

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Автомобильный транспорт»

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Методические указания
к выполнению практических занятий

Бишкек 2022

УДК 656.1:004.4(07)

ББК 39.3

М 54

Рецензенты:

Б. Советбеков – д-р техн. наук, проф. КРСУ,
Ж. Темирбеков – д-р техн. наук, проф. КНАУ им. К.И. Скрябина

Составители:

М.Т. Алсеитов, Ч.З. Элеманов

Рекомендовано к изданию по решению кафедры
«Автомобильный транспорт» ГОУВПО КРСУ

М 54 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ: методические указания к выполнению практических занятий / сост.: М.Т. Алсеитов, Ч.З. Элеманов. Бишкек: КРСУ, 2022. 74 с.

Приведены методические указания для последовательного, самостоятельного изучения и выполнения практических заданий. Прилагаются справочные материалы и образцы выполнения схем, полей допусков и чертежей деталей и узлов.

Предназначены для студентов направлений: 23.03.01 – Технология транспортных процессов; 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ.....	5
3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ	7
3.1. Основные понятия о посадках.....	7
3.2. Определение элементов гладкого цилиндрического соединения с выбором средств измерения для его деталей (Задание 1).....	10
3.3. Определение элементов соединений, подвергаемых селективной сборке (Задание 2)	18
3.4. Расчет и выбор полей допусков для деталей, сопрягаемых с подшипниками качения (Задание 3)	22
3.5. Допуски и посадки шпоночных соединений (Задание 4)	28
3.6. Допуски и посадки шлицевых соединений (Задание 5) ...	33
3.7. Расчет допусков размеров, входящих в размерные цепи (Задание 6)	38
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	43
ЛИТЕРАТУРА.....	72

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день под метрологией понимается наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [1]. Метрологию условно можно подразделить на три составных, такие как юридическую, прикладную, а так же теоретическую.

Теоретическая метрология включает в себя основные общие проблемы теории измерений, разработку новых методов измерения, а также создание единиц измерения и систем физических констант. Юридическая метрология, устанавливающая правовые методы и требования к использованию единиц измерения физических величин, стандартов, методов и средств измерения для обеспечения единообразия и точности измерений, отвечает общественным интересам.

На сегодняшний день приняты нижеследующие термины измерения:

– измерение – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины [2];

– измерение – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с её единицей и получение значения этой величины [1].

Единство измерений – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Точность измерений – одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения.

2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Практические задания должны выполняться с учетом современных достижений науки, техники и передового опыта в области метрологии и стандартизации. Тема заданий одинакова для всех студентов и имеет название: «Расчет и выбор полей допуска для деталей с различными соединениями» и выполняется по индивидуальным вариантам.

Это дает возможность каждому студенту, на основании информации, полученной в справочных и учебных пособиях самостоятельно решать поставленные перед ним задачи.

Независимо от варианта задания, расчетно-графическое задание должно содержать: титульный лист (1 стр.); задание (1 стр.); содержание (1–2 стр.); введение; основную часть; заключение; список литературы; приложения.

Основная часть практических работ состоит из шести заданий – разделов и должна иметь следующую структуру:

1. Введение.
2. Определение элементов гладкого цилиндрического соединения с выбором средств измерения для его деталей (Задание 1).
3. Определение элементов соединений, подвергаемых селективной сборке (Задание 2).
4. Расчет и выбор полей допусков для деталей, сопрягаемых с подшипниками качения (Задание 3).
5. Допуски и посадки шпоночных соединений (Задание 4).
6. Допуски и посадки шлицевых соединений (Задание 5).
7. Расчет допусков размеров, входящих в размерные цепи (Задание 6).

Каждое задание представляет собой раздел вычислительных и графических задач, каждое задание представляет собой краткое описание цели работы, практической значимости, новизны, объекта и предмета разработки.

В заключении необходимо показать, каким образом были решены задачи, поставленные в задании. После заключения дается список литературы, которая была использована при выполнении заданий.

Перечень литературы включает нормативно-правовые акты, специальную научно-педагогическую литературу, другие используемые материалы и должен составляться в соответствии с едиными требованиями библиографического описания. Список литературы оформляется либо в алфавитном порядке, либо в порядке ее использования.

Решение каждого задания требует вычерчивания схем и эскизов, т. е. выполнения графической части.

Графическая часть выполняется либо на общем листе бумаги формата А1, разделенном на форматы формата А4, чертежи и эскизы выполнены карандашом, как указано в методических инструкциях для каждой задачи, либо просто на листах формата А4, размещенных в соответствующем месте для вычислительных задач. В штампах этих форматов укажите номер задания, к которому относятся чертежи или эскизы, представленные в формате. Схемы полей допусков должны быть выполнены в масштабе.

Перед началом практического занятия преподавателем проводится вводное занятие, на котором выдается вариант задания, которые приведены в приложении 1, разъясняются задачи расчета, сообщается план и объем пояснительной записки и графической части, примерное распределение времени на выполнение отдельных частей работы.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

3.1. Основные понятия о посадках

Условия функционирования деталей и узлов в машине определяют требования к характеру их сопряжения. Задача конструктора заключается в назначении посадок сопрягаемых деталей, удовлетворяющих этим условиям. Например, работоспособность подшипниковой пары скольжения зависит от величины заданного зазора между вкладышем подшипника и цапфой вала.

Тип соединения гладких цилиндрических деталей, то есть подгонки, регулируется единой системой допусков (ЕСДП СЭВ). Основные положения этой системы, принятые в ней значения допуска и основные отклонения, правила формирования полей допуска и их обозначения нормализуются нормой: СЭВ-СТ СЭВ 145-75 «ЕСДП СЭВ». («Общие положения, ряды допусков и основных отклонений»).

Взаимное расположение полей допуска вала и отверстия характеризует посадку. Посадка – это тип частичного соединения, определяемый разностью размеров перед сборкой, то есть размером результирующих зазоров или напряжений в соединении. Посадка характеризует свободу относительного движения соединенных частей или сопротивление их взаимному смещению.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть, как показано на рисунке 3.1:

- с натягом;
- переходная;
- с зазором;
- скользящей.

Посадки образуются сочетанием полей допусков отверстия и вала. Посадка с зазором – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала (скользящая посадка).

Посадка с натягом – посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении.

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга.

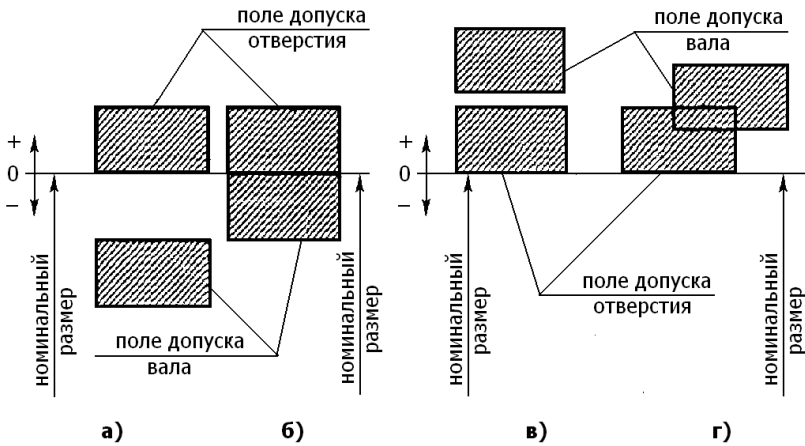


Рис. 3.1. Примеры схем полей и допусков посадки:
 а) – с зазором; б) – скользящей; в) – с натягом;
 г) – переходной

Посадки в системе отверстия – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием (показано на рисунке 3.2, а). Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю. Посадки в системе вала – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом как показано на рисунке 3.2, б. Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю. Применение посадок в системе отверстия предпочтительно. Поля допусков и рекомендуемые посадки регламентируются стандартом СЭВ - СТ СЭВ 144-75 «ЕСДП СЭВ». «Поля допусков и рекомендуемые посадки».

В практике конструирования машин до настоящего времени наиболее распространен метод выбора требуемых посадок и ква-

литетов точности в сопряжениях деталей на основе опыте эксплуатации аналогичных механизмов, а также по рекомендациям различных нормативных материалов и литературных источников.

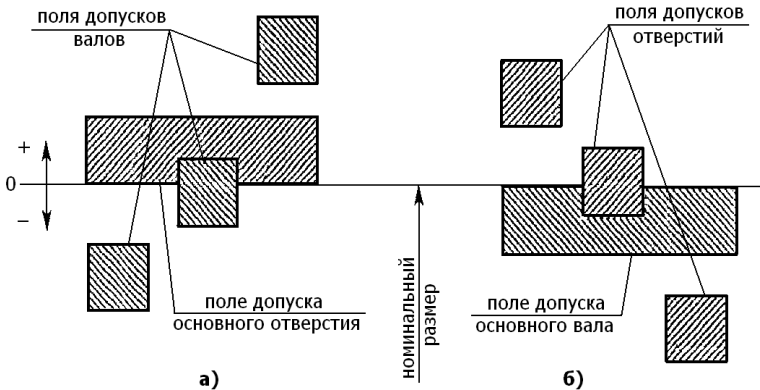


Рис. 3.2. Примеры схем расположения полей и допусков различных посадок: а) в системе отверстия; б) в системе вала

Однако не всегда путем аналогии предоставляется возможным установить оптимальную для каждого случая посадку. Необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации машины, влияние внешних нагрузок, режим работы и другие факторы. Указанному в наибольшей степени отвечает метод установления требуемых посадок на основе расчета. Чаще всего расчету подвергаются посадки с натягом, как наиболее ответственные. В ответственных подвижных соединениях машин расчету подвергаются также посадки с зазором. Менее определены условия расчета переходных посадок, поскольку они характеризуются возможностью получения как зазора, так и натяга. Поэтому в последнем случае расчет сводится к определению вероятности получения доли зазора и натяга в анализируемой посадке.

3.2. Определение элементов гладкого цилиндрического соединения с выбором средств измерения для его деталей (Задание 1)

Цель задания

1. Изучить основные термины и правильно определить поле допуска, допуск по размерам, ограничение по размерам, качество размеров, предельный зазор и герметичность соединения, основной допуск по посадке и предельное отклонение.
2. Изучить, как правильно указывать поля посадки и допусков для сборочных чертежей или подробных чертежей.
3. Изучить, как правильно выбрать измерительный инструмент для контроля размеров.

В задании требуется

1. Определить размер допуска, размер и знаки основного отклонения и предельного отклонения оси и размеров отверстия.
2. Определить максимальные размеры вала и отверстия.
3. Определить систему допусков, для которой задана подгонка.
4. Определить значение максимального зазора или герметичности, допуск на посадку, группу посадки.
5. Начертить диаграмму поля допуска детали для указанного соединения в любом масштабе.
6. Нарисовать эскиз сборочного соединения и его деталей, используя поля спецификации допусков и отклонений.
7. Выбрать прибор для измерения деталей данного соединения с требуемой точностью.

Методические указания к выполнению

1. Если точность размера задана полем условного (символьного) допуска, то допуск определяется следующим образом ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75) таблица приложения 2 к методическим указаниям.

Допуски, указанные в этой таблице, зависят от номинального размера и номера качества. Указанный допуск по размеру находится на пересечении линии, содержащей номинальный размер, для которого указан диапазон размеров, и графика соответствующего качества.

Основное отклонение каждого обозначается 1 или 2 буквами латинского алфавита: маленькими – для вала и большими – для отверстия. Основным из них является одно из 2 отклонений размера, наиболее близкое к линии номинального размера 1. Это может быть одно из верхних или нижних отклонений, указанных в заголовке таблицы ГОСТ 25346-82, или СТ СЭВ 145-75.

Из таблиц в Приложениях 3 и 4 к руководящим принципам значения и знаки основного отклонения находятся на пересечении графика символа с линиями соответствующего диапазона номинальных размеров. Второе (неизвестное) предельное отклонение размера определяется уже известными значениями основного отклонения и допуска.

Если основное отклонение выше, то нижнее отклонение будет:

$$\begin{cases} EI = ES - IT \text{ для отверстия} \\ ei = es - IT \text{ для вала} \end{cases} \quad (3.1)$$

Если основное отклонение низкое, то верхнее отклонение равно:

$$\begin{cases} ES = EI - IT \text{ для отверстия} \\ es = ei - IT \text{ для вала} \end{cases} \quad (3.2)$$

Для отверстий и валов, помеченных символами Js и js, поле допуска расположено строго симметрично относительно нулевой линии, предельное отклонение равно по значению, а отклонение символа правильное:

$$ES(es) = +\frac{IT}{2}, EI(ei) = -\frac{IT}{2} \quad (3.3)$$

где EI , ei – нижнее отклонение, соответственно отверстия и вала; ES , es – верхнее отклонение, соответственно отверстия и вала; IT – допуск по размерам в соответствии с подходящим качеством.

При определении значений допуска и базового отклонения граничных номинальных размеров, указанных в строках приве-

денной выше таблицы, диапазон размеров (за исключением первого) не устанавливается не от до....., а свыше.... до

Так, например, для стандартного размера 18 мм значения допуска и основного отклонения следует брать не от линии выше 18–30 мм, а от линии выше 10–18 мм.

2. Предельные размеры определяются с использованием предельных отклонений (вверх и вниз) и добавляются к номинальным размерам с их собственными знаками. Отклонение верхнего предела используется для определения максимального предельного размера, а отклонение нижнего предела используется для наименьшего.

Знак размера, связанный с отверстием, указывается прописными буквами, а вал указывается строчными буквами латинского алфавита. Размер отверстия – D , размер вала – d , соответственно – D_n , d_n . Номинальный размер одинаков для отверстия и вала, образующих соединение: $D_n = d_n$.

Ограничение по максимальному размеру:

$$\begin{cases} D_{max} = D_n + ES \\ d_{max} = d_n + es \end{cases} \quad (3.4)$$

Минимальный размер ограничения:

$$\begin{cases} D_{min} = D_n + EI \\ d_{min} = d_n + ei \end{cases} \quad (3.5)$$

Разница между максимальным и минимальным граничными размерами заключается в допуске (T):

$$T_D = D_{max} - D_{min}, T_d = d_{max} - d_{min} \quad (3.6)$$

Расчетное значение допуска должно быть равно величине допуска на размер по соответствующему качеству, определенному по таблице приложения 4.

3. Система допусков, для которой устанавливается подгонка, устанавливается следующим образом:

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю. Допуск такого вала образуется при помощи основного откло-

нения «*h*». Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю. Допуск таких отверстий формируется основным отклонением «*H*». Если при соединении главного вала с разными отверстиями получаются разные зазоры и герметичность, то в системе валов происходит посадка. Когда для этой цели различные валы соединяются с основным отверстием, они вставляются в систему отверстий.

4. Из-за характера соединения существуют группы посадок с натяжением и переходными промежутками. Прежде чем определять зазор или герметичность посадки, необходимо сравнить соответствующие предельные размеры вала и отверстия. После этого вам нужно начать вычислять величину предельного зазора или герметичности и уже знать, что конкретно определять.

Предельный зазор (*S*) и герметичность (*N*) могут быть определены аналитически следующим методом:

$$\begin{cases} S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - e_i \\ S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - e_s \\ N_{max} = d_{max} - D_{min} = e_s - EI \\ N_{min} = d_{min} - D_{max} = e_i - ES \end{cases} \quad (3.7)$$

На основании расчетов необходимо сделать вывод о характере соединения (посадки) детали. С помощью известного значения предельного зазора или герметичности определяется допуск на посадку. Допуск посадки (*T_Δ*) – разность между наибольшим и наименьшим зазором или натягом:

$$T_{\Delta} = S_{max} - S_{min}, \quad T_{\Delta} = N_{max} - N_{min} \quad (3.8)$$

Допуск посадки можно определить по сумме допусков отверстия и вала:

$$T_{\Delta} = T_D + T_d \quad (3.9)$$

Значения допуска посадки, полученные различными способами, должны быть одинаковыми.

5. Графическое представление поля допуска на рисунке визуально отражает характер приближения и значительно упрощает все расчеты для определения допусков, зазоров или герметичности.

Нулевая линия, соответствующая номинальному размеру соединения, служит основой для построения схемы поля допуска соединения. При построении схемы поля допуска от этой линии, которая перпендикулярна ей в любом, но строго одинаковом масштабе, предельные отклонения размеров откладываются с учетом их знака. В направлении нулевой линии значение поля допуска берется произвольно. Чтобы точно проанализировать схему поля допуска, необходимо четко понимать, что нулевая линия является отправной точкой для отклонения, а размер, соответствующий этой линии, равен номинальному размеру $\text{Ø}80\text{H}10/f9$ показан на рисунке 3.3.

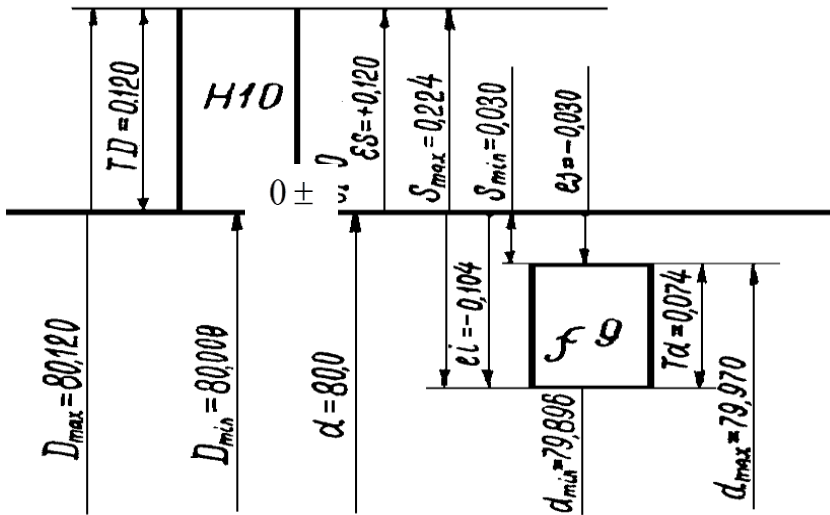


Рис. 3.3. Схема поля допуска соединения $\text{Ø}80\text{H}10/f9$

6. Для уточнения отчета о решении задачи 1 значение элемента подключения и его реквизиты необходимо ввести в форму 3.1. Например, элемент подключения заполняется в следующей

форме $\text{Ø}80\text{H}11/f9$ и его деталей. Следует иметь в виду, что при выполнении практической работы на графике значения предельного зазора (герметичности) следует указывать названия элементов, которые встречаются при данной подгонке.

7. Пример выполнения эскиза сборочных и детальных чертежей с обозначением полей допуска и отклонения данной подгонки и ее деталей показан на рисунке 3.4. При заполнении размеров эскиза или чертежа помните, что числовое значение отклонения записывается последней значащей цифрой, добавляя ноль для выравнивания количества знаков верхнего и нижнего отклонений. Предельные отклонения, равные нулю, должны указываться без знаков, и эти отклонения также можно опустить, но место записи следует оставить свободным (СТ СЭВ 2180-80).

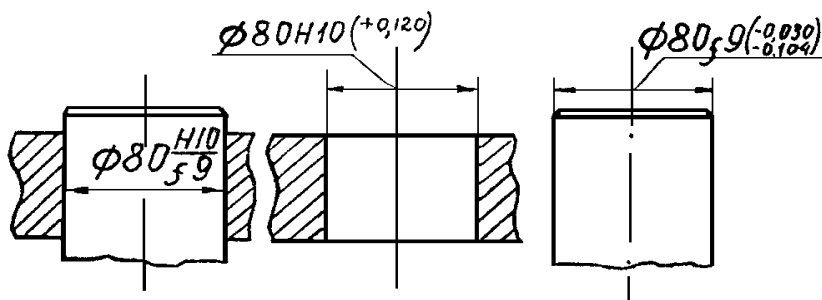


Рис. 3.4. Обозначение посадок и отклонений на чертеже

8. Выбор средств измерений производится с учетом метрологических, конструктивных и экономических факторов. Если мы примем во внимание эти факторы СТ СЭВ 303-76 приведено значение допустимой погрешности измерения – размер δ в соответствии с допуском изделия. Допустимая погрешность измерения указывает, какую ошибку вы можете допустить при измерении размера с заданной точностью, как в меньшем, так и в большем направлениях.

Все приборы имеют ошибки. Погрешность является основным параметром, по которому выбирается прибор, в зависимости от точности измеряемого размера.

Максимальная погрешность $\Delta \lim$ измерительного устройства – это максимальное значение, при котором измерительное устройство может исказить истинный размер. Максимальная погрешность должна быть указана в паспорте и сертификате прибора.

Таблица 3.1 – Значения параметров соединительных элементов (Форма 1)

Обозначение заданного соединения		Ø 80 H10/ f 9			
Значение элементов соединения	Номинальный размер, мм		80		
	Зазор (натяг), мм	S_{max}		0,224	
		S_{min}		0,030	
	Допуск посадки, мм ТД		0,194		
	Группа посадки		С зазором		
	Система допусков		СА		
Значения элементов деталей	отверстие	Условное обозначение		Ø 80 H10	
		Допуск, мм TD		0,120	
		Значение основного отклонения, мм		0 (нижнее)	
		Предельные отклонения, мкм	Верхнее ES		+120
			Нижнее EI		0
		Предельные размеры, мм	D_{max} , мм		80,120
	D_{min} , мм		80,000		
	вал	Условное обозначение		Ø 80 f 9	
		Допуск, мм Td		0,074	
		Значение основного отклонения, мкм		- 30 (верхнее)	
Предельные отклонения, мкм		Верхнее es		- 30	
		Нижнее ei		- 104	
Предельные размеры, мм		d_{max} , мм		79,970	
	d_{min} , мм		79,896		

Зная это, при выборе измерительного прибора необходимо убедиться, что его предельная погрешность меньше или равна допу-

стимой погрешности измерения, то есть весовые характеристики измерительного прибора должны соответствовать условиям:

$$\pm \Delta \lim \leq \pm \delta \quad (3.10)$$

Выбор прибора производится следующим образом: Если известны номинальный диаметр и допуск измеряемого размера, согласно таблице в Приложении 4 к руководствам, значение $\pm \delta$ находится на пересечении строк соответствующего диапазона номинального размера с графиком значения δ с допуском измеряемого размера.

Зная допуск δ , в соответствии с таблицей в Приложении 5 к руководству, выбирается с учетом соответствующих требований к измерительным устройствам (3.9) для валов и отверстий.

Данные о выборе инструмента необходимо ввести в форму 2.

Таблица 3.2 – Данные о выборе измерительных средств (Форма 2)

Наименование детали, ее номинальный размер, поле допуска	Величина допуска изделия IT, мм	Допустимая погрешность измерения $\pm \delta$, мкм	Пределн. погрешн. измерит. средства $\pm \Delta \lim$, мкм	Наименование измерительных средств	Концевые меры для настройки	
					Разряд	Класс
Ø 80 H10	0,120	30	25	Нутромер индикаторный с точностью отсчета 0,01	–	4
Ø 80 f 9	0,074	18	15	Микрометр гладкий	–	–

3.3. Определение элементов соединений, подвергаемых селективной сборке (Задание 2)

Цель задания

1. Понять суть метода селективного сбора соединений.
2. Научиться, как определять максимальный размер соединяемой детали в каждой группе размеров, групповой допуск детали, а также максимальный групповой зазор и герметичность.

Исходными данными служат

1. Соединение, указанное в полях номинальных размеров и допусков детали.
2. Количество групп сортировки.

В задании требуется

1. Определить величину допуска, ограничить отклонение, ограничить размеры вала и отверстия.
2. Определить величину предельного зазора или герметичности в конкретном соединении.
3. Определить групповой допуск вала и отверстия.
4. Разделить поля допусков для отверстий и валов на заданное количество групп, чтобы нарисовать диаграмму полей допусков для данного соединения. Пронумеруйте допуск группы.
5. Создать карту сортировщика и укажите максимальные размеры вала и отверстий для каждой группы размеров.
6. Определить групповой зазор или герметичность.

Методические указания к выполнению

1. Для выполнения задания 2, прежде всего, необходимо определить параметры заданного сопряжения по методике, изложенной в пунктах 1...4 методических указаний к выполнению задания 1.

2. Нарисуйте диаграмму поля допуска детали конкретного соединения в любом масштабе, как показано на рисунке 3.5.

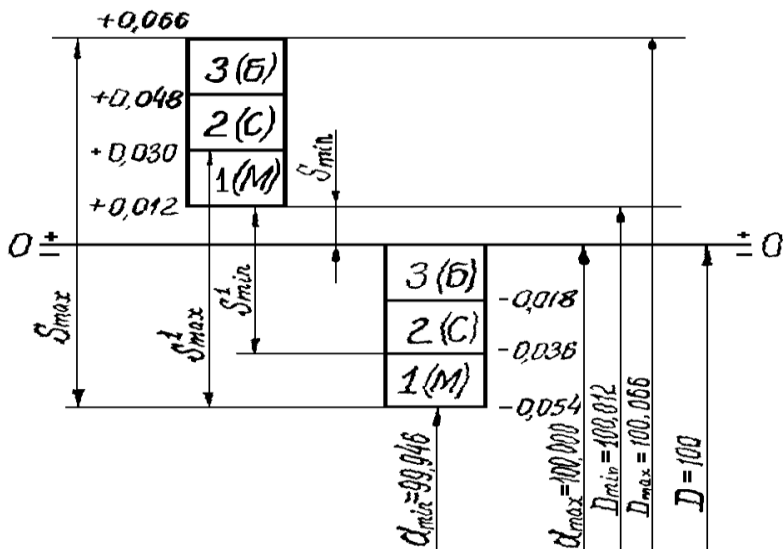


Рис. 3.5. Соединительные детали схемы поля допусков $\varnothing 100 \frac{G8}{h8}$, которое классифицировано по трехмерным группам

3. Значение допуска группы валов и отверстий определяется путем деления допуска детали на количество размерных групп -n.

$$T_d^{\text{гп}} = \frac{T_d}{n}, T_D^{\text{гп}} = \frac{T_D}{n} \quad (3.11)$$

То есть допуски всех размерных групп вала или отверстия равны друг другу.

4. Критические отклонения и размеры валов и отверстий в каждой размерной группе проще всего определить непосредствен-

но в соответствии со схемой полей допусков данного соединения, и эти поля допусков могут быть определены напрямую:

$$\begin{aligned}
 \text{Для отверстия: } ES^5 &= EI^4 + T^{TP} & ES^4 &= EI^5 & ES^5 &= ES \\
 ES^4 &= EI^4 + T^{TP} & ES^3 &= EI^4 \\
 ES^3 &= EI^3 + T^{TP} & ES^2 &= EI^3 \\
 ES^2 &= EI^2 + T^{TP} & ES^1 &= EI^2 \\
 ES^1 &= EI^1 + T^{TP} & EI^1 &= EI
 \end{aligned} \tag{3.12}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Для вала: } es^5 &= ei^5 + T^{TP} & ei^5 &= es^4 & es^5 &= es \\
 es^4 &= ei^4 + T^{TP} & ei^4 &= es^3 \\
 es^3 &= ei^3 + T^{TP} & ei^3 &= es^2 \\
 es^2 &= ei^2 + T^{TP} & ei^2 &= es^1 \\
 es^1 &= ei^1 + T^{TP} & ei^1 &= ei
 \end{aligned}$$

Пример схемы полей допусков для соединений $\varnothing 100 \frac{G8}{h8}$ показан на рисунке 3.5, детали которого следует разделить на трехмерные группы.

5. Определите максимальные размеры валов и отверстий каждой размерной группы и впишите в карту сортировщика. Предельные размеры определяются по формулам:

$$\begin{aligned}
 D_{\max}^1 &= D_n + ES^1; D_{\max}^2 = D_n + ES^2; \\
 D_{\max}^3 &= D_n + ES^3; D_{\max}^4 = D_n + ES^4; D_{\max}^5 = D_n + ES^5 \\
 d_{\max}^5 &= d_n + es^5; d_{\max}^4 = d_n + es^4; \\
 d_{\max}^3 &= d_n + es^3; d_{\max}^2 = d_n + es^2; d_{\max}^1 = d_n + es^1; \tag{3.13} \\
 D_{\min}^1 &= D_n + EI^1; D_{\min}^2 = D_n + EI^2; \\
 D_{\min}^3 &= D_n + EI^3; D_{\min}^4 = D_n + EI^4; D_{\min}^5 = D_n + EI^5; d_{\min}^5 = d_n + \\
 ei^5; d_{\min}^4 &= d_n + ei^4; d_{\min}^3 = d_n + ei^3; \\
 d_{\min}^2 &= d_n + ei^2; d_{\min}^1 = d_n + ei^1.
 \end{aligned}$$

Пример заполнения карты сортировщика приведен в форме 3, таблица 3.3.

Таблица 3.3 – Карта сортировщика для сортировки на 5 размерных группы деталей соединения $\varnothing 100 \frac{G8}{h8}$ (Форма 3)

Номер размерной группы		Размеры деталей, мм	
		Отверстие	вал
1	Свыше	100,012	99,946
	До	100,030	99,964
2	Свыше	100,030	99,964
	До	100,048	99,982
3	Свыше	100,048	99,982
	до	100,066	100,000
4	Свыше		
	До		
5	Свыше		
	До		

6. В настоящее время для выборочной сборки, как правило, используются посадки, в которых допуски отверстий и валов равны. В этом случае для разных размерных групп с одинаковой посадкой соответствующий предельный зазор или плотность будет иметь одинаковое значение.

$$S_{\max}^1 = S_{\max}^2 = S_{\max}^3 = S_{\max}^4 = S_{\max}^5, \text{ а } S_{\min}^1 = S_{\min}^2 = S_{\min}^3 = S_{\min}^4 = S_{\min}^5$$

$$N_{\max}^1 = N_{\max}^2 = N_{\max}^3 = N_{\max}^4 = N_{\max}^5, \text{ а } N_{\min}^1 = N_{\min}^2 = N_{\min}^3 = N_{\min}^4 = N_{\min}^5$$

Поэтому достаточно определить предельный зазор или герметичность только для 1 (произвольной) размерной группы. Как

правило, определение, ограничивающее групповой зазор или герметичность, не отличается от определения в обычных соединениях.

$$\begin{aligned} S_{\max}^1 &= D_{\max}^1 - d_{\min}^1 = ES^1 - ei^1; \\ S_{\min}^1 &= D_{\min}^1 - d_{\max}^1 = EI^1 - es^1; \\ N_{\max}^1 &= d_{\max}^1 - D_{\min}^1 = es^1 - EI^1; \\ N_{\min}^1 &= d_{\min}^1 - D_{\max}^1 = ei^1 - ES^1; \end{aligned} \quad (3.14)$$

В рассматриваемом примере предельный разрыв будет составлять:

$$S_{\max}^{\text{гр}} = 0,084 \text{ мм}, \quad S_{\min}^{\text{гр}} = 0,048 \text{ мм}$$

3.4. Расчет и выбор полей допусков для деталей, сопрягаемых с подшипниками качения (Задание 3)

Цель задания

1. Научится допускать разумные допуски для размеров, установленных на подшипниках качения.
2. Изучить, как подробно показать посадку кольца подшипника качения на чертеже.

Исходными данными служат

1. Количество подшипников качения.
2. Величина радиальной нагрузки.
3. Чертеж узла, в котором используются подшипники качения.

Для выполнения этой задачи требуется

1. Определить конструктивные размеры конкретного подшипника качения.
2. Определить характер нагрузок на подшипники.

3. Определить тип нагрузки каждого кольца подшипника.
4. Рассчитать и выбрать посадку подшипника внутри вала и корпуса.
5. Возможность сопряжение "корпуса подшипника" и "вала подшипника" для построения схемы поля допусков, которая указывает номинальные размеры, предельные отклонения, зазоры или герметичность.
6. Нарисовать эскиз подшипникового узла и деталей, установленных на подшипнике, с указанием места соединения и размеров деталей.

Общие положения о подшипниках

Подшипники качения являются самостоятельными сборочными единицами и при изготовлении различных машин, в том числе автомобилей, их используют как готовую покупную деталь.

Указанное обстоятельство сделало целесообразным применение к элементам подшипников качения специальной системы допусков СТ СЭВ 774-77 (Подшипники качения. Технические требования).

На детали машин, сопрягаемые с подшипниками качения, допуски назначаются по единой системе допусков и посадок для гладких цилиндрических сопряжений и регламентируются СТ СЭВ 773-77 (Шариковые и роликовые подшипники. Посадки).

Подшипники качения обладают внешней взаимозаменяемостью по посадочным поверхностям которая характеризуется внутренним диаметром d внутреннего кольца и наружным диаметром D наружного кольца, а также внутренней взаимозаменяемостью характеризуемой размерами тел качения и размерами поверхностей колец на которых расположены беговые дорожки.

В зависимости от точности выполнения посадочных размеров и точности вращения колец СТ СЭВ 774-77 установлено пять классов точности подшипников обозначаемых (в порядке повышения точности) 0; 6; 5; 4; 2. Каждому классу точности соответствует свой допуск, верхнее отклонение которого для посадочных размеров (D , d), для всех предполагается, что класс точности равен нулю.

В автомобильной промышленности подшипники классов точности 0 и 6 используются в большинстве узлов, агрегатов и механизмов. Подшипники класса точности 5 и 4 следует использовать, при повышенных требованиях к точности вращения (шпиндели станков). Подшипники класса 2 предназначены для высокоточных, прецизионных устройств и механизмов. Класс точности обозначается черточкой перед символом подшипника, например 6-205. Класс точности обозначения подшипника 0 не указывается.

Допуск на посадочные размеры подшипников (D , d) для класса 0 примерно соответствует $IT5$, $IT6$, шероховатость поверхности $R_a = 1,25 \dots 2,5$ мкм.

Особенности работы и конструкций подшипников качения обуславливает специфику их посадок которые регламентированы (как указано выше) СТ СЭВ 773-77. Посадка наружного кольца с корпусом осуществляется в соответствии с системой вала, а внутреннего кольца с валом осуществляется в соответствии с системой отверстий. Кроме того, поле допуска внутреннего диаметра d подшипника расположено "минус" от нулевой линии, а не в корпусе кольца, т. е. "плюс" (в случае основного отверстия H) (рис. 3.5). Перевернутое расположение поля допуска отверстия такого внутреннего кольца позволяет получать неподвижные (с небольшим гарантированным натягом) соединения подшипника с вращающимся валом, используя для валов стандартные посадки (СТ СЭВ 144-75).

Методические указания к выполнению

1. Определить конструктивные размеры заданного подшипника (D , d , B и r) в соответствии с ГОСТ 8338-75, по таблице приложения 7 методических указаний.
2. Установить условия работы и характер нагрузки на подшипник, по чертежу заданного узла. Условия работы и характер нагрузки устанавливается студентом при анализе конструкции заданного узла. При этом необходимо отметить: какая деталь вращается (вал или корпус); требования к точности вращения (нормальный, высокий, высокий); характер нагрузки (статический, при умерен-

ных ударах и вибрации перегрузки до 150 %; динамический, при значительных ударах и вибрации кратковременной перегрузки до 300 %); в случае приложения нагрузки.

3. В соответствии с таблицей в Приложении 8 к руководству установите тип нагрузки для каждого кольца подшипника в зависимости от условий работы. Тип нагрузки указывает, какая часть беговой дорожки в каждом кольце воспринимает радиальную нагрузку. В зависимости от условий эксплуатации подшипника существует 3 вида нагрузки на кольцо: локальная, циклическая и вибрационная.

При локальной нагрузке кольцо воспринимает действующие радиальные нагрузки через 1 ограниченный участок дорожки качения. Например, кольцо неподвижно относительно груза или вращается вместе с ним.

Во время циклической нагрузки кольцо воспринимает всю окружность дорожки качения и, в свою очередь, воздействует на радиальную нагрузку. Например, кольцо вращается в направлении относительно постоянной радиальной нагрузки, или нагрузка вращается относительно фиксирующего кольца.

При вибрационных нагрузках фиксирующее кольцо воспринимает действующие радиальные нагрузки через ограниченный участок дорожки качения. Например, кольцо может совершать периодические колебания под определенным углом по отношению к постоянному в направлении нагрузки, или груз может совершать периодические колебания под определенным углом по отношению к фиксирующему кольцу.

4. Рассчитайте и выберите посадку кольца подшипника качения на валу и корпусе. Выбор качающейся посадки осуществляется, прежде всего, в зависимости от вида нагрузки на кольцо.

Это обеспечивает чередующиеся нагрузки на различные участки кольца и равномерный износ по всей окружности орбиты, так как зазор позволяет кольцу несколько вращаться вдоль посадочной поверхности под воздействием удара и вибрации.

Кольцо подшипника, испытывающее циркуляционное нагружение, должно соединяться с сопрягаемой деталью по посадке с натягом. При этом устраняются проскальзывание детали относительно кольца развальцовка посадочной поверхности.

Кольцо подшипника, испытывающее вибрационную нагрузку, соединено с установленной деталью переходной посадкой, которая обеспечивает возможность как зазора, так и герметичности, близкой к нулю в соединении.

Когда кольцо подшипника нагружено по кругу, посадка на вал и на корпус выбирается в соответствии с интенсивностью нагрузки на посадочную поверхность. Сила радиальной нагрузки определяется по формуле (3.15) с учетом характера нагрузки, конструкции вала и корпуса подшипника, типа подшипника качения при выборе коэффициента. В то же время необходимо понимать, что тип нагрузки на подшипник и нагрузка на его кольца различны.

Интенсивность нагрузки:

$$p_R = \frac{R}{B} K_n F F_A \quad (3.15)$$

где R – расчетная радиальная реакция опоры, Н; (нагрузка радиальная в задании); B – рабочая ширина посадочного места, мм; (Если сдвоенные подшипники $B = 2 B_n - 4r$), мм; K_n – динамический коэффициент посадки, зависящий от характера нагрузки [коэффициент изменяется от 1 (при нагрузке с умеренными толчками и вибрацией, перегрузке до 150 %) до 1,8 (при нагрузке с сильными ударами и вибрацией, перегрузке до 300 %)]; F – коэффициент, учитывающий степень ослабления посадочного натяга при полом вале и тонко стенном корпусе [коэффициент, изменяется для вала от 1 до 3 (при массивном вале $F = 1$), для корпуса – от 1 до 1,8]; F_A – коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки R между рядами роликов в двух рядных конических роликоподшипниках или между сдвоенными шарикоподшипниками при наличии осевой нагрузки A на опору (коэффициент изменяется от 1 до 2; при отсутствии осевой нагрузки $F_A = 1$).

Для вала или корпуса, снабженного этим кольцом, соответственно, после допуска определялась величина силы нагрузки

кольца, нагруженного по окружности, в соответствии с таблицей в Приложении 9 к методической инструкции.

В зависимости от условий работы, приземляйтесь под кольцом с местным типом нагрузки, в основном в зависимости от характера нагрузки. Рекомендации по выбору посадки на кольца с местной нагрузкой можно найти в таблице в Приложении 10 к руководству.

Рекомендуемые поля допусков для валов и отверстий в корпусах, установленных на подшипниках качения, при вибрационных нагрузках в кольцах приведены в таблице 11 Руководства.

5. Постройте диаграмму поля допусков для соединения вала внутреннего кольца и корпуса наружного кольца. Отклонения колец подшипников перечислены в таблице приложения 6 методички. Отклонения в компонентах, установленных на кольцах подшипников, валах и отверстиях корпуса, перечислены в таблице приложения 2 методички. Пример схемы поля допуска показан на рисунке 3.6.

6. Нарисуйте эскиз подшипникового узла и его деталей. Эскизные примеры подшипниковых узлов и компонентов, которые соответствуют подшипникам со всеми требуемыми спецификациями, приведены в приложении 12 методички.

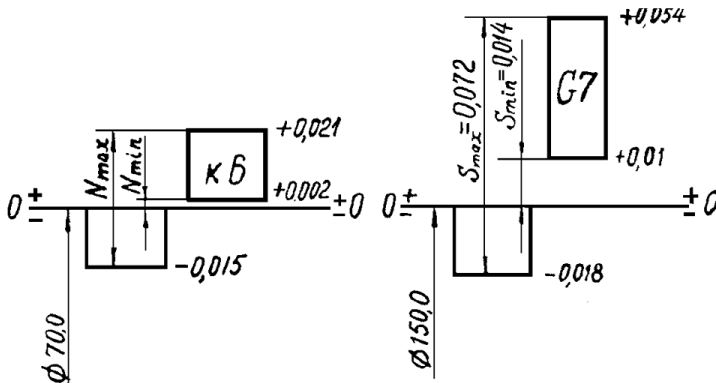


Рис. 3.6. Схемы полей допусков соединений: внутреннее кольцо-вал и наружное кольцо-корпус

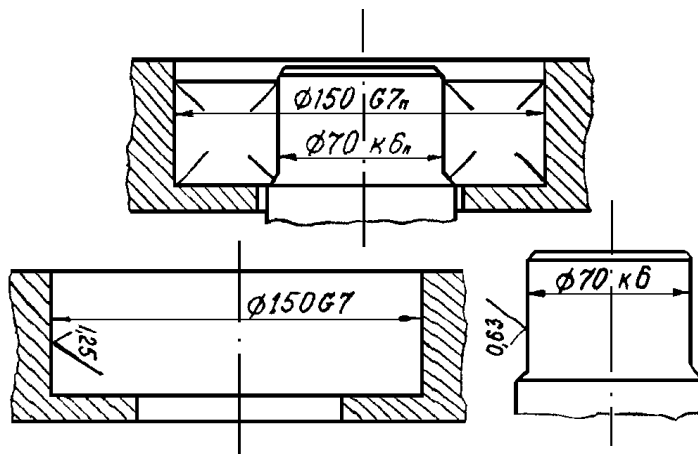


Рис. 3.7. Обозначение посадок подшипников и полей допусков сопрягаемых с ними деталей

3.5. Допуски и посадки шпоночных соединений (Задание 4)

Цель задания

1. Научиться описывать, как выбрать поле допуска размеров для соединения шпоночных пазов.
2. Научиться, как отметить посадку соединений шпоночных пазов на чертеже.

Шпоночные соединения:

- вращающий момент передается между валом и колесом. Они образованы шпонкой, установленной в сопряженных пазах вала и колес. Ключи выполнены в виде призм, клиньев или сегментов, как показаны на рисунке 3.8, реже применяются шпонки других форм.

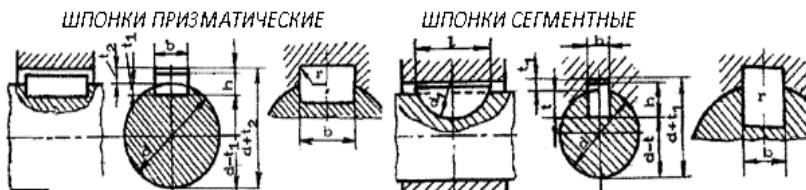


Рис. 3.8. Основные виды шпонок

Шпоночные соединения:

- просты, надёжны;
- удобны в сборке-разборке;
- дешёвы.

Шпонки, однако:

- ослабляют сечение валов и ступиц колёс;
- концентрируют напряжения в углах пазов;
- нарушают центрирование колеса на валу (для этого приходится применять две противоположные шпонки).

Шпоночные соединения могут быть:

- ненапряжёнными, выполняемыми призматическими или сегментными шпонками. Они передают момент только боковыми гранями;
- напряжёнными, выполняемыми клиновыми шпонками. Они передают момент за счёт сил трения по верхним и нижним граням.

Шпонки всех основных типов стандартизованы.

Исходными данными служат

1. Диаметр вала d , мм.
2. Конструкция шпонки.
3. Назначение (вид) соединения.

В задании требуется

1. Определите основные размеры соединения шпоночного паза.
2. В зависимости от ширины ключа выберите поле допуска для детали соединения ключа.
3. Назначьте поле допуска для определения предела отклонения для остальных размеров соединения шпоночного паза.
4. Чтобы рассчитать все размерные характеристики деталей соединения шпоночных пазов и сократить отчет, запишите их в форму 4, как показано в таблице 3.4.
5. Определите максимальный зазор и герметичность соединения шпоночного паза вала и шпоночного паза втулки.
6. Рисуем диаграмму положения поля допуска по ширине ключа.
7. Нарисуйте эскиз соединения шпоночного паза и его частей, указав все основные размеры и поля допусков в алфавитном и цифровом обозначении.

Методические указания к выполнению

1. Номинальные размеры шпоночного соединения с призматическими шпонками определяют по СТ СЭВ 189-75 (таблица приложения 11 к методическим указаниям), а с сегментными – по СТ СЭВ 647-77 (таблица приложения 12 здесь же).
2. Выбор поля допуска для соединительной детали с ключом зависит от типа соединения. Стандарт предлагает 3 типа соединений по ширине клавиш: плотные, нормальные, свободные. Каждый из этих типов соединений соответствует определенному набору полей допусков для ширины шпонки, ширины канавки вала и канавки втулки. Числовое значение предельного отклонения определяется с использованием таблицы с допустимыми и базовыми значениями отклонения (как в задаче 1).

Таблица 3.4 – Пример заполнения формы для вала $d = 40$ мм, призматической шпонки и нормального соединения (Форма 4)

№	Наименование размера	Номинальный размер, мм	Поле допуска	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		Допуск размера IT , мм
				Верхнее ES es	Нижнее EI ei	max	min	
1	Ширина шпонки	12	h9	0	-0,043	12,000	11,957	0,043
2	Высота шпонки	8	h11	0	-0,090	8,000	7,910	0,09
3	Длина шпонки	60	h14	0	-0,740	60,000	59,26	0,740
4	Ширина паза вала	12	N9	0	-0,043	12,000	11,957	0,043
5	Глубина паза вала	5	H12	+0,120	0	5,000	4,880	0,120
6	Длина паза вала	60	H15	+1,200	0	61,200	60,000	1,200
7	Ширина паза втулки	12	J _s 9	+0,021	-0,021	12,021	11,979	0,012
8	Глубина паза втулки	3,3	H12	+0,120	0	3,300	3,180	0,120

- Указания по назначению полей допусков на другие размеры деталей шпоночного соединения даны в СТ СЭВ 57-3, по которому назначаются следующие поля допусков:
 - высота шпонки – по $h11$;
 - длина шпонки – по $h14$;
 - длина паза вала – по $H15$;
 - глубина паза вала и втулки – по $H12$;
 - диаметр сегментной шпонки – по $h12$.
- Для наглядности отчета о решении задания 4 значения элементов соединения и его деталей необходимо занести в форму 4.
- Предельные зазоры и натяги в соединениях шпонка – паз вала и шпонка – паз втулки определяют, как в гладких соединениях. Для рассмотренного в пункте 4 примера в соединении шпонка – паз вала $S_{max} = 0,043$ мм и $N_{max} = 0,043$ мм, шпонка – паз втулки $S_{max} = 0,064$ мм и $N_{max} = 0,021$ мм.

6. Пример выполнения схемы полей допусков шпоночного соединения по ширине шпонки (для рассмотренного соединения) приведен на рисунке 3.9.

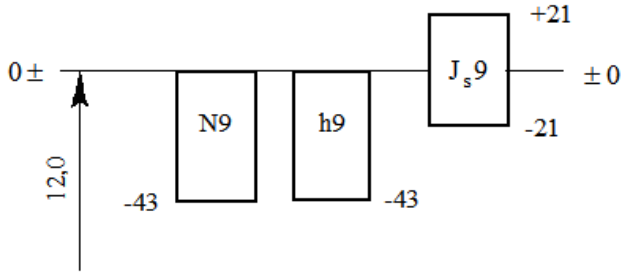


Рис. 3.9. Схема полей допусков шпоночного соединения

7. Пример эскизов шпоночного соединения и его деталей приведен на рисунке 3.10.

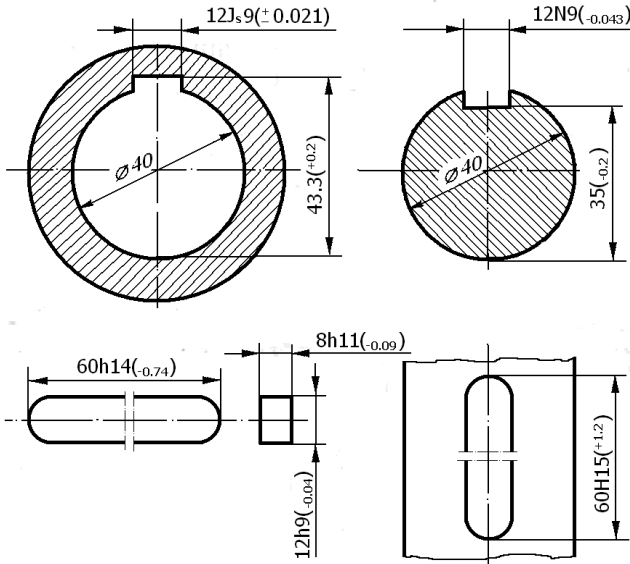


Рис. 3.10. Эскизы шпоночного соединения и его деталей

3.6. Допуски и посадки шлицевых соединений (Задание 5)

Цель задания

1. Научится расшифровывать символы и детали чертежей шлицевых прямых проволочных соединений.
2. Изучить, как определить максимальное отклонение и максимальные размеры всех элементов шлицевой детали, указав шлицевое соединение и его части.
3. Изучить, как правильно нарисовать эскиз шлицевых соединений и их частей.

В задании требуется

1. Применить метод центрирования для конкретного шлицевого соединения.
2. Определить максимальное отклонение и максимальные размеры всех элементов детали шлицевого соединения.
3. Начертить диаграмму поля допуска центрирующего элемента шлицевого соединения.
4. Указать его символ и нарисовать эскиз соединения и его части.

Методические указания к выполнению

Теоретическая часть

Шлицевое соединение образовано выступом вала, который входит в сопряженный паз ступицы колеса. Как по внешнему виду, так и по динамическим условиям работы слот можно рассматривать как многоконтактное соединение. Некоторые авторы называют их зубчатыми суставами.

В основном используются прямобочные шлицы (а), реже встречаются эвольвентные (б) ГОСТ 6033-57 и треугольные (в) профили шлицев.

Прямолинейный паз позволяет разместить колесо в центре боковой части (а), внешней поверхности (б) и внутренней поверхности (в).

По сравнению с дюбелями, пазы имеют преимущество в отслеживании:

- Он обладает большой несущей способностью;
- Хорошо центрировать колесо на валу;
- Поскольку момент инерции ребра больше, чем у круглого типа, осевое сечение усилено.

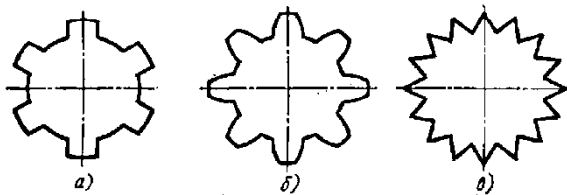


Рис. 3.11. Основные виды шлицов

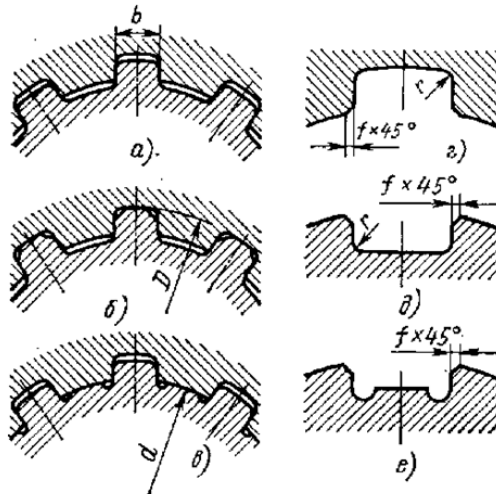


Рис. 3.12. Способы центрирования колес для прямоугольных шлицов

Также недостатком является то, что вам нужно специальное приспособление для проделывания отверстий.

Основными критериями работоспособности слота являются:

- Сопротивление смятию в сторону (подсчет аналогичен дюбелю);
- Устойчивость к износу во время коррозии лада (небольшое интерактивное вибрационное движение).

Зажимное кольцо и износ связаны с одним параметром контактного напряжения (давления) $\sigma_{см}$. Это позволяет рассчитать пазы в соответствии с обобщенными критериями как смятия, так и контактного износа. Допустимое напряжение $[\sigma]_{см}$ назначается на основе опыта эксплуатации такой конструкции.

Для расчета учитывается неоднородность распределения нагрузки на зубья

$$\sigma_{см} = \frac{8M_{\text{вращ}}}{Zhd_{cp}} \leq [\sigma]_{см}$$

где Z – число шлицов, h – рабочая высота шлицов, l – рабочая длина шлицов, d_{cp} – средний диаметр шлицевого соединения. Для эквивалентных шлицов рабочая высота принимается равной модулю профиля, за d_{cp} принимают делительный диаметр.

Условные обозначения прямобочного шлицевого соединения составляют из обозначения поверхности центрирования D , d или b , числа зубьев Z , номинальных размеров d x D (а также обозначения полей допусков по центрирующему диаметру и по боковым сторонам зубьев).

Например, **D 8 x 36 H7/g6 x 40** означает восьмишлицевое соединение с центрированием по наружному диаметру с размерами $d = 36$ и $D = 40$ мм и посадкой по центрирующему диаметру H7/g6.

Практическое задание
Исходные данные

1. Условное обозначение прямобочного шлицевого соединения (*задание по варианту*). Способ центрирования прямобочных шлицевых соединений устанавливаются по их условному обозначению. Здесь способ прямобочных шлицевых соединений и от каких условий зависит выбор способа центрирования показано в литературе (см. [1], § 85).

При формировании посадок по центрирующим и нецентрирующим поверхностям прямобочных шлицевых соединений используются поля допусков гладких соединений по ГОСТ 25346 – 82 (СТ СЭВ 145-75). Поэтому предельные отклонения и предельные размеры всех элементов шлицевых втулок и валов определяют так же, как отклонения и размеры гладких соединений (см. 1-е задание). Установление значения предельных отклонений и размеров элементов деталей шлицевого соединения следует записать в форму 5, где указан пример заполнения формы для шлицевого соединения

$$d-8 \times 46 \text{ H7} / f 8 \times 54 \text{ H12} / a11 \times 9 \text{ D 9} / h9.$$

$d-8 \times 46 \text{ H7} / f 8$ – 8 шлицев, внутренний диаметр, посадки втулки и вала, центрирование по внутреннему диаметру и толщине шлицев;

$54 \text{ H12} / a11$ – наружный диаметр вала, посадки втулки и вала;

$9 \cdot \text{D 9} / h9$ – толщина шлицев вала и ширина впадин отверстия и посадки.

При центрировании прямобочных шлицевых соединений по большому диаметру (D) и ширине шлицев (b) размер вала по меньшему диаметру выполняются по свободному размеру без указания поля допуска, но он должен быть не менее d_1 из СТ СЭВ 188-75.

3. Схемы полей допусков центрирующих элементов рассмотренного в п.2 задании шлицевого соединения приведены на рисунке 3.13.

Таблица 3.4 – Размерные характеристики деталей шлицевого соединения (Форма 5)

№	Наименование элементов шлицевого соединения	Номинальный размер, мм	Поле допуска	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		Допуск размера IT , мм
				E S (es)	E I (ei)	max	min	
1	Центрирующие элементы							
	– Отверстие	46	H 7	+0,025	0	46,025	46,000	0,025
	– Вал	46	f8	-0,025	-0,064	45,975	45,936	0,039
	– Ширина впадин отверстия	9	D9	+0,076	+0,040	9,076	9,040	0,036
	– Толщина шлицев вала	9	h9	0	-0,036	9,000	8,964	0,036
2	Нецентрирующие элементы							
	– Отверстие	54	H12	+0,300	0	54,300	54,000	0,300
	– Вал	54	a11	-0,340	-0,530	53,660	53,470	0,190

4. Пример сборочного и детальных эскизов рассмотренного шлицевого соединения с требуемыми обозначениями приведен на рисунке 3.14.

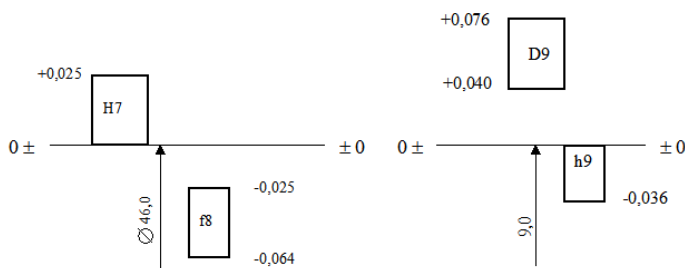


Рис. 3.13. Схемы полей допусков центрирующих элементов прямого шлицевого соединения

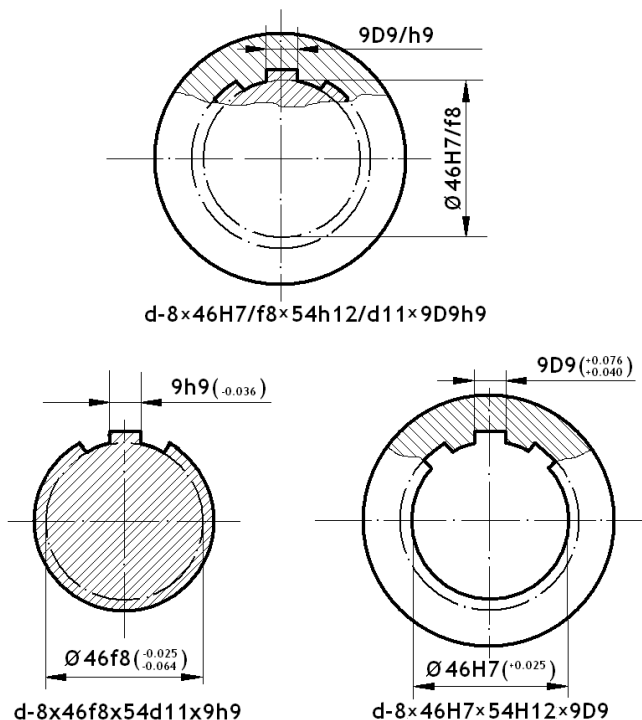


Рис. 3.14. Сборочные и детальные эскизы шлицевого соединения

3.7. Расчет допусков размеров, входящих в размерные цепи (Задание 6)

Цель задания

1. Научиться составлять сборочные размерные цепи и рассчитывать допуски на их составляющие звенья методом полной взаимозаменяемости.

Исходными данными служат

1. Чертеж узла с указанием замыкающего звена.
2. Номинальный размер и предельные отклонения замыкающего звена.

В задании требуется

1. Сделать размерной анализ, т. е. установить звенья, входящие в размерную цепь с заданным замыкающим звеном, указав, какие из них увеличивающие, а какие уменьшающие, и изобразить ее геометрическую схему.
2. Проверить правильность составления заданной размерной цепи.
3. Установить единицы допуска составляющих звеньев, допуски которых требуется определить.
4. Определить допуск замыкающего звена.
5. Определить средний коэффициент точности заданной размерной цепи.
6. Установить квалитет, по которому следует назначать допуски на составляющие звенья.
7. Выбрать корректирующее звено размерной цепи.
8. По установленному квалитету назначить отклонения на составляющие размеры.
9. Рассчитать отклонения корректирующего звена.
10. Проверить правильность назначения допусков на составляющие звенья размерной цепи.
11. Результаты расчетов занести в форму 6.

Методические указания к выполнению

1. Термины и определения в размерных цепях изложены в § 63, а принцип размерного анализа и порядок составления размерной цепи в § 64 [1]. Пример построения геометрической схемы для размерной цепи с замыкающим звеном $B_{\Delta} = 2_{-0,15}^{+0,50}$ мм (см. чертеж 3, с. 40), который приведен на рисунке 3.15.

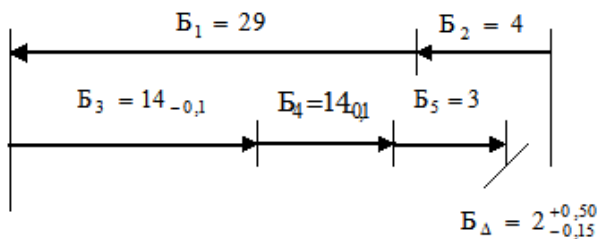


Рис. 3.15. Геометрическая схема размерной цепи с замыкающим звеном $B_{\Delta} = 2^{+0,50}_{-0,15}$ мм

2. Правильность составления размерной цепи проверяют по формуле (80) [1], подставляя в нее значения номинальных размеров увеличивающих, уменьшающих и замыкающего звена. Если равенство (80) [1] имеет место, то размерный анализ проведен верно и размерная цепь составлена правильно. Нарушение равенства в этой зависимости показывает, что в размерном анализе допущена ошибка и его надо провести более внимательно.
3. В числе составляющих звеньев могут оказаться размеры, для которых допуски уже заданы (подшипники и другие стандартные детали). Для таких размеров единицу допуска определить по таблице 12 [1] только для составляющих звеньев, на размеры которых допуски не известны.
4. Допуск замыкающего звена определяются при помощи его предельных отклонений.
5. При определении среднего коэффициента точности размерной цепи следует учесть особенности такого расчета при наличии составляющих звеньев с известными допусками. Этот коэффициент следует определить по формуле (107) [1].
6. При известном среднем коэффициенте точности качества, по которому надо назначать допуски на составляющие звенья, устанавливают из таблицы 13 [1] по соответствующему ближайшему стандартному значению коэффициента точности (числу единиц допуска) с учетом рекомендаций, приведенных в § 66 [1].

7. При выборе корректирующего звена следует руководствоваться следующими соображениями. Если коэффициент точности принятого качества «а» меньше «а_{ср}», т. е. $a \leq a_{ср}$, то корректирующим выбирают технологически более сложное звено, в противном случае – технологически более простое.
8. По установленному в п. 6 качеству отклонения на составляющее звенья назначают, руководствуясь следующим принципом: для охватывающих размеров, как на основное отверстие, для охватываемых – как на основной вал. В тех случаях, когда это трудно установить, на звено назначают симметричные отклонения.
9. Поскольку корректирующее звено является одним из составляющих звеньев (увеличивающим или уменьшающим) размерной цепи, то после назначения отклонений на все остальные составляющие звенья только его предельные отклонения в формулах (84) [1] окажутся неизвестными. Поэтому, зная, в какую группу составляющих звеньев входит выбранное корректирующим звено (в увеличивающие или уменьшающие), разрешают каждое управление относительно неизвестного члена – ES или EI. Затем определяют допуск корректирующего звена.
10. Правильность назначения допусков на составляющие звенья заданной размерной цепи проверяют по формуле (83) [1]. При правильных расчетах сумма допусков размеров всех составляющих звеньев должна быть равна допуску замыкающего размера.

Окончательные результаты расчетов всех размеров занести в форму 6.

Пример заполнения такой формы для размерной цепи с замыкающим звеном $B_{\Delta} = 2_{-0,15}^{+0,50}$ мм. В этой форме число строк должно соответствовать количеству всех звеньев в заданной размерной цепи.

Таблица 3.5 – Результаты расчетов допусков
в размерной цепи (Форма 6)

Наименование размеров	Номинальный размер, мм	Обозначение размера, мм	Квалитет	Допуск размера, мм	Поле допуска	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		
						Верхнее ES	Нижнее EI	max	min	
Замыкающий	2,0	БΔ	–	0,65	–	+0,50	–0,15	2,5	1,85	
Составляющие	Увеличивающие	29	Б ₁	12	0,210	H12	+0,210	0	29,21	29,00
	Увеличивающие	4	Б ₂	12	0,150	J _s 12	+0,073	–0,075	40,75	3,925
	Уменьшающие	14	Б ₃	–	0,10	–	0	–0,10	14	13,9
		14	Б ₄	–	0,10	–	0	–0,10	14	13,9
		3	Б ₅	–	0,090	–	+0,075	–0,015	3,075	2,985

Примечание: Звено Б₅ – корректирующее.

Допуски звеньев Б₃ и Б₄ были известны.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Исходные данные к практическим занятиям по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Вариант задания	Задание-1		Задание-2		Задание-3			Задание-4		Задание-5	Задание-6					
	Поминимальный размер	Отверстия	Вал	Поминимальный размер, мм	Отверстия	Вал	Количество групп	Номер подшпильника	Номер чертёжа узла	Рабочая нагрузка, Н	Диаметр вала, мм	Конструктивная шпонка	Вид соединения и характер привода/двигателя	Обозначение шлицевого соединения	Номер чертёжа узла	Обозначение и размер замыкающего звена
1. → □	28 □	N7 □	h9 □	65 □	S7 □	h7 □	3 □	313 □	2 □	14000 □	98 □	Прям □	Плотное □	$d - 10 \times 72 \frac{H6}{g5} \times 78 \frac{H12}{a11} \times 12 \frac{D9}{k7}$	2 □	ДΔ=3±1,3 □
2. → □	114 □	H7 □	g6 □	82 □	H9 □	r9 □	3 □	314 □	3 □	15000 □	42 □	Сегмент □	Свободное □	$D - 8 \times 62 \frac{H7}{f7} \times 12 \frac{F10}{h9}$	2 □	ДΔ=3±1,0 □
3. → □	90 □	T7 □	h6 □	24 □	H8 □	e8 □	3 □	406 □	1 □	10500 □	30 □	Сегмент □	Плотное □	$D - 8 \times 46 \times 50 \frac{H7}{r6} \times 9 \frac{D9}{h8}$	2 □	ГΔ=4±2,0 □
4. → □	66 □	H7 □	t6 □	160 □	F9 □	h9 □	2 □	407 □	3 □	8000 □	88 □	Прям □	Нормальное □	$d - 8 \times 42 \frac{H7}{g6} \times 46 \frac{H12}{a11} \times 8 \frac{F10}{f8}$	2 □	ГΔ=4±1,3 □
5. → □	28 □	H7 □	n6 □	84 □	C11 □	h11 □	4 □	409 □	1 □	12500 □	45 □	Прям □	Плотное □	$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{g6} \times 7 \frac{F10}{h9}$	2 □	ГΔ=4±0,6 □
6. → □	48 □	B11 □	h10 □	100 □	H10 □	p10 □	5 □	408 □	2 □	11000 □	48 □	Сегмент □	Свободное □	$b - 16 \times 62 \times 72 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{F10}{f8}$	2 □	ГΔ=4±1,0 □

7. → □	64□	P7□	h6□	140□	H9□	d9□	4□	214□	2□	11500□	30□	Сегмент□	Нормаль□	$b - 10 \times 36 \times 45 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{F10}{k7}$ □	3□	ДΔ=4±1,2□
8. → □	180□	H1□	d10□	6□	D1□	h1□	5□	215□	3□	10000□	100□	Призм□	Свободное□	$D - 10 \times 102 \times 112 \frac{H8}{h7} \times 16 \frac{D9}{f7}$ □	3□	ДΔ=4±1,5□
9. → □	118□	H1□	k10□	56□	P8□	h8□	2□	310□	2□	8200□	68□	Призм□	Плотное□	$b - 10 \times 42 \times 52 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{D9}{k7}$ □	2□	ВА=2±0,9□
10. → □	76□	F10□	h9□	150□	H9□	p9□	4□	309□	1□	9000□	42□	Сегмент□	Свободное□	$D - 10 \times 72 \times 78 \frac{H8}{e8} \times 12 \frac{D9}{e8}$ □	2□	ВА=2±0,8□
11. → □	180□	H7□	k6□	24□	B1□	h1□	5□	318□	2□	15000□	72□	Призм□	Нормаль□	$b - 16 \times 52 \times 60 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{F8}{f8}$ □	1□	ИΔ=17±0,9□
12. → □	26□	N7□	h6□	150□	H7□	m7□	2□	406□	3□	12000□	50□	Сегмент□	Плотное□	$b - 16 \times 56 \times 65 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{F8}{e8}$ □	1□	ИΔ=17±1,2□
13. → □	54□	H10□	d9□	105□	D9□	h9□	3□	312□	1□	11000□	120□	Призм□	Плотное□	$D - 6 \times 16 \times 20 \frac{H7}{f7} \times 4 \frac{F8}{f8}$ □	2□	ГΔ=4±0,8□
14. → □	20□	S7□	h6□	90□	H1□	b1□	5□	311□	3□	12000□	19□	Сегмент□	Свободное□	$D - 8 \times 46 \times 54 \frac{H8}{h7} \times 9 \frac{F8}{e9}$ □	2□	ГΔ=4±0,7□
15. → □	27□	Z7□	h6□	65□	H10□	d10□	4□	206□	3□	5000□	36□	Сегмент□	Свободное□	$D - 8 \times 52 \times 60 \frac{H7}{f7} \times 10 \frac{D9}{h8}$ □	3□	ГΔ=4±0,45□
16. → □	17□	H9□	m8□	48□	T7□	h7□	5□	207□	1□	6000□	48□	Призм□	Нормаль□	$d - 8 \times 56 \frac{H6}{g5} \times 65 \frac{H12}{a11} \times 10 \frac{F9}{k7}$ □	3□	ГΔ=4±0,6□
17. → □	39□	K6□	h5□	150□	H9□	k9□	2□	208□	2□	4500□	24□	Сегмент□	Плотное□	$b - 10 \times 26 \times 32 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{D9}{f8}$ □	3□	ГΔ=4±0,8□

18.→□	58□	H10□	d9□	18□	N8□	h8□	3□	209□	3□	8300□	72□	Прям□	Нормаль□	$D - 8 \times 62 \times 72 \frac{H7}{g6} \times 12 \frac{F8}{e8}$	3□	$\Gamma\Delta = 4 \pm 1,0\text{□}$
19.→□	8□	H10□	f9□	75□	G8□	h8□	2□	217□	2□	7800□	64□	Прям□	Свободное□	$D - 8 \times 52 \times 58 \frac{H7}{h6} \times 10 \frac{F10}{h9}$	3□	$E\Delta = 1 \pm 0,4\text{□}$
20.→□	16□	R7□	h6□	90□	H8□	k8□	2□	216□	1□	5600□	30□	Сегмент□	Плотное□	$d - 8 \times 32 \frac{H6}{g5} \times 38 \frac{H122}{a11} \times 6 \frac{F10}{f9}$	3□	$E\Delta = 1 \pm 0,2\text{□}$
21.→□	33□	D9□	h8□	95□	H9□	f9□	3□	305□	3□	11000□	22□	Сегмент□	Нормаль□	$b - 10 \times 52 \times 60 \frac{H12}{a11} \times 3 \frac{D19}{e8}$	3□	$E\Delta = 1 \pm 0,5\text{□}$
22.→□	138□	H7□	k6□	22□	C9□	h9□	4□	306□	1□	7400□	84□	Прям□	Свободное□	$D - 62 \times 68 \frac{h7}{g6} \times 12 \frac{F8}{f7}$	3□	$E\Delta = 1 \pm 0,8\text{□}$
23.→□	46□	E10□	h9□	88□	H8□	d8□	3□	307□	2□	5800□	50□	Сегмент□	Плотное□	$d - 8 \times 36 \frac{H7}{e8} \times 42 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{F8}{f8}$	3□	$E\Delta = 1 \pm 0,3\text{□}$
24.→□	11□	H7□	r6□	82□	C10□	h10□	5□	308□	3□	4500□	56□	Прям□	Нормаль□	$b - 10 \times 42 \times 52 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{D9}{f8}$	2□	$V\Delta = 2 \pm 0,6\text{□}$
25.→□	86□	H12□	b11□	24□	B11□	h11□	5□	211□	2□	12000□	112□	Прям□	Свободное□	$b - 10 \times 32 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{D10}{d8}$	3□	$\Delta\Delta = 4 \pm 0,4\text{□}$
26.→□	78□	U8□	h7□	9□	H9□	d9□	4□	210□	1□	9800□	20□	Сегмент□	Нормаль□	$D - 10 \times 72 \times 82 \frac{H7}{h6} \times 12 \frac{F8}{f8}$	3□	$\Gamma\Delta = 4 \pm 1,3\text{□}$
27.→□	135□	E9□	h9□	32□	H10□	f10□	2□	212□	3□	6800□	18□	Сегмент□	Плотное□	$b - 6 \times 23 \times 28 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{D9}{f8}$	3□	$\Delta\Delta = 4 \pm 0,6\text{□}$
28.→□	5□	H8□	k7□	75□	C10□	h10□	3□	213□	1□	9000□	95□	Прям□	Плотное□	$D - 10 \times 82 \times 92 \frac{H8}{e8} \times 12 \frac{D9}{e8}$	3□	$\Delta\Delta = 4 \pm 0,9\text{□}$

29→□	9□	У9□	h8□	88□	H11□	d11□	4□	209□	22□	9000□	44□	Свободное□	$d - 8 \times 46 \frac{H7}{h6} \times 54 \frac{H12}{a11} \times 9 \frac{D9}{k7}$ □	3□	BA=2±0,6□
30→□	6□	H12□	b11□	105□	G10□	h10□	5□	207□	3□	4500□	102□	Нормаль□	$b - 10 \times 21 \times 26 \frac{H12}{a11} \times 3 \frac{F10}{d9}$ □	3□	BA=2±1,0□
31→□	15□	K7□	h6□	54□	H9□	f9□	2□	206□	1□	6800□	28□	Плотное□	$D - 8 \times 46 \times 54 \frac{H8}{h7} \times 9 \frac{D9}{e8}$ □	3□	BA=2±0,8□
32→□	7□	H7□	d6□	110□	F9□	h9□	3□	205□	2□	4000□	84□	Плотное□	$b - 10 \times 23 \times 29 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{F8}{e8}$ □	3□	ГA=4±1,3□
33→□	12□	N7□	h6□	72□	H10□	k,10□	3□	216□	3□	7000□	40□	Плотное□	$b - 10 \times 28 \times 35 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{F8}{e8}$ □	3□	AA=2±1,5□
34→□	26□	H6□	s5□	94□	R12□	h12□	5□	215□	1□	9000□	66□	Свободное□	$D - 6 \times 26 \times 32 \frac{H7}{f7} \times 6 \frac{F10}{h9}$ □	3□	BA=2±0,25□
35→□	34□	F9□	h8□	156□	H12□	x12□	4□	208□	2□	5000□	27□	Нормаль□	$b - 10 \times 26 \times 32 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{F8}{f8}$ □	3□	EA=2±0,4□
36→□	55□	N10□	h9□	16□	B11□	h11□	5□	214□	3□	10000□	87□	Плотное□	$d - 6 \times 28 \frac{H6}{g5} \times 34 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{F10}{k7}$ □	3□	EA=2±0,7□
37→□	7□	F9□	h8□	110□	H8□	k8□	3□	306□	3□	9000□	72□	Плотное□	$b - 10 \times 36 \times 45 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{D9}{e8}$ □	2□	EA=8±2,0□
38→□	140□	H11□	d10□	32□	H8□	m8□	3□	309□	1□	11000□	25□	Плотное□	$d - 10 \times 92 \frac{H7}{e8} \times 98 \frac{H12}{a11} \times 14 \frac{D9}{e8}$ □	2□	EA=8±1,2□
39→□	12□	F10□	h9□	72□	H10□	s10□	2□	308□	2□	9500□	88□	Нормаль□	$b - 10 \times 42 \times 52 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{D9}{f8}$ □	2□	EA=8±1,5□

40→□	170□	H8□	r7□	24□	M10□	h10□	3□	307□	1□	8600□	34□	Сегмент□	Свободное□	$D - 10 \times 102 \times 108 \frac{H7}{h6} \times 16 \frac{D9}{f7}$	2□	ЕΔ=8±1,8□
41→□	128□	H11□	d10□	36□	K6□	h6□	4□	318□	2□	15000□	106□	Призм□	Свободное□	$b - 16 \times 56 \times 65 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{D9}{f8}$	2□	ГΔ=4±2,4□
42→□	160□	K6□	h5□	60□	H10□	e10□	5□	317□	3□	18000□	46□	Сегмент□	Нормальн□	$d - 8 \times 52 \frac{H7}{h6} \times 58 \frac{H12}{a11} \times 10 \frac{D10}{d9}$	2□	ДΔ=3±0,25□
43→□	120□	H9□	x8□	20□	D10□	h10□	2□	316□	1□	19000□	64□	Призм□	Плотное□	$D - 8 \times 56 \times 62 \frac{H8}{h7} \times 10 \frac{F10}{f7}$	2□	ДΔ=3±0,4□
44→□	42□	N7□	h6□	10□	H9□	k9□	3□	315□	2□	14000□	22□	Сегмент□	Свободное□	$b - 16 \times 52 \times 60 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{F10}{f8}$	2□	ДΔ=3±0,8□
45→□	8□	H12□	b11□	120□	F8□	h8□	3□	417□	3□	17000□	90□	Призм□	Нормальн□	$d - 6 \times 26 \frac{H6}{g5} \times 30 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{F8}{f8}$	2□	ВΔ=2±0,9□
46→□	170□	N8□	h7□	16□	H11□	a11□	5□	412□	1□	16000□	20□	Сегмент□	Плотное□	$D - 6 \times 28 \times 32 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{D9}{h8}$	2□	ВΔ=2±1,2□
47→□	145□	H7□	s6□	30□	K9□	h9□	2□	411□	2□	12000□	40□	Призм□	Свободное□	$b - 16 \times 72 \times 82 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{F10}{h10}$	2□	ВΔ=2±1,5□
48→□	14□	G9□	h8□	125□	H8□	g8□	3□	410□	3□	15000□	33□	Сегмент□	Нормальн□	$d - 8 \times 32 \frac{H7}{e8} \times 36 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{D9}{k7}$	2□	ВΔ=2±2,0□
49→□	120□	H12□	d11□	60□	P8□	h8□	2□	312□	2□	18000□	68□	Призм□	Свободное□	$D - 6 \times 21 \times 25 \frac{H7}{h7} \times 5 \frac{F10}{h9}$	1□	ЖΔ=7±0,0□
50→□	20□	R7□	h6□	95□	H11□	b11□	5□	313□	3□	19000□	19□	Сегмент□	Плотное□	$b - 10 \times 28 \times 35 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{F10}{d9}$	1□	ЖΔ=7±1,0□

51→□	52□	H11□	d10□	110□	D9□	h9□	3□	314□	1□	18500□	120□	Прям□	Свободное□	$D - 6 \times 23 \times 28 \frac{H7}{h6} \times 6 \frac{F8}{f7}$ □	1□	ЖΔ=7±1,3□
52→□	33□	N7□	h6□	180□	H10□	e10□	4□	315□	2□	19500□	46□	Сегмент□	Плотное□	$D - 6 \times 26 \times 32 \frac{H8}{e7} \times 6 \frac{D9}{h8}$ □	1□	ЖΔ=7±1,8□
53→□	16□	H8□	f7□	140□	B10□	h10□	4□	220□	3□	10000□	58□	Прям□	Плотное□	$d - 6 \times 11 \frac{H7}{g6} \times 14 \frac{H12}{a11} \times 3 \frac{F10}{k7}$ □	1□	ДΔ=10±0,4□
54→□	18□	P7□	h6□	100□	H8□	d8□	2□	305□	3□	8700□	30□	Сегмент□	Нормальн□	$b - 10 \times 16 \times 20 \frac{H12}{a11} \times 2,5 \frac{F8}{e8}$ □	1□	ДΔ=10±0,6□
55→□	35□	D10□	h9□	100□	H9□	f9□	3□	307□	3□	9500□	22□	Сегмент□	Плотное□	$D - 6 \times 13 \times 16 \frac{H7}{g6} \times 3,5 \frac{F10}{f7}$ □	1□	ЕΔ=4±1,0□
56→□	10□	H11□	f10□	80□	G8□	h8□	2□	306□	2□	7500□	64□	Прям□	Свободное□	$b - 10 \times 18 \times 23 \frac{H12}{a11} \times 3 \frac{F8}{f8}$ □	1□	ДΔ=10±1,0□
57→□	48□	E9□	h8□	90□	H8□	e8□	3□	309□	2□	15000□	50□	Сегмент□	Свободное□	$b - 10 \times 21 \times 26 \frac{H12}{a11} \times 3 \frac{D9}{k7}$ □	1□	ЕΔ=4±1,5□
58→□	60□	H6□	r5□	84□	N9□	h9□	3□	316□	3□	8000□	36□	Прям□	Нормальн□	$d - 6 \times 28 \frac{H7}{h6} \times 34 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$ □	1□	ИΔ=17±0,45□
59→□	12□	H7□	r6□	85□	C10□	h10□	5□	310□	3□	11000□	56□	Прям□	Плотное□	$D - 6 \times 18 \times 22 \frac{H8}{e8} \times 5 \frac{D9}{d9}$ □	1□	ЕΔ=4±2,0□
60→□	78□	F10□	h9□	140□	H9□	p9□	4□	311□	1□	4500□	44□	Сегмент□	Нормальн□	$b - 10 \times 23 \times 29 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{F10}{f8}$ □	1□	ЕΔ=4±2,5□
61→□	96□	H11□	k10□	22□	X8□	h8□	3□	212□	2□	7800□	90□	Прям□	Нормальн□	$b - 10 \times 23 \times 29 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{D9}{e9}$ □	3□	ЕΔ=2±1,5□

62→□	144□	D8□	h7□	42□	H10□	r10□	5□	218□	3□	8300□	33□	Сегмент□	Плотное□	$b - 10 \times 32 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 5 \frac{F10}{d9}$ □	3□	AA=2±0.8□
63→□	105□	K7□	h6□	36□	H10□	m10□	4□	317□	1□	18000□	24□	Сегмент□	Свободное□	$D - 8 \times 32 \times 38 \frac{H7}{f7} \times 6 \frac{D9}{h8}$ □	1□	IA=17±0.6□
64→□	140□	H8□	f7□	24□	F9□	h9□	4□	308□	1□	12000□	84□	Прям□	Нормальн□	$d - 6 \times 16 \frac{H7}{n7} \times 20 \frac{H12}{a11} \times 4 \frac{D9}{k8}$ □	1□	EA=4±1.0□
65→□	128□	S7□	h6□	13□	H10□	e10□	2□	211□	3□	8300□	50□	Сегмент□	Нормальн□	$D - 8 \times 36 \times 42 \frac{H7}{n6} \times 7 \frac{D9}{e8}$ □	3□	BA=2±0.2□
66→□	164□	H12□	e11□	5222□	U7□	h7□	3□	210□	1□	7200□	44□	Прям□	Плотное□	$D - 8 \times 42 \times 48 \frac{H8}{e8} \times 8 \frac{F8}{e8}$ □	3□	BA=2±0.2□
67→□	68□	N7□	h6□	15□	H8□	f8□	3□	305□	2□	8000□	50□	Сегмент□	Нормальн□	$D - 10 \times 112 \times 120 \frac{H7}{n6} \times 18 \frac{D9}{e8}$ □	3□	AA=2±0.4□
68→□	8□	D7□	h6□	148□	H10□	k10□	4□	213□	1□	8500□	38□	Сегмент□	Свободное□	$D - 8 \times 32 \times 38 \frac{H7}{g6} \times 6 \frac{F10}{f7}$ □	3□	EA=2±1.0□
69→□	38□	H8□	s7□	68□	B11□	h11□	5□	219□	1□	9100□	33□	Прям□	Свободное□	$d - 6 \times 11 \frac{H7}{h6} \times 14 \frac{H12}{a11} \times 3 \frac{D9}{f9}$ □	3□	AA=2±0.6□
70→□	26□	H11□	d10□	140□	V9□	h9□	4□	217□	2□	7000□	102□	Прям□	Нормальн□	$D - 6 \times 23 \times 28 \frac{H8}{h7} \times 6 \frac{F10}{e9}$ □	3□	AA=2±1.2□
71→□	20□	D12□	h11□	48□	R10□	h10□	4□	310□	3□	12500□	27□	Прям□	Свободное□	$D - 10 \times 72 \times 88 \frac{H7}{g6} \times 12 \frac{D9}{h8}$ □	2□	EA=8±1.0□
72→□	56□	H8□	f7□	20□	H9□	m9□	4□	312□	1□	11500□	38□	Сегмент□	Нормальн□	$b - 10 \times 46 \times 56 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{F8}{e8}$ □	2□	EA=8±0.6□

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
**Значения основных отклонений валов, мкм (ГОСТ 25346 – 82,
 СТ СЭВ 145 – 75)**

Условное обозначение	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение es									
		a*	b	C	cd	d	e	ef	f	fg	G
Для интервалов размеров, мм	Квалитет	Все квалитеты									
		До 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4
	Свыше 3 до 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4
	Свыше 6 до 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5
	Свыше 10 до 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6
	Свыше 14 до 18										
	Свыше 18 до 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7
	Свыше 24 до 30										
	Свыше 30 до 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9
	Свыше 40 до 50										
	Свыше 50 до 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10
	Свыше 65 до 80										
	Свыше 80 до 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12
	Свыше 100 до 120										
	Свыше 120 до 140	-460	-260	-200	-	-145	-85	-	-43	-	-14
	Свыше 140 до 160										

Свыше 160 до 180	-580	-310	-230							
Свыше 180 до 200	-660	-340	-240							
Свыше 200 до 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15
Свыше 225 до 250	-820	-420	-280							

* Отклонение а и b не предусмотрены для размеров до 1мм

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 2

Условное обозначение	Буквенное обозначение	es	Нижнее отклонение ei									
		h	J			k		m	n	p	r	
	Квалитет		js*	5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 выше 7	Все квалитеты			
Для интервалов размеров, мм	До 3	0	Предельные отклонения = ± IT/2	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10
	Свыше 3 до 6	0		-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15
	Свыше 6 до 10	0		-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19
	Свыше 10 до 14	0		-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23
	Свыше 14 до 18											
	Свыше 18 до 24	0		-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28
	Свыше 24 до 30											
	Свыше 30 до 40	0		-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34
	Свыше 40 до 50											
	Свыше 50 до 65	0		-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41

	Свыше 65 до 80	0									+43
	Свыше 80 до 100		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51
	Свыше 100 до 120										+54
	Свыше 120 до 140	0									+63
	Свыше 140 до 160		-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65
	Свыше 160 до 180										+68
	Свыше 180 до 200	0									+77
	Свыше 200 до 225		-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80
	Свыше 225 до 250										+84

* Симметричные отклонения $\pm IT/2$ для j_s квалитетов от 7 до 11 могут округляться, если IT нечетное.

Замена производится ближайшим меньшим четным числом.

окончание ПРИЛОЖЕНИЯ 2

Условное обозначение	Буквенное обозначение	Нижнее отклонение e_i									
		s	t	U	v	X	y	z	za	ab	zc
	Квалитет	Все квалитеты									
Для интервалов размеров, мм	До 3	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
	Свыше 3 до 6	+19	-	+23	-	+28	-	+33	+42	+50	+80
	Свыше 6 до 10	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
	Свыше 10 до 14	+28	-	+33	-	+40	-	+50	64	+90	+130

Свыше 14 до 18				+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
Свыше 18 до 24	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
Свыше 24 до 30		+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
Свыше 30 до 40	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
Свыше 40 до 50		+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
Свыше 50 до 65	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
Свыше 65 до 80	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
Свыше 80 до 100	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
Свыше 100 до 120	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
Свыше 120 до 140	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
Свыше 140 до 160	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
Свыше 160 до 180	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
Свыше 180 до 200	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
Свыше 200 до 225	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
Свыше 225 до 250	+14	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Значение основных отклонений отверстий, мкм
(ГОСТ 25346 –82, СТ СЭВ 145-754)**

Условное обозначение	Буквенное обозначение	Нижнее отклонение EI										
		A*	B*	C	CD	D	E	EF	F	EG	G	H _s **
Для интервалов размеров, мм	Квалитет	Все квалитеты										
	До 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0
Свыше 3 до 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	
Свыше 6 до 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	
Свыше 10 до 14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	
Свыше 14 до 18												
Свыше 18 до 24	+300	+160	+110	-	+65	40	-	+20	-	+7	0	
Свыше 24 до 30												
Свыше 30 до 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	
Свыше 40 до 50	+320	+180	+130									
Свыше 50 до 65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	
Свыше 65 до 80												+360
Свыше 80 до 100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	
Свыше 100 до 120												+410
Свыше 120 до 140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	

	Свыше 140 до 160	+520	+280	+210									
	Свыше 160 до 180	+580	+310	+230									
	Свыше 180 до 200	+660	+340	+240	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	
	Свыше 200 до 225	+740	+380	+260									
	Свыше 225 до 250	+820	+420	+280	-	+170	+100	-	+150	-	+15	0	

* Отклонение А и В во всех квалитетах и N, в квалитетах более 8 не предусмотрены для размеров до 1 мм.

**Симметричные отклонения $\pm IT/2$ для J_s квалитетов от 7 до 11 могут округляться, если значение IT нечетное. Замена производится ближайшим меньшим числом.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 3

Условное обозначение	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение ES												
		J			K		M		N		От P до ZC	P	R	S
	Квалитет	6	7	8	до 8	Свыше 8	до 8	Свыше 8	до 8	Свыше 8	до 7	Свыше 7		
Для интервалов размеров, мм	До 3	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4	Отклонение, как для квалитетов свыше 7, увеличенное на Δ	-6	-10	-14
	Свыше 3 до 6	+5	+6	+10	-1+ Δ	-	-4+ Δ	-4	-8+ Δ	0		-12	-15	-19
	Свыше 6 до 10	+5	+8	+12	-1+ Δ	-	-6+ Δ	-6	-10+ Δ	0		-15	-19	-23
	Свыше 10 до 14	+6	+10	+15	-1+ Δ	-	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0		-18	-23	-28
	Свыше 14 до 18				-1+ Δ	-	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0		-18	-23	-28
	Свыше 18 до 24	+18	+12	+20	-2+ Δ	-	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0		-22	-28	-35
	Свыше 24 до 30				-2+ Δ	-	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0		-22	-28	-35

Свыше 30 до 40	+10	+14	+24	-2+ Δ	-	-9+ Δ	-9	-17+ Δ	0	-26	-34	-43
Свыше 40 до 50												
Свыше 50 до 65	+13	+18	+28	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0	-32	-41	-53
Свыше 65 до 80											-43	-59
Свыше 80 до 100	+16	+22	+34	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0	-37	-51	-71
Свыше 100 до 120											-54	-79
Свыше 120 до 140											-63	-92
Свыше 140 до 160	+18	+26	+41	-3+ Δ	-	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0	-43	-65	-100
Свыше 160 до 180											-68	-108
Свыше 180 до 200											-77	-122
Свыше 200 до 225	+22	+30	+47	-4+ Δ	-	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0	-50	-80	-130
Свыше 225 до 250											-84	-140

Примечание: Для вычисления К,М , N до 8-го квалитета и от Р до ZС 7-го квалитета берут значения Δ в крайних правых графах на с. 50.

Пример: для P7 от 18 до 30: Δ=8, отсюда ES =-14

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ 3

Условное обозначение	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение ES														
		T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	Δ, мкм					
	Квалитет	Свыше 7									3	4	5	6	7	8
Для интервалов размеров, мм	До 3	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	-	-	0	-	-	
	Свыше 3 до 6	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6
	Свыше 6 до 10	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1	1,5	2	3	6	7
	Свыше 10 до 14	-	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
	Свыше 14 до 18			-39	-45	-	-60	-77	-108	-150						
	Свыше 18 до 24	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12
	Свыше 24 до 30	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218						
	Свыше 30 до 40	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
	Свыше 40 до 50	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
	Свыше 50 до 65	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
	Свыше 65 до 80	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480						
	Свыше 80 до 100	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
	Свыше 100 до 120	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690						
	Свыше 120 до 140	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
	Свыше 140 до 160	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900						
	Свыше 160 до 180	-146	-210	-232	-310	-380	-465	-600	-780	-1000						
Свыше 180 до 200	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	3	4	6	9	17	26	
Свыше 200 до 225	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250							
Свыше 225 до 250	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350							

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Предельные погрешности измерения для универсальных измерительных средств (выдержки из табл. 1 РДМУ – 98- 77)

№ п/п	Наименование средств измерения	Условия измерения	Предельные погрешности измерения, ± мкм. Для диапазонов размеров, свыше – до		
			1-50	50-120	120-260
1	2	3	4	5	6
<i>1. При измерении наружных линейных размеров и глубин</i>					
1	Штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,1 мм		150	200	200
2	Штангенглубиномеры с отчетом по нониусу 0,1 мм		250	300	300
3	Штангенциркули с отчетом по нониусу 0,05		100	100	100
4	Штангенглубиномеры с отчетом по нониусу 0,05		100	150	150
5	Индикаторы часового типа (ИЧ и ИТ) с 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм в штативных или стойках	При перемещении измерит. стержня до 10 мм	20	20	30
6	То же самое	То же самое до 1 мм	10	10	10
7	То же самое	То же самое до 0,1 мм в начале второго оборота стрелки	$\frac{1-18}{5}$ $\frac{18-50}{10}$	10	10
8	Глубиномеры индикаторные при относительном методе измерения с настройкой по блокам концевых мер	При перемещении измерительного стержня до 0,1 мм	$\frac{1-18}{5}$ $\frac{18-50}{10}$	10	-

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 5

1	2	3	4	5	6
9	Скобы индикаторные с 0,01 мм	При любом виде контакта находятся в руках	15	20	20
10	То же	Контакт плоскостной или линейчатый. Находятся в стойке	10	10	10
11	Микрометры гладкие с отчетом 0,01 мм при настройке на нуль по установочной мере	Находятся в руках	$\frac{0-25}{5}$ $\frac{25-50}{10}$	$\frac{50-75}{10}$ $\frac{75-150}{15}$	$\frac{150-200}{20}$ $\frac{200-250}{25}$
12	То же	Находятся в стойке	5	10	10
13	Глубиномеры микрометрические с отчетом 0,01 мм с настройкой по установочной мере	При перемещении измерит. стерна 25 мм	5	10	-
14	Микрометры рычажные с отчетом 0,002 – 0,01 мм при настройке на нуль по установочной мере		$\frac{0-25}{4}$ $\frac{25-50}{6}$	$\frac{50-100}{10}$ $\frac{100-150}{15}$	$\frac{150-200}{20}$ $\frac{200-250}{25}$
15	То же самое при настройке на нуль по концевым мерам 2-го класса	При отсчете в пределах ± 10 делений шкалы	2	5	5
16	Скобы рычажные с отсчетом 0,002 – 0,005 мм при настройке по концевым мерам 3-го класса	При работе находятся в руках	$\frac{0-25}{4}$ $\frac{25-50}{5}$	$\frac{50-100}{10}$	$\frac{100-125}{20}$
17	То же самое при настройке по концевым мерам 3-го класса	Находятся в стойке	4	5	10

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 5

1	2	3	4	5	6
18	То же самое при настройке по концевым мерам 2-го класса	При измерении в пределах ± 10 делений	2	3	5
19	Микроскопы инструментальные		5	10	-
20	Микроскопы измерительные универсальные	Измерение проекционные	$\frac{1-18}{3,5}$ $\frac{18-50}{4,5}$	7	12
21	Головки рычажно-зубчатые с отчетом 0,002 мм с настройкой по концевым мерам 3-го класса	Предел измерения $\pm 0,1$ мм	4	5	8
22	Головки измерительные пружинные 2ИГП (микрометры с отчетом 0,002 мм, настроенные по концевым мерам 2-го класса)	Пределы измерений $\pm 0,06$ мм	$\frac{1-10}{1}$ $\frac{10-50}{2}$	2	2
23	Оптиметр вертикальный с отчетом 0,001 мм при настройке по концевым мерам 0-го класса	Пределы измерений $\pm 0,1$	1	1	1
<i>II. при измерении внутренних линейных размеров</i>					
24	Штангенциркули с отчетом по нониусу 0,1 мм		200	250	300
25	Штангенциркули с отчетом по нониусу 0,05 мм		150	200	200
26	Нутромеры индикаторные с отчетом 0,01 мм при настройке по концевым мерам 4-го класса	Весь расход	20	25	25

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 5

1	2	3	4	5	6
27	То же самое	Предел измерения 0,1 мм в начале второго оборота	10	15	15
28	Нутромеры микрометрические с отсчетом 0,01	По установочной мере	-	15	20
29	Оптиметры горизонтальные с отсчетом 0,001 мм при настройке по концевым мерам 1-го класса с боковыми	Предел измерения шкалы $\pm 0,06$ мм	1,5	2,5	5

В числителе дроби указаны пределы измерения измерительного средства, а в знаменателе его предельная погрешность в этом диапазоне размеров.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

**Отклонения присоединительных диаметров
подшипников качения***

Номинальные диаметры, мм		Отклонения диаметра отверстия подшипника, мкм		Номинальные диаметры, мм		Отклонение наружного диаметра подшипника, мкм	
свыше	до	верхнее	нижнее	свыше	до	верхнее	Нижнее
10	18	0	-8	-	18	0	-8
18	30	0	-10	18	30	0	-9
30	50	0	-12	30	50	0	-11
50	80	0	-15	50	80	0	-13
80	120	0	-20	80	120	0	-15
120	180	0	-25	120	150	0	-18
180	250	0	-30	150	180	0	-25
250	315	0	-30	180	250	0	-30
				250	315	0	-35
				315	400	0	-40
				400	500	0	-45

* Класс точности 0.

**Номинальные габаритные размеры подшипников
(ГОСТ 8338 - 75)**

Условные обозначения подшипников	Габаритные размеры, мм			
	Внутренний диаметр, мм	Наружный диаметр, мм	Ширина (кроме конических роликоподшипников), мм	Радиус закругления фаски, мм
<i>Легкая серия</i>				
205	25	52	15	1,5
206	30	62	16	1,5
207	35	72	17	2,0
208	40	80	18	2,0
209	45	85	19	2,0
210	50	85	20	2,0
211	55	90	21	2,0
212	60	100	22	2,5
213	65	110	23	2,5
214	70	120	24	2,5
215	75	125	25	2,5
216	80	130	26	2,5
217	85	140	28	3,0
218	90	150	30	3,0
219	95	160	32	3,0
220	100	180	34	3,5
<i>Средняя серия</i>				
305	25	62	17	2,0
306	30	72	19	2,0
307	35	80	21	2,5
308	40	90	23	2,5
309	45	100	25	2,5
310	50	110	27	3,0
311	55	120	29	3,0
312	60	130	31	3,5
313	65	140	33	3,5
314	70	150	35	3,5
315	75	160	37	3,5
316	80	170	39	3,5
317	85	180	41	4,0
318	90	190	43	4,0

<i>Тяжелая серия</i>				
406	30	90	23	2,5
407	35	100	25	2,5
408	40	110	27	3,0
409	45	120	29	3,0
410	50	130	31	3,5
411	55	140	33	3,5
412	60	150	35	3,5
413	65	160	37	3,5
414	70	180	42	4,0
415	75	190	45	4,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Виды нагружения подшипников качения

Условия работы		Виды нагружения	
Вид нагрузок	какое кольцо вращается	внутреннего кольца	наружного кольца
постоянное по направле- нию	Внутреннее	циркуляционное	Местное
	Наружное	местное	циркуляционное
постоянная по направле- нию и вра- щающаяся – меньшая по величине	Внутреннее	циркуляционное	колебательное
	Наружное	колебательное	циркуляционное
постоянная по направле- нию и вра- щающаяся – большая по величине	Внутреннее	местное	циркуляционное
	наружное	циркуляционное	Местное
постоянная по направле- нию	внутреннее и наружное в одном или противопо- ложных направ- лениях	циркуляционное	циркуляционное
вращающаяся с внутренним кольцом		местное	циркуляционное
вращающаяся с наружным кольцом		циркуляционное	Местное

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

**Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий корпус,
сопрягаемых с подшипниками качения
при циркуляционном нагружении колец**

Диаметр, мм		Допустимые значения P_R , Н/мм			
Отверстия внутреннего кольца подшипника (d)		Поля допусков вала			
св.	до	$J_s 5, J_s 6$	k5, k6	m5, m6	n5, n6
18	80	до 300	300... 1400	1400... 1600	1600... 3000
80	180	до 600	600... 2000	2000... 2500	2500... 4000
180	360	до 700	700... 3000	3000... 3500	3500... 6000
360	630	до 900	900... 3500	3500... 4500	4500... 8000
Наружной поверхности кольца (D)		Поля допусков отверстий корпусов			
св.	до	K6, K7	M6, M7	N6, N7	P7
50	180	до 800	800... 1000	1000... 1300	1300... 2500
180	360	до 1000	1000... 1500	1500... 2000	2000... 3300
360	630	до 1200	1200... 2000	2000... 2600	2600... 4000
630	160	до 1600	1600... 2500	2500... 3500	3500... 5500

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

**Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий корпусов,
сопрягаемые с подшипниками качения,
при местном нагружении колец**

Размеры посадочных диаметров, мм		Поля допусков			Типы подшипников
		валов	отверстий		
св.	до		неразъемных корпусов	разъемных корпусов	
<i>Нагрузка спокойная с умеренными толчками и вибрацией</i>					
-	80	h5, h6	H6, H7	H6, H7, H8	Все типы, кроме штампованных, игольчатых
80	260	g5, g6	G6, G7		
260	500	j _s 5, j _s 6	G6, G7		
500	1600	j _s 5, j _s 6	G7, H8		
<i>Нагрузка с ударами и вибрацией</i>					
-	80	h5, h6	H6, H7	J _s 6, J _s 7	Все типы, кроме штампованных, игольчатых и роликовых конических двухрядных
80	260	h5, h6	H6, H7		
260	500	g5, g6	H6, H7		
500	1600	g5, g6	H6, H7		
-	120	h5, h6	H6, H7	J _s 6, J _s 7	Роликовые конические двухрядные
120	1600	g5, g6	H6, H7		

**Основные размеры соединений
с призматическими шпонками, мм
(по СТ СЭВ 189-75)**

Диаметр вала D	b x h	Интервалы длин L		Глубина паза	
		от	до	на валу, t ₁	во втулке, t ₂
Св. 12 до 17	5 x 5	10	56	3,0	2,3
» 17 » 22	6 x 6	14	70	3,5	2,8
» 22 » 30	8 x 7	18	90	4,4	3,3
» 30 » 38	10 x 8	22	110	5,0	3,3
» 38 » 44	12 x 8	28	140	5,0	3,3
» 44 » 50	14 x 9	36	160	5,5	3,8
» 50 » 58	16 x 10	45	180	6,0	4,3
» 58 » 65	18 x 11	50	200	7,0	4,4
» 65 » 75	20 x 12	56	220	7,5	4,9
» 75 » 85	22 x 14	63	250	9,0	5,4
» 85 » 95	25 x 14	70	280	9,0	5,4
» 95 » 110	18 x 16	80	320	10,0	6,4
» 110 » 130	32 x 18	90	360	11,0	7,4

Примечания: 1. Длину шпонки выбирают из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200 ... (до 500).

2. Материал шпонок — сталь чистотянутая с временным сопротивлением разрыву не менее 590 МПа.

3. Примеры условного обозначения шпонок: исполнение 1, сечение b x h = 20 x 12, длина 90 мм: шпонка 20 x 12 x 90 ГОСТ 23360-78.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

**Основные размеры соединений с сегментными шпонками, мм
(выдержка из СТ СЭВ 647-77)**

Диаметр вала	b x h x d	Глубина паза	
		на валу	по втулке
Св. 16 до 18	5 x 6,5 x 16	4,5	2,3
» 18 » 20	5 x 7,5 x 19	5,5	2,3
» 20 » 22	5 x 9 x 22	7,0	2,3
» 22 » 25	6 x 9 x 22	6,5	2,8
» 25 » 28	6 x 10 x 25	7,0	3,3
» 28 » 32	8 x 11 x 28	8,0	3,3
» 32 » 38	13 x 13 x 22	10,0	3,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

**Размер шлицевого вала по меньшему диаметру d_1
при центрировании по D и b (выдержки из СТ СЭВ 188-75)**

$z \times d \times D$	d_1	$z \times d \times D$	d_1
<i>Легкая серия</i>		8 x 36 x 42	33,5
6 x 23 x 26	22,1	8 x 42 x 48	39,5
6 x 26 x 30	24,6	8 x 46 x 54	42,7
6 x 28 x 32	26,7	8 x 52 x 60	48,7
8 x 32 x 36	30,4	8 x 56 x 65	52,2
8 x 36 x 40	34,5	8 x 62 x 72	57,8
8 x 42 x 46	40,4	10 x 72 x 82	67,4
8 x 46 x 50	44,6	10 x 82 x 92	77,1
8 x 52 x 58	49,7	10 x 92 x 102	87,3
8 x 56 x 62	53,6	10 x 102 x 112	97,7
8 x 62 x 68	59,8	<i>Тяжелая серия</i>	
10 x 72 x 78	69,6	10 x 16 x 20	14,1
10 x 82 x 88	79,3	10 x 18 x 23	15,6
10 x 92 x 98	89,4	10 x 21 x 26	18,5
10 x 102 x 108	99,9	10 x 23 x 29	20,3
10 x 112 x 120	108,8	10 x 26 x 32	23,0
<i>Средняя серия</i>		10 x 28 x 35	24,4
6x11x14	9,9	10 x 32 x 40	28,0
6x13x16	12,0	10 x 36 x 45	31,3
6x16x20	14,5	10 x 42 x 52	36,9
6x18x22	16,7	10 x 46 x 56	40,9
6x21x25	19,5	16 x 52 x 60	47,0
6x23x28	21,3	16 x 56 x 65	50,6
6x26x32	23,4	16 x 62 x 72	56,1
6x28x34	25,9	16 x 72 x 82	65,9
8x32x38	29,4	20 x 82 x 92	75,6
		20 x 92 x 102	85,5

ЛИТЕРАТУРА

1. РМГ 29–99. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 50 с.
2. Об обеспечении единства измерений: федер. закон РФ от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ.
3. О техническом регулировании: федер. закон РФ от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ.
4. ГОСТ Р 1.0–2004. Стандартизация в РФ. Основные положения.
5. *Сергеев А.Г.* Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / А.Г. Сергеев, М.В. Латышев, В.В. Терегеря. М.: Логос, 2001. 536 с.
6. ГОСТ Р 40.001–95. Правила по проведению сертификации систем качества в РФ.
7. *Панорядов В.М.* Сертификация: учебное пособие / В.М. Панорядов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 96 с.
8. Пономарёв С.В. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества / С.В. Пономарёв, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин. М.: Стандарты и качество, 2004. 248 с.
9. История метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством: учебное пособие / сост.: С.В. Мищенко, С.В. Пономарёв, Е.С. Пономарёва, Р.Н. Евлахин, Г.В. Мозгова. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 94 с.
10. *Яблонский О.П.* Основы стандартизации, метрологии, сертификации / О.П. Яблонский, В.А. Иванова. Ростов н/Д : Феникс, 2004. 448 с.
11. *Сергеев А.Г.* Метрология: учебное пособие для вузов / А.Г. Сергеев, В.В. Крохин. М.: Логос, 2000. 408 с.

12. *Димов Ю.В.* Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Ю.В. Димов. СПб.: Питер, 2006. 432 с.
13. *Крылова А.Г.* Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учебник для вузов / А.Г. Крылова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 711 с.
14. *Белобрагин В.Я.* Основы технического регулирования / В.Я. Белобрагин. М.: Стандарты и качество, 2005. 320 с.
15. Руководство ИСО/МЭК-2:1996. Стандартизация и смежные виды деятельности. Общий словарь. Русская версия. 1999.
16. *Пономарёв С.В.* История стандартизации и сертификации: учебное пособие / С. В. Пономарёв, Е.С. Мищенко: Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 92 с.

Составители:
Мирлан Тилегенович Алсеитов,
Чоро Зарлыкович Элеманов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И СЕРТИФИКАЦИЯ
Методические указания
к выполнению практических занятий

Редактор *Е. С. Свиридова*
Компьютерная верстка – *Г.Н. Кирпа*

Подписано в печать 02.03.2022.
Формат 60x84¹/₁₆. Офсетная печать.
Объем 4,75 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 110

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, д. 2а