табл. 4 приложения) определить допуски, предельного отклонения, размера и зазоры; начертить схемы полей допусков для основных диаметров резьбы.

#### Краткий теоретический материал Основные понятия и определения

К основным параметрам цилиндрических метрических резьб относятся (рис. 1, б):

$D_2$  ( $D_2$ ) — средний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;

$d$  ( $D$ ) — наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки;

$d_1$  ( $D_1$ ) — внутренний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;

$P$  — шаг резьбы;  $\alpha$  — угол профиля резьбы; для метрических резьб  $\alpha = 60^\circ$ ;  $\alpha/2$  — половина угла профиля;  $\alpha/2 = 30^\circ$  для метрических резьб;

$H$  — высота исходного профиля ( $H = 0,86P$ ).

Для образования поля допуска диаметров  $d_1$  и  $D$  второе отклонение стандартом не назначается; основное —  $H$ ,  $E$ ,  $h$ ,  $g$  и другие — задано в стандарте. Форма впадин по указанным диаметрам обеспечивается инструментом при нарезании резьбы.

В табл. 1 приведены поля допусков наружной (болт) и внутренней (гайка) резьб, используемых для образования посадок с зазором. В отличие от гладких соединений при обозначении поля допуска резьбы на первом месте указывается степень точности, а на втором — основное отклонение.

Таблица 1 – Поля допусков метрических резьб

Деталь	Класс точности	Поле допуска при длине свинчивания		
		$S$	$N$	$L$
Наружная резьба (болт)	Точный	—	4h, 4g	—
	Средний	5h6h, 5g6g	6h, 6g, 6f, 6e, 6d	7g6g
	Грубый	—	8g	—
Внутренняя резьба (гайка)	Точный	4H	4H5H, 5H	6H
	Средний	5H	6H, 6G	7H
	Грубый	—	7H, 7G	8H

Обозначение поля допуска резьбы болта M24 — 5g6g — определяет отклонения для среднего — 5g (на первом месте) и наружного — 6g (на втором месте) диаметров. Для гайки M24 — 4H5H — на первом месте указывается поле допуска (отклонения) среднего диаметра — 4H, а на втором месте — поле допуска (отклонения) внутреннего диаметра — 5H.

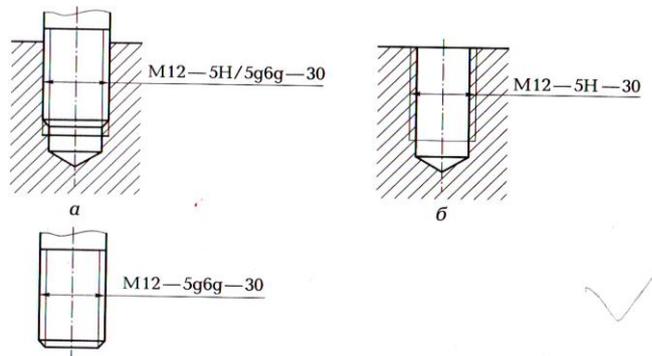


Рис.1

### Ход работы

1. Кратко повторить материал по теме Допуски и посадки резьбовых соединений .
2. Исходные данные принять по таблице 4 приложения .
3. Определить:
  - основные размеры резьбы гайки и болта;
  - поля допусков для наружной (внутренней) резьбы;
  - допуски, предельные размеры и отклонения для наружной (внутренней) резьбы;
  - предельные зазоры (натяги);

### Содержание отчета

В отчет необходимо включить:

- задание с исходными данными;
- решение (см. пункты ) с подробным описанием процесса расчета;
- схемы полей допусков в соединениях;
- чертеж соединения с обозначенными допусками и посадками;

### Примеры расчета

**Задание 1.** Для соединения M23-7H/7g6g определить допуски, предельного отклонения, размера и зазоры; начертить схемы полей допусков для основных диаметров резьбы.

#### Решение.

По табл. П1 и по формулам находим основные размеры резьбы гайки и болта M24 с крупным шагом P=13 мм, мм:

$$D = 24; d_2 = D_2 = 22,051; d_1 = D_1 = 20,752.$$

Поля допусков для наружной резьбы заданы:

по  $d$ -6g, по  $d_2$ -7g; по  $d_2$ -7g; по  $d_1$ - допуск не устанавливается;  
по  $D_2$  и  $D_1$ -7H.

Намечаем плоско срезанную впадину. Вычислим допуски, предельные размеры и отклонения. Выписываем из табл. П5 основные отклонения для резьбы болта  $e_{sh}$  и гайки  $E_{Hh}$  , из табл. П2...П4 допуски  $Td(6)$ ,  $TD_1(7)$ ,  $Td_2(7)$ ,

TD<sub>2</sub>(7). В скобках указаны степени точности. По формуле (1) определим вторые отклонения: нижнее  $e_i$  для резьбы болта и верхнее ES для резьбы гайки; по Формулам (2) и (3) находим предельные размеры основных диаметров резьбы. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов болта и гайки

Диаметр резьбы, мм	Резьба болта M24-7g7g			Резьба гайки M24-7H		
	d=24	d <sub>2</sub> =22,051	d <sub>1</sub> =20,725	D=24	D <sub>2</sub> =22,051	D <sub>1</sub> =20,725
Основные отклонения, мкм	Верхнее -es			Нижнее +EI		
	-48	-48	-48	0	0	0
Допуски Td (TD), мкм	Td(6)=375	Td <sub>2</sub> (7)=250	-	-	TD <sub>2</sub> (7)=335	TD <sub>1</sub> (7)=630
Вторые отклонения, мкм	Нижнее $-e_i = -es - Td$			Верхнее $ES = EI + TD$		
	-423	-298	-	-	+335	+630
Предельные размеры*, мкм:						
	d <sub>max</sub> , D <sub>max</sub>	23,952	22,003	20,704	D <sub>max</sub>	22,386
d <sub>min</sub> , D <sub>min</sub>	23,577	21,753	d <sub>1min</sub>	24,000	22,051	20,752

\*Вычислим по формуле (4):

$$d_{1min} = d_3 = 20,319 \text{ мм};$$

D<sub>max</sub> – не нормируется.

Вычислим предельные зазоры для проверки предыдущих расчетов по разности диаметров [формулы (5) и (6)]. Зазоры по наружному диаметру резьбы: S<sub>max</sub> – не вычисляют, так как D<sub>max</sub> не нормирован;

$$S_{min} = 24 - 23,952 = 0,048 \text{ мм} = 48 \text{ мкм}.$$

Зазоры по среднему диаметру резьбы:

$$S_{max} = 22,386 - 21,753 = 0,633 \text{ мм} = 335 - (-298) = 633 \text{ мкм};$$

$$S_{min} = 22,051 - 22,003 = 0,048 = 48 \text{ мкм}.$$

Зазоры по внутреннему диаметру резьбы:

$$S_{max} = 21,382 - 20,319 = 1,063 \text{ мм};$$

$$S_{min} = 20,752 - 20,704 = 0,048 \text{ мм} = 48 \text{ мкм}.$$

Схемы полей допусков заданной посадки по d и D, d<sub>2</sub> и D<sub>2</sub>, d<sub>1</sub> и D<sub>2</sub> показаны на рис 2

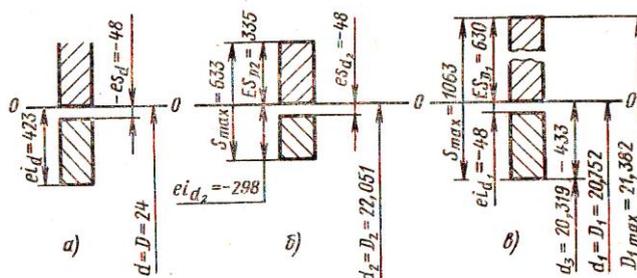


Рис. 2

**Задание 2.** Дана посадка с натягом М24-5Н5С(2)/3р(2). Определить допуски и предельные отклонения, размеры и натяги, начертить схемы полей допусков по  $d_2$  и  $D_2$ .

**Решение.**

Определяем основные характеристики соединения: посадки предназначена для соединения стальных шпилек с корпусом из чугуна, алюминия или магниевых сплавов; резьбовые детали по допускам и отклонениям по  $d_2$  и  $D_2$  сортируют на две группы; поля допусков - шпильки 3р, корпуса 2Н5С; шаг резьбы  $P=3$  мм (см. табл. Пб). Впадина наружной резьбы должна иметь закругленную форму.

Определим предельные размеры, отклонения и допуски основных диаметров резьбы. По формулам (7), (4) вычисляем основные размеры резьбы шпильки  $d_2$ ,  $d_1$  и гнезда  $D_2$ ,  $D_1$ . Из табл. П7 выписываем предельные отклонения и отклонения  $e_{I-II}$  и  $E_{I-II}$ , соответствующие границам I и II групп сортировки (см. рис. 3,б).

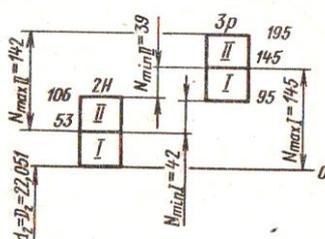


Рис.3

Вычисляем по формулам (2) и (3) предельные размеры, а также размеры, соответствующие границе групп I и II; по формуле (1) находим допуски диаметров резьбы. Все перечисленные величины приведены в таблице и показаны на рис. 2.

Здесь  $d_{2I-II}$ ,  $D_{2I-II}$ -средние диаметры, соответствующие границам сортировочных групп;  $e_{I-II}$ ,  $E_{I-II}$  – отклонения средних диаметров, соответствующие границам сортировочных групп;  $T_{dI-II}$ ,  $T_{DI-II}$  – допуски сортировочных групп. Предельные размеры  $d_1$  определены исходя из того, что они ограничиваются предельными отклонениями формы впадины наружной резьбы, т.е. должны находиться в пределах от  $d_3$  до  $d_1-2H/8$ . Тогда  $d_{1max} \approx 20,320$  [по формуле (8)];

$$d_{1min} = d_1 - H/4 = 20,752 - 0,649 = 20,103 \text{ мм}$$

Для деталей, относящихся к одноименным группам, вычисляем натяги  $N_{max I,II}$  и  $N_{min I,II}$  (рис. 2), мкм:

$$N_{maxI} = e_{I-II} - EI = 145 - 0 = 145,$$

$$N_{maxII} = es - E_{I-II} = 195 - 53 = 142,$$

$$N_{minI} = e_I - E_{I-II} = 95 - 53 = 42,$$

$$N_{minII} = e_{I-II} - ES = 145 - 106 = 39.$$

Допуски натягов I и II сортировочных групп определяем по формуле (9):

$$T\Pi_I = T\Pi_{II} = T_{dI} + T_{dI} = 50 + 53 = 103 \text{ мкм.}$$

Такой же результат получим по разности натягов, мкм:

$$T\Pi_I = N_{maxI} - N_{minI} = 145 - 42 = 103.$$

Схемы полей допусков  $d_2$  показаны на рис. 3.

Рекомендуется изобразить схемы полей допусков в увеличенном размере и показать на них все предельные отклонения и натяги; Вычислить предельные натяги по предельным размерам.

Таблица 3. Результаты расчетов шпильки и гнезда

Номинальные размеры, мм		Резьбы шпильки М24-3р(2)				Резьбы гнезда М24-2НС(2)			
		d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>2I-II</sub>	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>2I-II</sub>
		24	20,752	22,051		24	20,752	22,051	
Предельные отклонения, мкм		Верхнее es			eI-II	Нижнее EI			+53
		-170	-	+195		0	+170	0	
		Нижнее ei			+145	Верхнее ES			
-545	-	+95	-	+570		+106			
Предельные размеры, мм	max	28,830	20,319	22,246	22,196	-	21,322	22,157	22,104
	min	23,455	20,103	22,146		-	20,922	22,051	
Допуски, мм		T <sub>d</sub>	T <sub>d1</sub>	T <sub>d2</sub>	T <sub>D<sub>I-II</sub></sub>	T <sub>D</sub>	T <sub>D1</sub>	T <sub>D2</sub>	T <sub>D<sub>I-II</sub></sub>
		375	-	100	50	-	400	106	53

### Контрольные вопросы

1. Дайте краткую характеристику основных типов стандартных резьб. Желательно указать номера стандартов.
2. Какие резьбы и почему применяют в неподвижных и подвижных резьбовых соединениях?
3. Назовите преимущества и недостатки резьбовых соединений.
4. Какие требования предъявляют к резьбовым соединениям?
5. Как влияет на работоспособность резьбовых соединений точность резьбы? Какими мерами она обеспечивается?
6. Влияние формы впадин наружной и внутренней резьбы на работоспособность резьбовых деталей?
7. Какие виды посадок применяют в резьбовых соединениях?
8. От точности и соотношения размеров каких элементов резьбы зависит характер и качество резьбовых посадок?
9. Почему свинчиваемость резьб обеспечивается ограничением погрешности из средних диаметров?
10. Что называют погрешностью шага резьбы? Рассмотрите виды и причины появления этих погрешностей.
11. Что называется погрешностью собственно среднего диаметра  $d_2$  или  $D_2$ ?
12. Что называют длиной свинчивания резьбового соединения? Чем она характеризуется и как влияет на характер работоспособность резьбового соединения?

### Список используемой литературы

1. Анухин В. И. Допуски и посадки: учебное пособие/В. И. Анухин. – СПб.: Питер, 2004. 207с.

2. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте – М546 порте: учебник для студ. Сред. Проф. Образования/. – Издательский центр «Академия», 2009. – 336с.

3. Интернет ресурсы

### Приложения.

Таблица 4 – Исходные данные

Вариант	Обозначение резьбы и посадки	Измеренные размеры резьбы, мм					
		болта			гайки		
		d	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	D	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>
1	M10-5H/5g6g	9,884	8,913	8,307	10,085	9,118	8,531
2	M12-4H/3h4h	11,883	10,813	10,051	12,092	10,936	10,248
3	M24-5G/5h6h	23,751	20,859	20,694	24,097	21,240	21,075
4	M27x2-6G/6f	26,760	25,509	24,776	27,118	25,892	25,123
5	M36x3-6G/6e	35,647	33,829	32,672	36,086	34,274	33,143
6	M39-6H/6g	38,629	36,184	34,528	39,104	36,603	35,132
7	M42-6H/6h	41,652	38,923	37,051	42,128	39,287	37,576
8	M45-6H/6d	44,481	41,821	39,957	45,150	42,287	40,576
9	M48-7G/8g	47,430	44,408	42,486	48,180	45,107	43,258
10	M52x3-7H/8g	51,527	49,827	48,612	52,257	50,287	49,172
11	M56-5H/4g	55,691	52,239	49,923	56,257	52,614	50,446
12	M60x4-4H5H/4h	59,815	57,293	55,608	60,078	57,536	55,987
13	M64-7G/7e6e	63,418	59,872	57,397	64,164	60,500	58,172
14	M68x3-8G/9g8g	67,557	65,741	64,609	68,082	66,249	65,334
15	M72x4-7H/7h6h	71,625	69,158	67,621	72,125	69,669	68,170
16	M76x6-6H/5h4h	75,762	71,935	69,342	76,168	72,353	70,039
17	M80x6-7G/7h6h	79,517	75,849	73,226	76,206	76,423	74,172
18	M85x4-8H/8h	84,460	82,153	80,597	85,254	82,753	81,303
19	M90x6-6G/6h	89,518	85,917	83,350	90,186	86,433	84,118
20	M80x4-4H5H/4g	79,783	77,245	75,590	80,109	77,536	76,024

Таблица П1 – Номинальные диаметры и шаги метрической резьбы рядов 1 и 2 (по ГОСТ 8724 – 81)

Номинальный диаметр, мм		Шаг P, мм		Номинальный диаметр, мм		Шаг P, мм	
1 – й ряд	2 – й ряд	крупный	мелкий	1 – й ряд	2 – й ряд	крупный	мелкий
3		0,5			33	3,5	2; 1,5
4		0,7	0,5	36		4	3; 2; 1,5;
5		0,8	0,5		39	4	3; 2; 1,5;
6		1		42		4,5	3; 2; 1,5;
8		1,25	1		45	4,5	3; 2; 1,5;
10		1,5	1,25; 1	48		5	3; 2;
12		1,75	1,5; 1,25		52	5	3; 2;
	14	2	1,25	56		5,5	4; 3;
16		2	1,5		60		4; 3;
	18	2,5	2; 1,5;	64		6	4; 3;
20		2,5	2; 1,5;		68	6	4; 3;
	22	2,5	2; 1,5;	72		-	6; 4; 3;
24		3	2; 1,5;		76	-	6; 4; 3;
	27	3	2; 1,5;	80		-	6; 4; 3;
30		3,5	2; 1,5;		85	-	6; 4; 3;

Таблица П2 - Метрические резьбы. Посадки с зазором. Допуски диаметров  $d$  и  $D_1$ , мкм (по ГОСТ 16093-81)

Шаг $P$ , мм	$T_d$ наружной резьбы			$T_D$ внутренней резьбы				
	Степень точности							
	4	6	8	4	5	6	7	8
0,5	67	106	-	90	112	140	180	-
0,7	90	140	-	112	140	180	224	-
0,8	95	150	236	125	160	200	250	315
1	112	180	280	150	190	236	300	375
1,25	132	212	335	170	212	265	335	425
1,5	150	236	375	190	236	300	375	475
1,75	170	265	425	212	265	335	425	530
2	180	280	450	236	300	375	475	600
2,5	212	335	530	280	355	450	560	710
3	236	375	600	315	400	500	630	800
3,5	265	425	670	355	450	560	710	900
4	300	475	750	375	475	600	750	950
4,5	315	500	800	425	530	670	850	1060
5	335	530	850	450	560	710	900	1120
5,5	355	560	900	475	600	750	950	1180
6	375	600	950	500	630	800	1000	1250

Таблица П3 - Метрические резьбы. Посадки с зазором. Допуски диаметра  $d_2$ , мкм (по ГОСТ 16093-81)

Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Шаг $P$ , мм	$T_{d2}$ для степени точности						
		3	4	5	6	7	8	9
Св. 2,8 до 5,6	0,5	38	48	60	75	95	-	-
	0,7	45	56	71	90	112	-	-
	0,8	48	60	75	95	118	150	190
Св. 5,6 до 11,2	1	56	71	90	112	180	180	224
	1,25	60	75	95	118	190	190	236
	1,5	67	85	106	132	212	212	265
Св. 11,2 до 22,4	1,25	67	85	106	132	212	212	265
	1,5	71	90	112	140	224	224	280
	1,75	75	95	118	150	236	236	300
	2	80	100	125	160	250	250	315
Св. 22,4 до 45	2,5	85	106	132	170	265	265	335
	1,5	75	95	118	150	236	236	300
	2	85	106	132	170	265	265	335
	3	100	125	160	200	315	315	400
	3,5	106	132	170	212	335	335	425
	4	112	140	180	224	355	355	450
	4,5	118	150	190	236	375	375	475

Св. 45 до 90	3	106	132	170	212	265	335	425
	4	118	150	190	236	300	375	475
	5	125	160	200	250	315	400	500
	5,5	132	170	212	265	335	425	530
	6	140	180	224	280	355	450	560

Таблица П4 - Метрические резьбы. Посадки с зазором. Допуски диаметра  $D_2$ , мкм (по ГОСТ 16093-81).

Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Шаг $P$ , мм	$T_{D2}$ для степени точности				
		4	5	6	7	8
Св. 2,8 до 5,6	0,5	63	80	100	125	-
	0,7	75	95	118	150	-
	0,8	80	100	125	160	200
Св. 5,6 до 11,2	1	95	118	150	190	236
	1,25	100	125	160	200	250
	1,5	112	140	180	224	280
Св. 11,2 до 22,4	1,25	112	140	180	224	280
	1,5	118	150	190	236	300
	1,75	125	160	200	250	315
	2	132	170	212	265	335
	2,5	140	180	224	280	355
Св. 22,4 до 45	1,5	125	160	200	250	315
	2	140	180	224	280	355
	3	170	212	265	335	425
	3,5	180	224	280	355	450
	4	190	236	300	375	475
	4,5	200	250	315	400	500
Св. 45 до 90	3	180	224	280	355	450
	4	200	250	315	400	500
	5	212	265	335	425	530
	5,5	224	280	355	450	560
	6	236	300	375	475	600

Таблица П5 - Метрические резьбы. Посадки с зазором. Основные отклонения наружной и внутренней резьб, мкм (по ГОСТ 16093-81).

Шаг $P$ , мм	Основное отклонение резьбы, мкм						
	-es наружной ( $d, d_2$ )				+EI внутренней ( $D_1, D_2$ )		
	d	e	f	g	E	F	G
0,5	-	50	36	36	50	36	20
0,7	-	56	56	38	56	38	22
0,8	-	60	60	38	60	38	24
1	90	60	60	40	60	40	26
1,25	95	63	63	42	63	42	28

1,5	95	67	67	45	67	45	32
1,75	100	71	71	48	71	48	34
2	100	71	71	52	71	52	38
2,5	106	80	80	58	80	-	42
3	112	85	85	63	85	-	48
3,5	118	30	90	-	90	-	53
4	125	95	95	-	95	-	60
4,5	132	100	100	-	100	-	63
5	132	106	106	-	106	-	71
5,5	140	112	112	-	112	-	75
6	150	118	118	-	118	-	80

Таблица П6 - Метрические резьбы. Диаметры и шаги резьб для посадок переходных и с натягом, мм (по ГОСТ 24834-81, ГОСТ 4608-81)

Диаметр резьбы d для ряда		Шаг резьбы P		Диаметр резьбы d для ряда		Шаг резьбы P	
1	2	крупный	мелкий	1	2	крупный	мелкий
5		0,8			22	2,5	2; 1,5
6		1				3	2
8		1,25	1	24	27	3	2
10		1,5	1,25			3,5	2
12		1,75	1,5; 1,25	30	33	3,5	3
	14	2	1,5	36		4	3
16		2	1,5		39	4	3
	18	2,5	2; 1,5	42		4,5	3
20		2,5	2; 1,5		45	4,5	3

П7 – Предельные отклонения для посадок с натягом

Номинальный диаметр резьбы d, мм	Шаг P, мм	предельные отклонения для резьбы							
		наружной				внутренней			
		d <sub>2</sub>		D <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>			
		+es	Граница групп I и II	+ei	+ES	Граница групп I и II	+EI	+ES	+EI
Св. 2,8 до 5,6	0,8	96	72	48	50	25	0	250	90
Св. 5,6 до 11,2	1	109	81	53	60	30	0	280	90
	1,25	116	86	56	63	31		307	95
Св. 11,2 до 22,4	1,5	130	96	63	71	35	0	376	140
	1,25	123	80	56	71	35		307	95
	1,5	134	98	63	75	37		376	140
	1,75	142	104	67	80	40		410	145
	2	155	115	75	85	42		450	150
Св. 22,4 до 45	2,5	170	127	85	90	45	0	515	160
	2	160	117	75	90	45		450	150
	3	195	145	95	106	53	570	170	

**Основные расчетные формулы:**

1.  $D_{\max}=D+ES$ ;  $d_{\max}=D+es$
2.  $D_{\min}=D+EI$ ;  $d_{\min}=D+ei$
3.  $TD=ES-EI$ ;  $Td=es-ei$
4.  $S_{\max}=ES-ei$

5.  $S_{\min} = EI - es$
6.  $d_2 = d - 0,6495P$ ,  $D_2 = D - 0,6495P$
7.  $d_1 = d - 1,0825P$ ,  $D_1 = D - 1,0825P$
8.  $d_3 = d - 1,2268P$
9.  $ТП = TD + Td = TS = TN$
10.  $d_{2пр} = d_{2изм} + f_P + f_\alpha \leq d_2$  (или  $d_{2max}$ )
11.  $D_{2пр} = D_{2изм} - (f_P + f_\alpha) \geq D_2$  (или  $D_{2min}$ )

#### Задание №4

##### Теоретические вопросы:

1. Дать характеристику метрологическим средствам измерения.
2. Пояснить правовые основы обеспечения единства измерений.
3. Перечислить и кратко охарактеризовать метрологические службы РФ по обеспечению единства измерений.
4. Перечислить и кратко охарактеризовать виды метрологического контроля.
5. Перечислить и кратко охарактеризовать виды метрологического надзора.
6. Дать понятие физической величины и методам ее измерения.
7. Дать понятие измерению и методике ее определения.
8. Дать понятие результату и погрешности измерения.
9. Привести технологию обработки результатов прямых многократных измерений.
10. Привести классы точности средств измерения и дать краткую их характеристику.
11. Сформулировать общие сведения о качестве продукции.
12. Перечислить показатели качества продукции и дать им краткую характеристику.
13. Охарактеризовать методы оценки качества продукции.
14. Сформулировать цели и задачи сертификации.
15. Перечислить области подтверждения соответствия.
16. Перечислить общие правила сертификации продукции.
17. Перечислить участников сертификации и их функции.
18. Охарактеризовать пять этапов сертификации.
19. Пояснить технологию подачи заявки на сертификацию и порядок ее оформления.
20. Пояснить технологию аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий.
21. Пояснить особенности сертификации на автомобильном транспорте.
22. Пояснить технологию контроля и испытание продукции.
23. Перечислить и дать краткую характеристику видам контроля и испытаний качества продукции.
24. Перечислить и кратко пояснить стандарты качества продукции на транспорте.

### Список литературы.

1. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте: учебник для студ. сред. проф. образования / (И. А. Иванов, С. В. Урушев, А. А. Воробьев, Д. П. Кононов). – М.;: Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.
2. Кошева И. П., Канке А. А. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 20. – 416 с. – (Профессиональное образование).
3. Яблонский О. П., Иванова В. А. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: Учебник / Серия «Высшее образование», - Ростов н/Д: Феникс, 2011. – 448 с.
4. Анухин В. И. Допуски и посадки: учеб. Пособие / В. И. Анухин. – СПб.: Питер, 2010. – 207 с.
5. Метрология, стандартизация и сертификация / под ред. Проф. А. С. Сигова. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2011. – 336 с.
6. Федеральный закон РФ № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
7. Федеральный закон РФ № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
8. Интернет-ресурсы:  
URL: [http://db.biysk.secna.ru/umk/rp.is\\_standard.standard\\_html](http://db.biysk.secna.ru/umk/rp.is_standard.standard_html);