

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

А.Ф. Иголкин, С.А. Вологжанина

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И СЕРТИФИКАЦИЯ**
ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург
2015

УДК 621.753

Иголкин А.Ф., Вологжанина С.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 42 с.

Приведены практические задания, методические указания по их выполнению, варианты заданий, форма отчетов, примеры заданий промежуточной аттестации по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Предназначено для студентов направлений 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических систем всех форм обучения.

Рецензент: кандидат техн. наук, доц. К.М. Федоров

Рекомендовано к печати Советом факультета холодильной, криогенной техники и кондиционирования, протокол № 1 от 10.09.2015 г.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Иголкин А.Ф., Вологжанина С.А., 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Допуски и посадки гладких соединений.....	4
2. Калибры	5
3. Призматические шпоночные соединения	10
4. Шлицевые прямобочные соединения.....	12
5. Соединения с подшипниками качения.....	14
6. Резьбовые соединения.....	16
7. Цилиндрические зубчатые передачи	17
8. Размерные цепи.....	18
9. Промежуточная аттестация	21
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	33

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатационные показатели механизмов и машин в значительной мере зависят от правильности выбора посадок, допусков формы и расположения, шероховатости поверхностей отдельных деталей. Рабочей программой курса «Метрология. Стандартизация и сертификация» предусмотрено изучение основных норм взаимозаменяемости, системы допусков и посадок. Для приобретения практических навыков назначения допусков и посадок, шероховатости и отклонений формы и расположения, пользования таблицами и справочниками учебным планом дисциплины предусмотрены практические и лабораторные занятия. Цель данного пособия - научить студента ориентироваться в многочисленных, зачастую разрозненных и сложных для восприятия материалах, проводить анализ точности с использованием государственных стандартов и нормативов при выполнении заданий по практическим и лабораторным занятиям и оформлению отчетов.

1. Допуски и посадки гладких соединений

Поля допусков на чертежах указывают одним из трех способов: условным обозначением полей допусков, числовыми значениями предельных отклонений, совместным указанием как условного обозначения, так и числовых значений предельных отклонений.

Наиболее распространенным является условное обозначение полей допусков сочетанием типа основного отклонения (буквы латинского алфавита) и качества (цифры), например $k6$, где: k – тип основного отклонения, определяет значение предельного отклонения, ближайшего к номинальному размеру, 6 – качество, определяет величину поля допуска. Прописными буквами обозначаются основные отклонения отверстий, например $F9$, а строчными – валов – $f9$.

Посадки на чертежах обозначаются в виде дроби – в числителе поле допуска отверстия, в знаменателе поле допуска вала, например, $H7/g6$.

Посадки могут быть образованы как в системе отверстия (СА) так и в системе вала (СВ). Посадки в СА образуются сочетанием полей допусков валов с полем допуска основного отверстия. Поле допуска основного отверстия примыкает к номинальному размеру сверху т.е. нижнее отклонение отверстия равно нулю. Такое основное отклонение отверстия обозначается H , а посадка в системе отверстия

H7/p6. Посадки в СВ образуются сочетанием полей допусков отверстий с полем допуска основного вала. Поле допуска основного вала примыкает к номинальному размеру снизу т.е. верхнее отклонение вала равно нулю. Такое основное отклонение вала обозначается *h*, и, следовательно, посадка в системе вала обозначается *P7/h6*. Поскольку положение допуска основного отверстия и основного вала зафиксировано относительно номинального размера, используя поля допусков с различными основными отклонениями можно получать различные группы посадок. Поля допусков с основными отклонениями *A,B,C,D,E,F,G,H,a,b,c,d,e,f,g,h* образуют посадки с зазором, *J,K,M,N,j,k,m,n* переходные посадки, *P,R,S,T,U,V,X,Y,Z,p,r,s,t,u,v,x,y,z* посадки с натягом.

Поле допуска вала с основным отклонением *h* может принадлежать основному валу в СВ или посадочному валу в СА (посадка с зазором). Аналогично отверстие с основным отклонением *H* может встречаться как в СА (основное отверстие) так и в СВ (посадка с зазором).

Задание: расшифровать обозначения допусков и посадок, выданных преподавателем.

Ответы представить в виде следующей таблицы:

Таблица

Чертеж	Заданный размер с предельными отклонениями в условной системе	Система допусков (отверстия или вала)	Основное отклонение (группа посадок)	Квалитет	Размер с предельными отклонениями в цифровой системе
Сборочный	$\varnothing 60H7/g6$	СА	<i>g/c</i> зазором	7/6	Отв. $\varnothing 60^{+0,03}$ Вал $\varnothing 60_{-0,029}^{-0,010}$
Вала	$\varnothing 70k6$	СА	<i>k/</i> переходная	6	$\varnothing 70_{+0,002}^{+0,021}$
Отверстия	$\varnothing 30P7$	СВ	<i>P/</i> с натягом	7	$\varnothing 30_{-0,035}^{-0,014}$

2. Калибры

В условиях серийного и массового производства контроль действительных размеров целесообразно производить при помощи предельных калибров. Предельные калибры имеют две стороны – проходную и непроходную, изготовленные по предельным размерам

детали. Годность размеров проверяется последовательным совмещением с деталью проходной и непроходной стороны предельного калибра. Калибры для контроля отверстий называют пробками. Проходная сторона пробки должна соответствовать наименьшему предельному размеру отверстия D_{\min} , а непроходная – наибольшему D_{\max} . Калибры для контроля валов называют скобами. Проходная сторона скобы должна соответствовать наибольшему предельному размеру вала d_{\max} , а непроходная – наименьшему d_{\min} . Поля допусков непроходной стороны предельных калибров располагаются симметрично соответствующего размера детали. Проходная сторона калибра соприкасается с деталью с малым зазором, подвергается интенсивному износу и ее поле допуска смещается целью увеличения долговечности калибра. (рис. 1)

ГОСТ 24853-81 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски» вводит следующие обозначения допусков и отклонений калибров:

H - допуски для изготовления калибров для отверстий (пробок)

H₁ - допуски для изготовления калибров для валов (скоб)

Z - отклонение середины поля допуска проходного калибра-пробки

Z₁ - отклонение середины поля допуска проходного калибра-скобы

Y - допустимый выход размера изношенного калибра-пробки за границу поля допуска изделия

Y₁ - допустимый выход размера изношенного калибра-скобы за границу поля допуска изделия

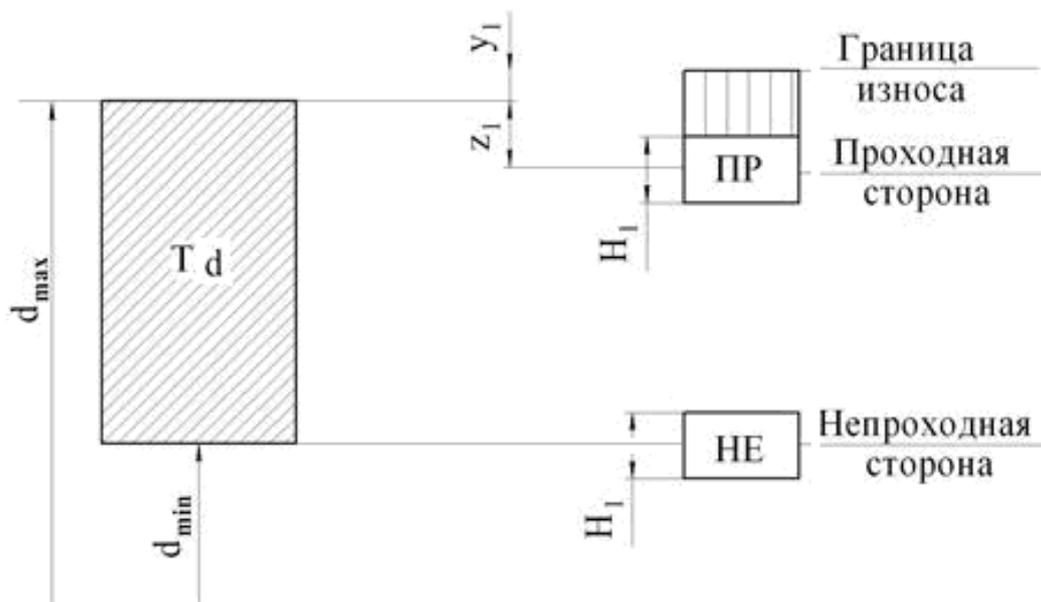
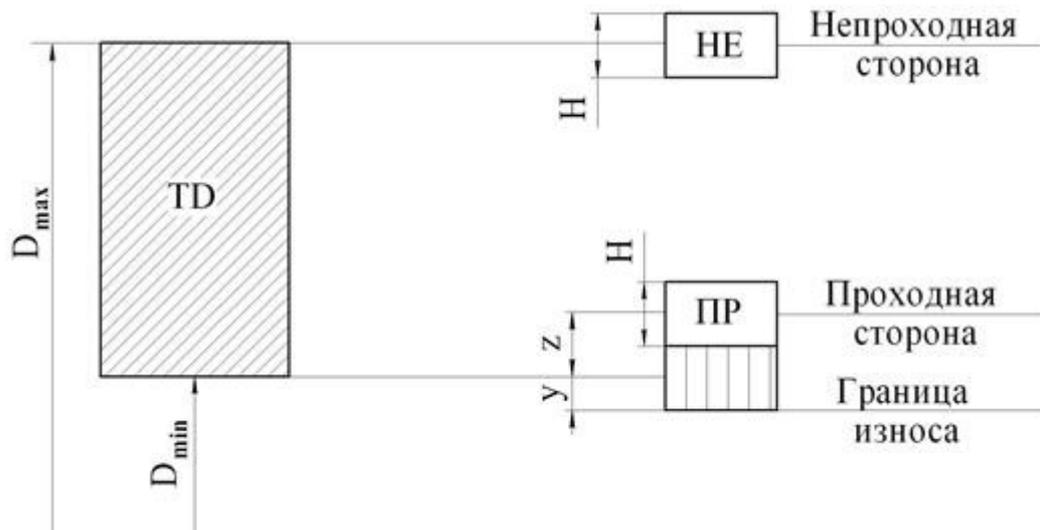


Рис.1

Формулы для расчета размеров калибров имеют следующий вид:

ПРОБКА

$$\text{Проходная сторона: } ПР_{max} = D_{min} + Z + H/2$$

$$ПР_{min} = D_{min} + Z - H/2$$

$$\text{ПР изношенная} = D_{min} - Y$$

Непроходная сторона: $HE_{max}=D_{max}+H/2$
 $HE_{min}=D_{max}-H/2$

СКОБА

Проходная сторона: $ПР_{max}=d_{max}-Z_1+H_1/2$
 $ПР_{min}=d_{max}-Z_1-H_1/2$
 $ПР_{изношенная}=d_{max}+Y_1$

Непроходная сторона: $HE_{max}=d_{min}+H_1/2$
 $HE_{min}=d_{min}-H_1/2$

У калибров для контроля изделий 9 качества и грубее значения Y и Y_1 равны нулю.

С увеличением размера изделия возрастает погрешность контроля калибрами. Для компенсации погрешности контроля размеров свыше 180 мм поле допуска непроходной стороны и граница износа проходной стороны смещается к середине поля допуска изделия на величину α для пробок и α_1 для скоб.

Формулы для расчета размеров калибров при размерах свыше 180мм имеют следующий вид:

ПРОБКА

Проходная сторона: $ПР_{max}=D_{min}+Z+H/2$
 $ПР_{min}=D_{min}+Z-H/2$
 $ПР_{изношенная}=D_{min}-Y+\alpha$

Непроходная сторона: $HE_{max}=D_{max}+H/2-\alpha$
 $HE_{min}=D_{max}-H/2-\alpha$

СКОБА

Проходная сторона: $ПР_{max}=d_{max}-Z_1+H_1/2$
 $ПР_{min}=d_{max}-Z_1-H_1/2$
 $ПР_{изношенная}=d_{max}+Y_1-\alpha_1$

Непроходная сторона: $HE_{max}=d_{min}+H_1/2+\alpha_1$
 $HE_{min}=d_{min}-H_1/2+\alpha_1$

На рабочих чертежах калибров поля допусков назначают симметричными, в качестве номинального размера указывается размер середины поля допуска калибра.

Задание: рассчитать размеры предельных калибров по заданному значению расчетного диаметра вала, качества отверстия и вала, основному отклонению посадочной детали, системы допусков СА или СВ.

Отчет по данному заданию представляется в следующей форме.

КАЛИБРЫ

По расчету диаметр вала получился равным ____ мм

1. Выбрать номинальный диаметр сопряжения по таблице «Нормальные линейные размеры» (ГОСТ 6636–69). [7,8,9,12]

2. Пользуясь таблицами предельных отклонений (ГОСТ 25347-82) [7,8,9] определить значения верхних (ES , es) и нижних (EI , ei) предельных отклонений сопрягаемых деталей: отверстия ____ квалитета, вала ____ квалитета, посадки в системе _____ с основным отклонением _____ и подсчитать:

а) наибольший и наименьший предельные размеры отверстия и вала;

б) допуски отверстия и вала;

в) наибольший и наименьший зазоры (натяги);

г) допуск посадки.

3. Изобразить сопряжение, указанное в п. 1, условно в сборке (рис. 2) и проставить на этом чертеже размер сопряжения с предельными отклонениями в буквенном обозначении.

4. Изобразить условно детальные чертежи данного сопряжения (рис. 3; 4), проставить на них диаметры с предельными отклонениями в смешанной системе и указать, какая деталь сопряжения является основной и какая посадочной.

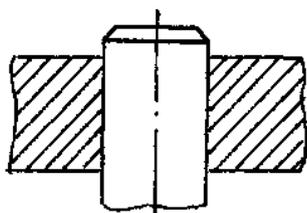


Рис. 2

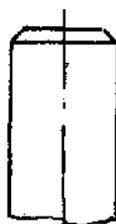


Рис. 3

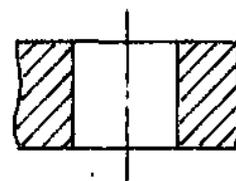


Рис. 4

5. Используя ГОСТ 24853–81 [7,8] выписать допуски и отклонения на рабочие калибры для контроля деталей данного сопряжения и рассчитать предельные размеры рабочих калибров. Все данные занести в таблицу.

Таблица

Данные для расчета размеров калибров, мкм	Предельные размеры, мм					
	отверстия $D_{\max} =$; $D_{\min} =$			вала $d_{\max} =$; $d_{\min} =$		
	Размеры рабочих калибров, мм					
	проходная сторона	непроходная сторона	предельный размер изношенного проходного калибра	проходная сторона	непроходная сторона	предельный размер изношенного проходного калибра
$Z =$ $Y =$ $\alpha =$ $H =$ $Z_1 =$ $Y_1 =$ $\alpha_1 =$ $H_1 =$	Исполнительные размеры наиб. = наиб. = наим. = наим. =			Исполнительные размеры наиб. = наиб. = наим. = наим. =		
	Размеры калибра, проставляемые на чертеже ПР: НЕ:			Размеры калибра, проставляемые на чертеже ПР: НЕ:		

6. Изобразить поля допусков указанного выше сопряжения в масштабе (предпочтительно на миллиметровке) и проставить в мм предельные размеры, отклонения, допуски, зазоры и натяги.

7. На эту же схему в том же масштабе нанести поля допусков и предельные размеры рабочих калибров для контроля вала и отверстия, а также размеры полностью изношенных проходных калибров.

3. Призматические шпоночные соединения

Шпонки применяются для передачи вращения втулки с валом. Для этого на валу и отверстии выполняются пазы. Шпонка входит одновременно в оба паза, что обеспечивает фиксацию деталей и передачу крутящего момента. Размеры призматического шпоночного соединения выбираются в зависимости от диаметра вала (ГОСТ 23360–78).

Характер шпоночного соединения определяется посадками по ширине шпонки b . Посадки шпоночных соединений назначаются в системе вала, поскольку выдержать разные размеры по высоте шпонки весьма сложно. На ширину шпонки назначается поле допуска $h9$, а посадки создаются подбором полей допусков на ширину паза вала и втулки. В зависимости от условий работы шпоночного соединения

рекомендуется применять одно из трех соединений – свободное, нормальное или плотное. Применяемые в шпоночных соединениях поля допусков являются специальными и выбираются по ГОСТу 23360–78.

Свободное соединение предусматривает возможность перемещения втулки вдоль вала, для чего выбираются посадки с зазором: поле допуска на ширину паза вала $H9$, а на ширину паза втулки $D10$.

Нормальное соединение применяется при неизменном взаимном положении вала и втулки и предусматривает применение переходных посадок: поле допуска на ширину паза вала $N9$, а на ширину паза втулки J_s9 . Это соединение применяется при невысоких нагрузках и для снижения усилий при автоматической сборке и сборке на конвейере.

Плотное соединение применяется для неподвижного соединения деталей и предусматривает наличие посадок с натягом: поле допуска на ширину паза вала и втулки назначается одинаковым – $P9$.

Допуск параллельности шпоночных пазов рекомендуется принимать равным 0,5 допуска шпонки, а допуск симметричности – 2 допуска шпонки при одной шпонке и 0,5 допуска шпонки при двух шпонках. При контроле шпоночных пазов комплексными калибрами а также для направляющих шпонок указывается зависимый допуск симметричности равный 0. [1]

Шероховатость поверхности не стандартизована, но, как правило, боковые поверхности пазов имеют $R_a < 3,2$ мкм, дно паза вала $R_a < 12,5$ мкм, а дно паза втулки $R_a < 6,3$ мкм.

Глубина шпоночного паза на валу может быть задана размерами t_1 или $d-t_1$. Конструктор выбирает размер, который будет контролироваться при изготовлении: глубина t_1 контролируется предельным калибром, а $d-t_1$ универсальными инструментами. На чертеже втулки глубина шпоночного паза задается размером $D+t_2$. Допуски на глубину шпоночных пазов выбирают из специальных таблиц (ГОСТ 23360–78) в зависимости от высоты шпонки h .

Задание: по заданному диаметру и виду шпоночного соединения определить размеры шпоночного соединения, изобразить его общий вид в сборке и отдельно сечение вала и втулки с указаниями посадок, полей допусков в смешанной системе (с обозначением предельных отклонений), шероховатости и отклонения расположения (рис. 5).

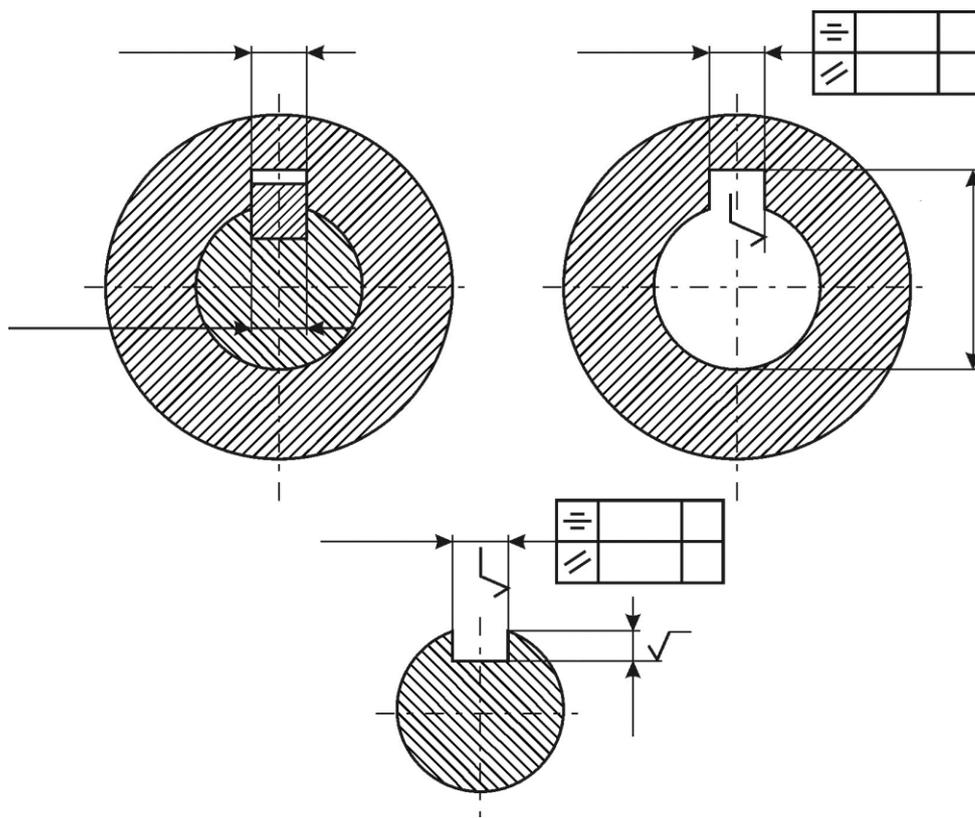


Рис. 5

4. Шлицевые прямобочные соединения

К недостаткам шпоночных соединений можно отнести невысокий передаваемый крутящий момент и нарушение соосности втулки и вала за счет дополнительных напряжений в области шпоночного соединения. Этих недостатков лишены шлицевые соединения. Применяемые в машиностроении шлицевые соединения имеют прямобочный, эвольвентный или треугольный профиль шлицев.

Треугольные шлицевые соединения применяются в тонкостенных втулках, поскольку высота шлица изменяется в зависимости от угла при вершине (авиация и космос), эвольвентные обеспечивают высокий крутящий момент и центрирование, но имеют высокую стоимость изготовления и контроля. Наиболее распространены прямобочные соединения. Они применяются в подвижных и неподвижных соединениях. Параметрами шлицевого соединения являются следующие: z – число шлицев, d – внутренний диаметр, D – наружный диаметр, b – ширина шлицев. В зависимости от

передаваемого крутящего момента устанавливается три типа соединений: легкой, средней и тяжелой серии (ГОСТ 1139–80*).

Поскольку изготовить детали так, чтобы они одновременно касались по наружному, внутреннему диаметрам и ширине шлицев невозможно, для центрирования втулки и вала выбирают один центрирующий элемент, на который назначают требуемую посадку и точность, а остальные элементы выполняют менее точно с большими зазорами. Посадки для сопрягаемых поверхностей зависят от способа центрирования (по D , d или b), который в свою очередь, диктуется видом соединения (подвижного или неподвижного); характером нагрузки (постоянным или реверсивным). При подвижном соединении для уменьшения износа применяют термообработку.

Центрирование по D применяется для неподвижных соединений, является наиболее простым в изготовлении. Центрирование по d применяется для подвижных соединений т.к. для уменьшения износа детали подвергают закалке, после которой на втулке можно шлифовать лишь внутренний диаметр. Этот способ центрирования наиболее трудоемкий. При большом числе шлицев для тяжело нагруженных соединений и в реверсивных механизмах применяется центрирование по боковым сторонам. Этот способ центрирования применяется сравнительно редко.

Посадки шлицевых соединений выбирают по 4 таблицам ГОСТ 1139–80*: рекомендуемые поля допусков и посадки при центрировании по D ; при центрировании по d ; при центрировании по b ; поля допусков нецентрирующих размеров. При центрировании по D в таблице приводятся поля допусков и посадки для D и b , а поля допусков для d выбираются для нецентрирующих размеров; при центрировании по d в таблице приводятся поля допусков и посадки для d и b , а поля допусков для D выбираются для нецентрирующих размеров;

при центрировании по b в таблице приводятся поля допусков и посадки для b , а поля допусков для D и d выбираются для нецентрирующих размеров.

Если внутренний диаметр d нецентрирующий, его значение для вала может достигать величины d_1 , и на чертеже вала отклонения внутреннего диаметра рассчитываются как $d - d_1$. Например, если $d=28$ мм, а $d_1=25,9$ мм на чертеже указывают размер $28_{-2,1}$. На черте-

же втулки для размера d выбирается поле допуска $H11$, а на сборочном чертеже посадка по внутреннему диаметру не указывается.

Задание: по значению внутреннего диаметра и серии шлицевого прямобоочного соединения по ГОСТ 1139–80*[1,6,7,8,9,12] определить остальные параметры шлицевого соединения. По характеру соединения и виду нагрузки выбрать способ центрирования и соответствующие этому способу посадки. В первую очередь использовать предпочтительные посадки. Изобразить шлицевое соединение в сборке и подетально (рис. 6).

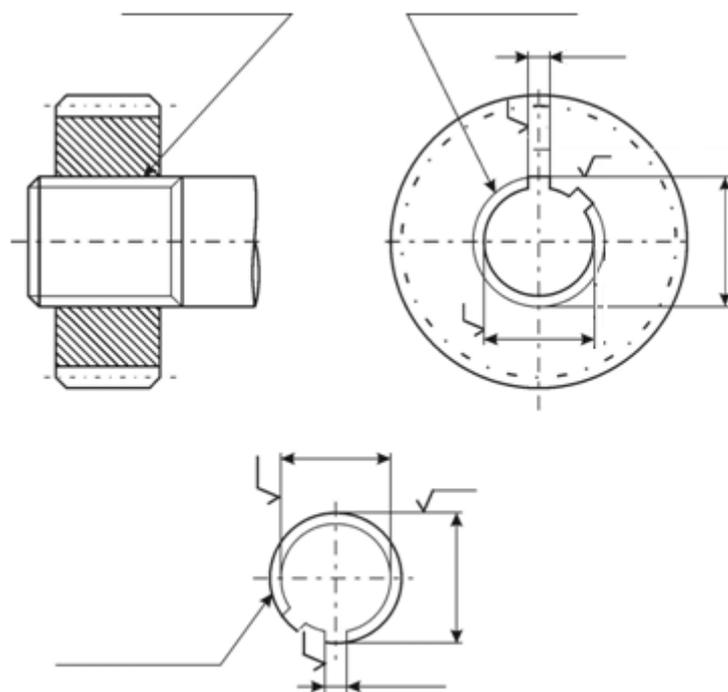


Рис. 6

Отклонения расположения ГОСТом не регламентируются и в серийном производстве устанавливаются предприятием как часть допуска на размер. Шероховатость поверхности на центрирующих поверхностях рекомендуется в пределах R_a 0,8–1,6 мкм для отверстий и 0,4–0,8 мкм для валов, для нецентрирующих R_a назначается в интервале от 3,2 до 6,3 мкм для отверстий и от 1,6 до 6,3 мкм для валов [1, 7, 8, 9, 12].

5. Соединения с подшипниками качения

Точность изготовления шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных подшипников определяется классами

точности 0, 6, 5, 4, 2, Т (ГОСТ 520–89). Наиболее часто применяются подшипники 0-го и 6-го класса точности, а при большой частоте и высокой точности вращения – 5-го и 4-го класса точности. Невысокая жесткость наружного и внутреннего кольца подшипников и высокие внутренние напряжения после термообработки приводят к деформации колец (овальности). Величина этой деформации регламентируется отклонениями единичного диаметра d_s (D_s). После соединения подшипника с деталями (валом и отверстием) кольца подшипников принимают форму присоединенных деталей, а диаметр колец – среднюю величину $d_{mp} = (d_{снб} - d_{снм})/2$. Этот размер определяет зазоры и натяги, возникающие в соединении. Точность среднего диаметра задается отклонениями на d_{mp} .

Соединения подшипников качения с валами и корпусами осуществляется в соответствии с ГОСТ 3325–85. Поля допусков присоединяемых деталей выбираются в зависимости от характера нагружения и конструктивных особенностей.

Вращающееся кольцо подшипника является циркуляционно-нагруженным и должно монтироваться с контрдеталью по посадкам с натягом для предотвращения развальцовки посадочной поверхности контрдетали. Для отверстий в этом случае применяют поля допусков с основными отклонениями P, N, M . Поле допуска отверстия в подшипнике качения направлено в минус в отличие от поля допуска отверстия в СА, за счет чего натяги в соединении валов с подшипниками качения возникают при применении полей допусков валов с основными отклонениями j_s, k, m, n .

Неподвижное кольцо подшипника качения является местно-нагруженным и для предотвращения местного износа дорожки качения соединяется с контрдеталью по посадкам с зазором. Посадка с зазором позволяет кольцу подшипника медленно проворачиваться (1-3 оборота за смену) и дорожка качения изнашивается равномерно. Для отверстий в этом случае, как правило, применяют поля допусков с основными отклонениями G, H, Js , а для валов- g, f .

Крышка, закрывающая подшипниковый узел, для облегчения изготовления и монтажа выполняется по $d11$.

При соединении с подшипниками качения 0 и 6 класса точности валы должны быть изготовлены по 6 качеству, а отверстия по 7 качеству. Если применяются подшипники 4 или 5 класса точности валы должны иметь 5 класс точности, а отверстия 6-й.

Этот же ГОСТ 3325-85 определяет допуски формы и расположения посадочных поверхностей валов и корпусов (допуск круглости, профиля продольного сечения, торцового биения) и шероховатость. [1,7,8,9,12]

Задание: по заданному номеру (ГОСТ 8338-75), классу точности, и условиям эксплуатации подшипника выбрать посадки подшипника на вал и в корпус. Изобразить соединение подшипника с валом и корпусом на сборочном чертеже, а также посадочные места под подшипники на валу и в корпусе с указанием полей допусков, шероховатости и отклонения формы и расположения поверхностей (рис.7)

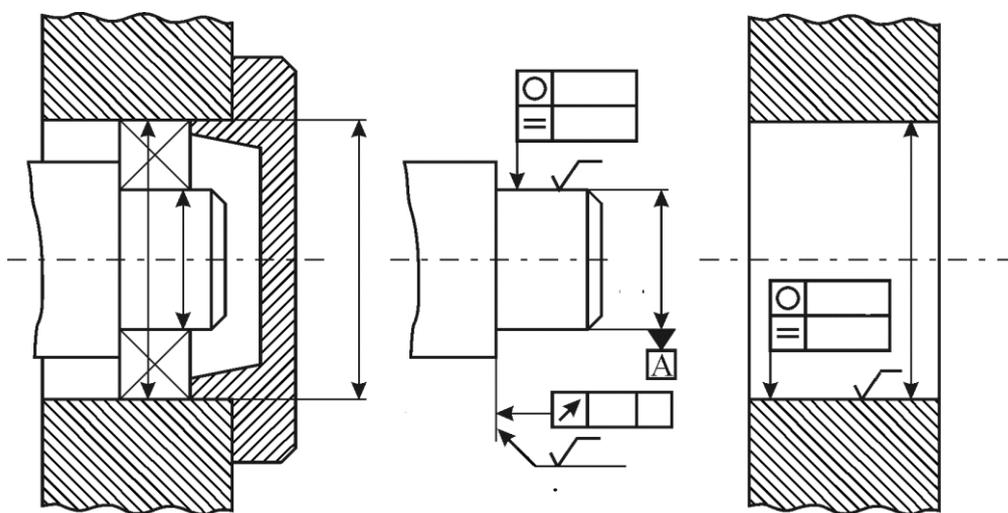


Рис. 7

6. Резьбовые соединения

Наиболее распространенная крепежная резьба – метрическая. Основными параметрами метрической резьбы являются наружный диаметр d (D), средний диаметр d_2 (D_2), внутренний диаметр d_1 (D_1), шаг резьбы P и половина угла профиля $\alpha/2$. Номинальные значения среднего и внутреннего диаметра метрической резьбы рассчитываются исходя из номинального наружного диаметра и шага резьбы (ГОСТ 9150–81, 24705–81, 24706–81). Предельные отклонения назначаются только на диаметры заготовок под резьбу (d , D_1) и средний диаметр (d_2 , D_2). На размеры d_1 и D назначается только одно основное отклонение. Поля допусков на шаг P и угол $\alpha/2$ не назначаются и их погрешность оценивается при помощи

приведенного среднего диаметра ($d_{2пр}$ и $D_{2пр}$), значения которых должны находиться в допуске на средний диаметр. [7,8]

Задание: по заданному обозначению резьбового соединения определить предельные размеры d, d_2, d_1 болта и D, D_2, D_1 гайки и по указанным действительным значениям размеров, погрешности шага и угла профиля болта и гайки оценить их соответствие заданной точности.

7. Цилиндрические зубчатые передачи

Точность изготовления зубчатых колес и передач задается степенями по нормам кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев, а требования к боковому зазору – видом сопряжения и видом допуска бокового зазора.

Кинематическая точность определяет точность угла поворота ведомого колеса и важна в делительных и отсчетных механизмах. Нормы плавности работы оценивают плавность входа зубьев в зацепление, что особенно важно в передачах с высокой скоростью вращения. Большая площадь контакта по боковым поверхностям зубьев позволяет передавать значительные усилия и применяется в силовых передачах. Без наличия бокового зазора между нерабочими поверхностями зубьев передачу заклинит, поэтому боковой зазор должен компенсировать тепловые расширения зубчатых колес в процессе работы, погрешности изготовления зубчатых колес, погрешность монтажа зубчатой передачи, обеспечить возможность размещения смазки.

Для каждой из трех норм точности и нормы бокового зазора установлены комплексные и поэлементные показатели. В стандартах для каждой нормы приводятся комплексы показателей, включающие один комплексный и несколько поэлементных показателей. Например, для контроля кинематической точности зубчатых колес приводится девять вариантов показателей, плавности работы – восемь вариантов и т.д. Комплексы показателей, применяемые при контроле колес, являются равноправными. Выбор того или иного комплекса показателей контроля зависит от назначения и точности зубчатых колес, их размеров, объема и условий производства и других факторов.

Задание: по заданному модулю, числу зубьев, ширине зубчатого венца и указанной точности зубчатой передачи выбрать для зубчатых колес показатели по кинематической точности, плавности рабо-

ты, контакту зубьев и боковому зазору и выписать допускаемые значения этих показателей по ГОСТ 1643–81. [1,7,9]

8. Размерные цепи

В процессе изготовления деталей размеры, не заданные на чертеже, получаются как бы сами собой. При сборке узлов взаимное расположение элементов конструкций также не выдерживается, а зависит от размеров деталей, входящих в данный узел. Определить размеры, получающиеся сами собой в процессе изготовления или сборки, позволяет теория размерных цепей. Такая задача называется обратной, а размер, получающийся сам собой, – замыкающим (A_{Σ}).

Для решения этой задачи необходимо составить размерную цепь – цепь размеров, образующих замкнутый контур, в который входит размер A_{Σ} . В эту цепь, как правило, входят не все размеры, указанные на чертеже, а лишь те, изменение которых приводит к изменению размера A_{Σ} .

Задание: по номеру рисунка (8–12) и замыкающему размеру составить размерную цепь с указанием увеличивающих и уменьшающих размеров. По указанным размерам с предельными отклонениями составляющих звеньев методом максимума – минимума рассчитать номинальный размер, предельные отклонения и допуск замыкающего звена.

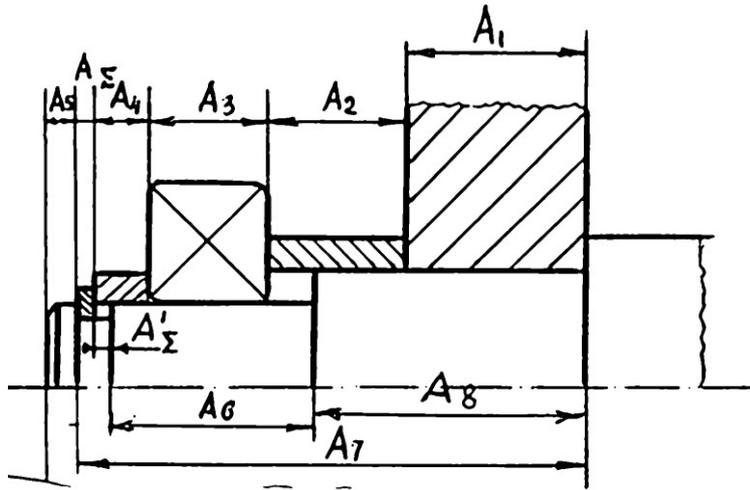


Рис.8

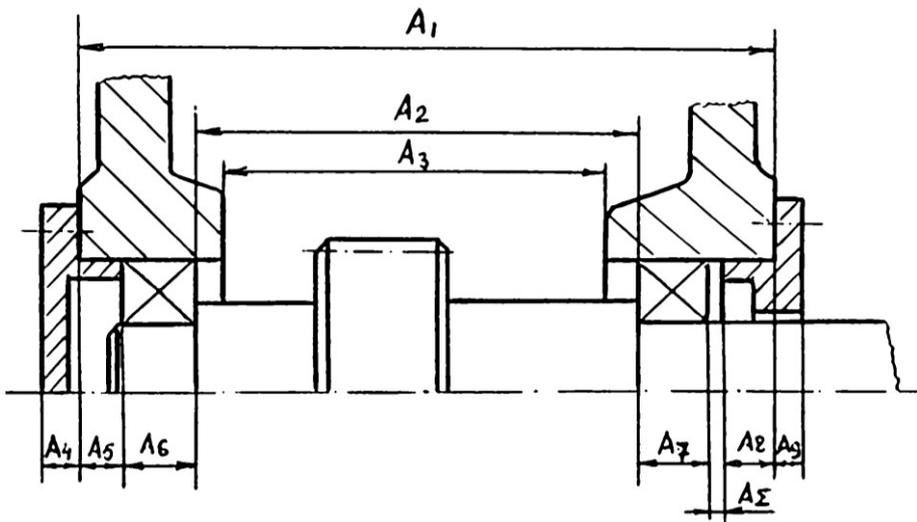


Рис.9

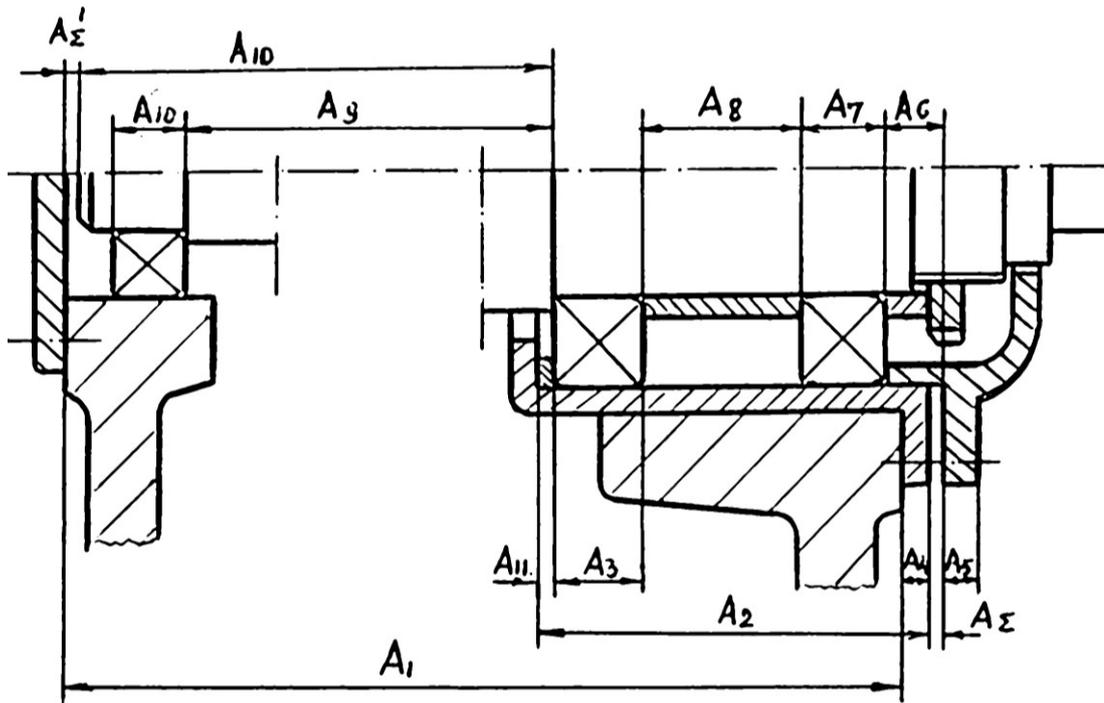


Рис. 10

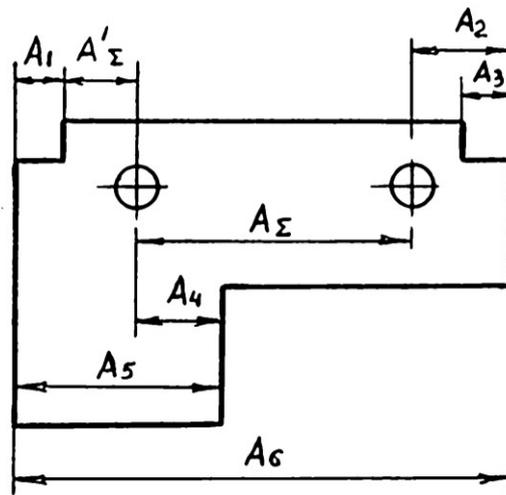


Рис.11

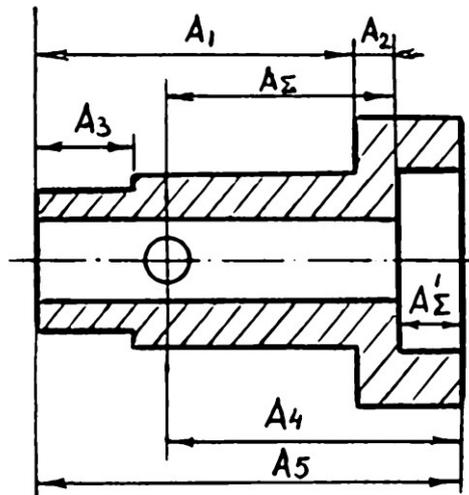


Рис.12

9. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Студент получает два задания: комплект тестов по теоретическому материалу и два чертежа, один из которых выполнен до 2004 года, а второй – после 2004 года (приложение 2, рис. 6, 7). На чертежах необходимо определить все требования по геометрической точности детали: поле допуска любого указанного на чертеже размера, систему и группу посадок, шероховатость любой поверхности детали, расшифровать обозначения отклонений формы и расположения поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Анухин В.И. Допуски и посадки. Учебное пособие.-СПб.: Питер, 2008г.

2. Аристов А.И., и др. Метрология, стандартизация, сертификация. Учебное пособие.- М.: ИНФРА,2012г.

Дополнительная литература:

3. Марусина М.Я., и др. Основы метрологии, стандартизации и сертификации. Учебное пособие.-СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.-164 с.

4. Сергеев А.Г. Латышев М.В. Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация.-М.: Логос, 2005.-550с.

5. Иголкин А.Ф. Терехин Г.В. Федорова О.А. «Основы взаимозаменяемости» (краткий курс): электронное учебное пособие.

6. Иголкин А.Ф. Федорова О. А. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Практикум. Учебное пособие.-СПб.:СПбГУНиПТ,2005-60 с.

7. Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки: Справочник в 2 ч.- М.: Политехника, 1991.

8. Кутай А.К., Романов А.Б., Рубинов А.Д. Справочник контрольного мастера.- Л.:Лениздат, 1990.

9. Иголкин А.Ф. Федорова О. А. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Справочный материал к курсовой работе. Учебное пособие.СПб.:СПбГУНиПТ, 2006-79 с.

10. Иголкин А.Ф. Терехин Г.В. Федорова О.А. Курсовая работа по дисциплине «Основы взаимозаменяемости» (сборочный чертеж): электронное учебное пособие.

11. Марусина М.Я. и др. Метрология, стандартизация и сертификация(Электронный учебник)-СПб.: СПб ГУИТМО(ТУ) ЦДО.(<http://de.info.ru/bk/netra/start.php>)

12. Иголкин А.Ф., Вологжанина С.А., Федорова О. А. Расчет и выбор посадок и параметров геометрической точности деталей и узлов оборудования пищевых производств. Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2014.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты заданий к теме 1

Вариант	Размеры на чертеже								
	сборочном			вала			Отверстия		
1	$90 \frac{N7}{h6}$	$460 \frac{H7}{c8}$	$11 \frac{H8}{s7}$	28s5	6a11	26h9	105M7	420H7	14B12
2	$100 \frac{H8}{h7}$	$480 \frac{H8}{m7}$	$14 \frac{Js8}{h7}$	30b12	340h6	28p6	110H9	450C11	16K7
3	$110 \frac{H8}{js7}$	$5 \frac{M7}{h6}$	$22 \frac{H8}{f7}$	34h12	360u7	30d11	120A11	480N7	18H10
4	$120 \frac{Js7}{h6}$	$8 \frac{H8}{c8}$	$28 \frac{H8}{k7}$	36r6	380c8	32h9	125R7	8H11	20B11
5	$130 \frac{H8}{e8}$	$10 \frac{H7}{u7}$	$36 \frac{K7}{h6}$	38d8	420h11	34s6	130H11	10D10	22P7
6	$140 \frac{H7}{t6}$	$12 \frac{B12}{h12}$	$45 \frac{H8}{d8}$	42h9	450p6	36d8	140E9	12S7	25H10
7	$150 \frac{C11}{h11}$	$16 \frac{H8}{f8}$	$56 \frac{H7}{s7}$	48n6	480f8	38h10	150H10	16K8	28F9
8	$160 \frac{H8}{e9}$	$25 \frac{H7}{s6}$	$71 \frac{D11}{h11}$	53e9	8h8	40x8	160K8	20D9	32T7
9	$170 \frac{H7}{p6}$	$40 \frac{B11}{h11}$	$90 \frac{H8}{h8}$	60h6	9k6	42d9	170E9	25H9	36Js8
10	$180 \frac{D10}{h10}$	$63 \frac{H8}{e9}$	$110 \frac{H7}{r6}$	67m6	10f9	45h7	180H11	32M8	40F9
11	$190 \frac{H8}{h9}$	$100 \frac{H6}{s5}$	$140 \frac{A11}{h11}$	71k5	11h12	48u7	190U8	40F8	45H7
12	$200 \frac{H6}{p5}$	$160 \frac{D10}{h9}$	$180 \frac{H8}{f9}$	75h9	12z8	50js7	200D8	50H12	50N8
13	$220 \frac{D9}{h9}$	$250 \frac{H8}{e8}$	$220 \frac{H6}{r5}$	85js7	13m5	53h10	210H10	63Js6	56E8
14	$240 \frac{H9}{h8}$	$400 \frac{H7}{js6}$	$280 \frac{F9}{h9}$	95js6	14h8	56n7	220F7	80P7	71H9
15	$260 \frac{H6}{m5}$	$12 \frac{D9}{h9}$	$360 \frac{H9}{f8}$	105h8	15k6	60n5	240M6	100H11	90G7
16	$280 \frac{E9}{h8}$	$18 \frac{H9}{d9}$	$450 \frac{H6}{n5}$	120u8	16f6	63h11	250H7	125G6	110K6
17	$300 \frac{H9}{f9}$	$20 \frac{H6}{k5}$	$6 \frac{F9}{h8}$	130f7	17h7	67m7	260P6	160B12	140H12
18	$10 \frac{H6}{f6}$	$32 \frac{D9}{h8}$	$13 \frac{H9}{e9}$	150h12	18s7	71g6	280C11	200H10	180N6

Окончание табл. 1

Вариант	Размеры на чертеже								
	сборочном			вала			Отверстия		
19	$20 \frac{H7}{m6}$	$320 \frac{U8}{h7}$	$15 \frac{H6}{js5}$	170x8	19d8	75h6	300H8	250U8	220D11
20	$30 \frac{R7}{h6}$	$340 \frac{H7}{g6}$	$50 \frac{H7}{n6}$	190p6	20h11	80u7	320M8	320B11	170H9
21	$40 \frac{H7}{f7}$	$360 \frac{H7}{k6}$	$80 \frac{S7}{h6}$	17d8	21z8	85h8	340D10	400H11	150N8
22	$50 \frac{H8}{x8}$	$380 \frac{P7}{h6}$	$125 \frac{H7}{h6}$	19k7	210e8	90h10	360H7	10K8	110D8
23	$60 \frac{N8}{h7}$	$400 \frac{H7}{e7}$	$200 \frac{H8}{z8}$	21s7	240d10	28t6	380K7	11F8	95H12
24	$70 \frac{H7}{e8}$	$420 \frac{H8}{u8}$	$320 \frac{M8}{h7}$	24b11	260h10	24k7	95R7	12H8	85Js8
25	$80 \frac{H8}{n7}$	$440 \frac{K8}{h7}$	$9 \frac{H7}{d8}$	26h8	280js7	25a11	100D11	400Js7	75F7

Таблица 2

Варианты заданий к теме 2

Вариант	Расчетный диаметр вала	Квалитет отверстия	Квалитет вала	Основное отклонение посадочной детали	Система допусков СА или СВ
1	35,2	7	6	j_s	СА
2	46,3	8	9	d	СА
3	58,6	10	9	h	СА
4	89,2	7	6	R	СВ
5	115,4	8	7	F	СВ
6	124	7	6	k	СА
7	172	9	8	h	СА
8	188	10	10	d	СА
9	233,6	12	12	B	СВ
10	332	10	10	H	СВ
11	11,7	8	7	m	СА
12	15,5	11	11	c	СА
13	24,3	7	6	p	СА
14	31,6	11	11	D	СВ

Окончание табл. 2

Вариант	Расчетный диаметр вала	Квалитет отверстия	Квалитет вала	Основное отклонение посадочной детали	Система допусков СА или СВ
15	37,8	7	6	<i>N</i>	СВ
16	62,6	8	8	<i>u</i>	СА
17	87,2	7	7	<i>f</i>	СА
18	124	8	7	<i>j_s</i>	СА
19	198	9	8	<i>E</i>	СВ
20	248,3	8	7	<i>J_s</i>	СВ
21	319,5	7	6	<i>t</i>	СА
22	16,6	12	12	<i>b</i>	СА
23	27,7	8	9	<i>e</i>	СА
24	44,6	7	6	<i>G</i>	СВ
25	73,2	8	7	<i>E</i>	СВ

Таблица 3

Варианты заданий к теме 3

Вариант	Диаметр сопрягаемых вала и втулки	Вид шпоночного соединения
1	12	Нормальное
2	16	Плотное
3	20	Свободное
4	25	Нормальное
5	32	Плотное
6	40	Свободное
7	50	Нормальное
8	56	Плотное
9	63	Свободное
10	71	Нормальное
11	80	Плотное
12	90	Свободное
13	100	Нормальное
14	125	Плотное
15	140	Свободное
16	160	Нормальное
17	180	Плотное
18	170	Свободное
19	150	Нормальное

Вариант	Диаметр сопрягаемых вала и втулки	Вид шпоночного соединения
20	110	Плотное
21	85	Свободное
22	60	Нормальное
23	45	Плотное
24	8	Свободное
25	9	Свободное

Таблица 4

Варианты заданий к теме 4

Вариант	Внутренний диаметр d, мм	Серия	Характер соединения	Вид нагрузки
1	23	Легкая	Неподвижное	Постоянная
2	16	Средняя	Подвижное	Постоянная
3	23	Тяжелая	Неподвижное	Реверсивная
4	28	Средняя	Подвижное	Реверсивная
5	26	Средняя	Неподвижное	Постоянная
6	28	Легкая	Подвижное	Постоянная
7	32	Тяжелая	Неподвижное	Реверсивная
8	36	Средняя	Подвижное	Постоянная
9	42	Средняя	Неподвижное	Постоянная
10	46	Легкая	Подвижное	Постоянная
11	52	Средняя	Неподвижное	Постоянная
12	62	Тяжелая	Подвижное	Реверсивная
13	72	Тяжелая	Неподвижное	Реверсивная
14	82	Средняя	Подвижное	Постоянная
15	26	Тяжелая	Неподвижное	Постоянная
16	28	Тяжелая	Подвижное	Реверсивная
17	23	Средняя	Неподвижное	Постоянная
18	32	Легкая	Подвижное	Постоянная
19	36	Тяжелая	Неподвижное	Реверсивная
20	42	Тяжелая	Подвижное	Реверсивная
21	46	Средняя	Неподвижное	Постоянная
22	52	Легкая	Подвижное	Постоянная
23	56	Тяжелая	Неподвижное	Реверсивная
24	72	Средняя	Подвижное	Постоянная
25	62	Легкая	Неподвижное	Постоянная

Варианты заданий к теме 5

Вариант	№ под- шипника	Условия эксплуатации			
		D	D	Вращаю- щееся коль- цо	Непод- вижное кольцо
1	409	120	50	Внутреннее	Наружное
2	6-110	80	50	Наружное	Внутреннее
3	5-211	80	55	Оба	–
4	6-312	130	60	Внутреннее	Наружное
5	413	160	65	Наружное	Внутреннее
6	6-114	110	70	Оба	–
7	5-215	130	75	Внутреннее	Наружное
8	316	170	80	Наружное	Внутреннее
9	5-417	210	85	Оба	–
10	118	140	90	Внутреннее	Наружное
11	6-219	170	95	Наружное	Внутреннее
12	5-320	215	100	Оба	–
13	119	145	95	Внутреннее	Наружное
14	6-220	180	100	Наружное	Внутреннее
15	5-322	240	110	Оба	–
16	120	150	100	Внутреннее	Наружное
17	6-212	110	60	Наружное	Внутреннее
18	5-314	150	70	Наружное	Внутреннее
19	5-101	28	12	Оба	–
20	202	35	15	Внутреннее	Наружное
21	6-303	47	17	Наружное	Внутреннее
22	5-405	80	25	Оба	–
23	106	55	30	Внутреннее	Наружное
24	6-207	72	35	Наружное	Внутреннее
25	5-308	90	40	Оба	–

Варианты заданий к теме 6

Вариант	Обозначение резьбового соеди- нения.	Действительные размеры									
		болта					Гайки				
		d	d_2	d_1	ΔP_n	$\Delta \frac{\alpha}{2}$	D	D_2	D_1	ΔP_n	$\Delta \frac{\alpha}{2}$
		мм	Мм	мм	мкм	мин	мм	мм	Мм	мкм	Мин
1	$M8 \times 1 - \frac{6H}{6g}$	7,86	7,30	6,85	60	30	8,03	7,45	7,04	35	45
2	$M10 \times 1,25 - \frac{4H5H}{4g}$	9,90	9,11	8,59	35	25	10,02	9,29	8,73	25	35
3	$M12 \times 1 - \frac{7H}{8g}$	11,96	11,51	10,86	45	35	12,02	11,5	11,12	50	50
4	$M14 \times 1,5 - \frac{6G}{6h}$	13,79	12,90	12,35	40	40	14,02	13,2	12,62	30	30
5	$M16 - \frac{6H}{6f}$	15,72	14,51	13,82	50	20	16,08	14,77	13,86	40	40
6	$M18 \times 0,75 - \frac{5H}{4g}$	17,93	17,48	17,15	30	50	18,05	17,55	17,35	35	30
7	$M20 - \frac{4H5H}{4h}$	19,93	18,28	17,3	50	30	20,03	18,5	17,4	40	20
8	$M22 \times 2 - \frac{7G}{8h}$	21,65	20,62	19,84	20	40	22,1	21,00	19,84	25	20
9	$M24 - \frac{7H}{8g}$	23,62	22,02	20,70	30	50	24,03	22,3	20,7	30	50
10	$M27 \times 1,5 - \frac{6G}{6h}$	26,79	25,9	25,35	30	45	27,05	26,2	25,5	45	40
11	$M30 - \frac{4H5H}{4g}$	29,8	27,6	26,1	30	30	30,05	27,85	26,6	35	40
12	$M33 \times 3 - \frac{5H}{4h}$	32,92	30,99	29,7	50	40	33,01	31,15	30,1	40	30
13	$M36 \times 2 - \frac{6H}{6d}$	35,92	34,5	33,7	40	30	36,04	34,82	34,02	20	40
14	$M39 \times 1 - \frac{7H}{8g}$	38,77	38,15	37,9	25	40	39,03	38,5	38,0	45	35
15	$M42 \times 2 - \frac{6G}{6h}$	41,80	40,52	39,8	20	40	42,02	40,79	40,2	20	30
16	$M45 \times 1,5 - \frac{6H}{6e}$	44,77	43,94	43,3	40	40	45,04	44,22	43,66	30	30

Вариант	Обозначение резьбового соеди- нения.	Действительные размеры									
		болта					Гайки				
		d	d_2	d_1	ΔP_n	$\Delta \frac{\alpha}{2}$	D	D_2	D_1	ΔP_n	$\Delta \frac{\alpha}{2}$
		мм	Мм	мм	мкм	мин	мм	мм	Мм	мкм	Мин
17	$M24 \times 1,5 - \frac{4H5H}{4h}$	23,82	22,98	22,32	30	40	24,01	23,05	22,55	40	30
18	$M12 \times 1,5 - \frac{7H}{8g}$	11,6	10,8	10,3	40	50	12,04	11,3	10,5	30	30
19	$M14 \times 1,25 - \frac{6H}{6g}$	13,77	13,05	12,6	30	40	14,01	13,2	12,8	20	40
20	$M16 \times 1,5 - \frac{5H}{4g}$	15,84	14,92	14,33	30	20	16,02	15,12	14,5	40	20
21	$M20 \times 2 - \frac{6G}{6h}$	19,78	18,6	17,7	40	20	20,03	18,9	18,2	50	30
22	$M24 \times 2 - \frac{6H}{6f}$	23,7	22,55	21,8	30	30	24,01	22,9	21,83	40	40
23	$M30 \times 1 - \frac{7G}{8h}$	29,9	29,2	28,9	30	50	30,03	29,5	29,15	50	20
24	$M42 \times 4 - \frac{6G}{6h}$	41,6	39,2	37,6	50	50	42,05	39,6	37,8	30	45
25	$M52 \times 3 - \frac{7G}{8h}$	51,5	49,8	48,7	50	35	52,06	50,25	49,03	40	20

Варианты заданий к теме 7

Вариант	m	Z_1	Z_2	Ширина зубчатого венца	Точность зубчатой передачи
1	5	35	105	50	8-6-6-С
2	6	40	120	60	8-7-6-В
3	8	45	90	70	8-9-9-А
4	10	20	30	60	8-9-8-В
5	3,5	30	120	30	9-8-7-С
6	4,5	40	100	80	9-7-6-Д
7	5,5	50	75	40	9-8-8-В
8	7	25	100	45	9-7-7-Е
9	9	35	70	50	7-7-8-Н
10	2	45	60	15	7-7-6-С
11	2,5	50	75	30	8-8-9-Д
12	3	45	135	35	8-8-7-В
13	4	30	90	20	9-9-8-А
14	5	35	105	40	9-9-7-С
15	6	40	80	50	8-7-6-Д
16	8	20	80	60	9-В
17	10	25	100	70	6-Н
18	3,5	35	70	35	7-Е
19	4,5	30	90	40	8-Д
20	5,5	20	100	50	9-С
21	7	28	84	45	6-7-8-В
22	2	20	100	20	7-8-9-А
23	2,5	25	75	25	7-8-7-Д
24	3	28	112	30	7-6-7-Н
25	4	30	60	40	7-6-6-Е

Контрольные задания к задаче 8

Вариант	№ рисунка	Замыкающее звено	Размер, мм										
			A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
1	8	A _Σ	40 _{-0,2}	45±0,1	21 ^{+0,1}	15 _{-0,2}	8±0,15	50 _{-0,1}	125 ^{+0,2}	68 _{-0,1}			
2	8	A _Σ	40 _{-0,2}	45±0,1	21 ^{+0,1}	15 _{-0,2}	8±0,15	50 _{-0,1}	125 ^{+0,2}	68 _{-0,1}			
3	9	A _Σ	160 ^{+0,2}	85 _{-0,1}	19±0,1	6 _{-0,15}	6 _{-0,05}	12±0,15	19 _{-0,2}	32 ^{+0,1}	60 ^{+0,2}	80 _{-0,3}	3 _{-0,08}
4	9	A _Σ	160 ^{+0,2}	85 _{-0,1}	19±0,1	6 _{-0,15}	6 _{-0,05}	12±0,15	19 _{-0,2}	32 ^{+0,1}	60 ^{+0,2}	80 _{-0,3}	3 _{-0,08}
5	10	A _Σ	150 _{-0,2}	90 ^{+0,1}	80±0,2	10 _{-0,1}	10 _{-0,15}	19 ^{+0,2}	10±0,1	8 _{-0,05}			
6	11	A _Σ	20 _{-0,1}	40 ^{+0,2}	25±0,1	35 _{-0,15}	70 ^{+0,2}	145 ^{+ ,2} _{- ,1}					
7	11	A _Σ	20 _{-0,1}	40 ^{+0,2}	25±0,1	35 _{-0,15}	70 ^{+0,2}	145 ^{+ ,2} _{- ,1}					
8	12	A _Σ	60 ^{+0,2}	6±0,15	20 _{-0,2}	35 _{-0,15}	75 ^{+ ,2} _{- ,1}						
9	12	A _Σ	60 ^{+0,2}	6±0,15	20 _{-0,2}	35 _{-0,15}	75 ^{+ ,2} _{- ,1}						
10	8	A _Σ	25 _{-0,2}	30±0,1	16 _{-0,15}	10±0,2	4 _{-0,2}	30 ^{+0,3}	85±0,1	48 _{-0,2}			
11	8	A _Σ	25±0,1	30 ^{+0,2}	16 _{-0,1}	10±0,2	4 ^{+0,15}	30 _{-0,2}	85 ^{+ ,2} _{- ,1}	48 ^{+0,2}			
12	9	A _Σ	112 _{-0,2}	53±0,1	12 ^{+ ,1} _{- ,2}	4 _{-0,3}	5 _{-0,05}	8 _{-0,1}	12 ^{+0,2}	22 ^{+0,1}	50 _{-0,15}	63 ^{+0,2}	2±0,1
13	9	A _Σ	112 ^{+0,2}	53 _{-0,2}	12±0,1	4 _{-0,05}	5 ^{+0,1}	8±0,1	12 _{-0,15}	22 ^{+0,2}	50 _{-0,1}	63 _{-0,1}	2 ^{+0,15}
14	10	A _Σ	110 _{-0,2}	67 ^{+0,1}	56±0,1	5 _{-0,15}	11±0,1	11 ^{+0,2}	11 _{-0,2}	8±0,15	4 ^{+0,15}		
15	11	A _Σ	7±0,1	15 _{-0,2}	7 ^{+0,15}	12±0,2	30 _{-0,1}	75 ^{+ ,1} _{- ,2}					
16	11	A _Σ	7±0,1	15 _{-0,2}	7 ^{+0,15}	12±0,2	30 _{-0,1}	75 ^{+ ,1} _{- ,2}					
17	12	A _Σ	45 _{-0,2}	5±0,15	13 ^{+0,2}	40 _{-0,1}	60 ^{+ ,1} _{- ,2}						
18	12	A _Σ	45 _{-0,2}	5±0,15	13 ^{+0,2}	40 _{-0,1}	60 ^{+ ,1} _{- ,2}						
19	8	A _Σ	30 ^{+0,1}	40 _{-0,1}	19±0,1	12 ^{+0,2}	6 _{-0,15}	40 ^{+0,2}	105 _{-0,2}	60 ^{+ ,1} _{- ,2}			
20	8	A _Σ	30 _{-0,1}	40 _{-0,1}	19±0,2	12 ^{+0,1}	6 _{-0,1}	40 _{-0,2}	105 ^{+0,1}	60±0,1			
21	9	A _Σ	135 _{-0,2}	60±0,1	15 ^{+0,2}	5 _{-0,15}	5 _{-0,05}	10 ^{+0,1}	15 _{-0,2}	25 ^{+0,1}	55 _{-0,2}	80±0,1	3 _{-0,05}
22	9	A _Σ	135 _{-0,2}	60±0,1	15 ^{+0,2}	5 _{-0,15}	5 _{-0,05}	10 ^{+0,1}	15 _{-0,2}	25 ^{+0,1}	55 _{-0,2}	80±0,1	3 _{-0,05}
23	10	A _Σ	125 ^{+0,2}	75 _{-0,1}	70±0,1	8 _{-0,05}	9 ^{+0,1}	15±0,15	15 _{-0,2}	9 ^{+0,15}	6 ^{+0,05}		
24	11	A _Σ	15 _{-0,2}	30±0,1	15 ^{+0,1}	30 _{-0,2}	70±0,1	150 _{-0,15}					
25	11	A _Σ	15 _{-0,2}	30±0,1	15 ^{+0,1}	30 _{-0,2}	70±0,1	150 _{-0,15}					

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

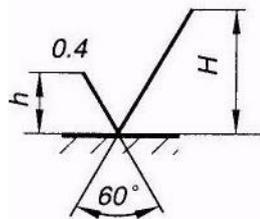
Структура обозначения шероховатости поверхности показана на рис. 1



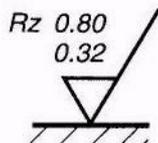
Рис. 1

Для обозначения на чертежах шероховатости поверхности применяют знаки, приведенные на рис. 2

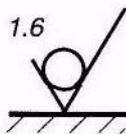
Числовые значения параметров шероховатости указываются после соответствующего символа ($Rz20$, $R_{max}10$), кроме значений параметра Ra , который проставляется без символа (рис 2).



Знак наиболее предпочтительный.
 Высота h равна высоте размерных чисел
 $H = (1.5...3.0) h$.
 Параметр R_a не должен превышать 0.4 мкм.



Знак, показывающий, что поверхность
 образована путем удаления слоя металла.
 Параметр R_z должен находиться в пределах
 0.8...0.32 мкм.



Знак, показывающий, что поверхность
 образована без снятия слоя металла.
 Параметр R_a не должен превышать 1.6 мкм.



Знак, показывающий, что поверхность
 не обрабатывается по данному чертежу.

Рис. 2

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 3.

При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и знак шероховатости в скобках.

Знак в скобках означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед скобками.

Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1.5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении (рис. 4).

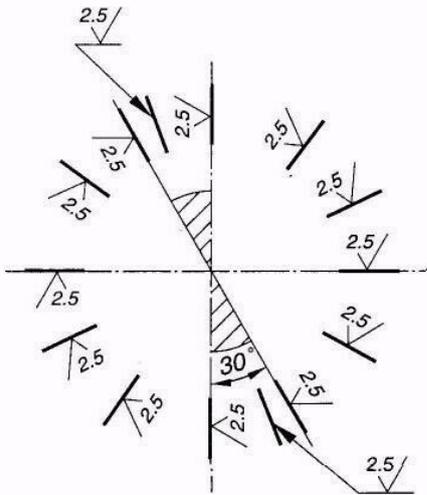


Рис. 3

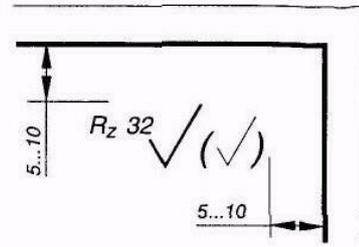


Рис. 4

Пример указания шероховатости поверхности приведен на рис.5.

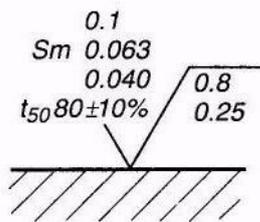
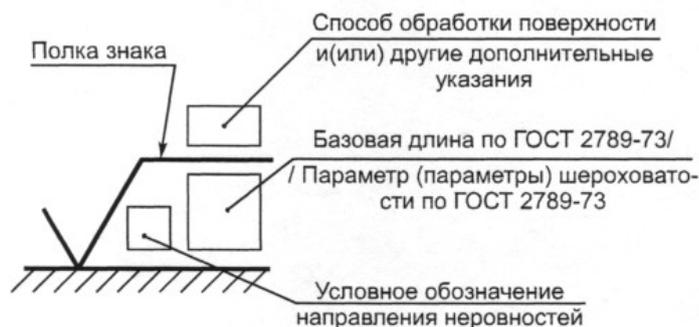


Рис. 5

В 2003 г приняты и с 2004 г. введены и изменения в ГОСТ 2.309-73 «Обозначение шероховатости на чертежах».

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.



Поверхности детали, изготовляемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком $\sqrt{\quad}$ без указания параметра шероховатости.

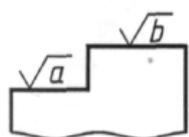
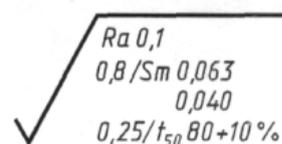
Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789—73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например: $Ra\ 0,4$; $R_{max}\ 6,3$; $S_m\ 0,63$; $t_{50}\ 70$; $S\ 0,32$; $Rz\ 50$.

При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке:

параметр высоты неровностей профиля

параметр шага неровностей профиля

относительная опорная длина профиля



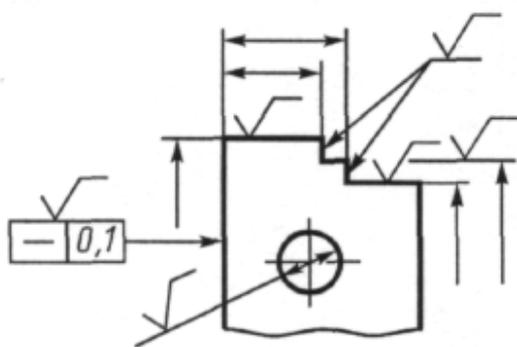
Полировать

$$\sqrt{a} = \sqrt{M\ 0,8 / Ra\ 0,4}$$

$$\sqrt{b} = \sqrt{\frac{Ra\ 0,8}{2,5 / t_{40}\ 60}}$$

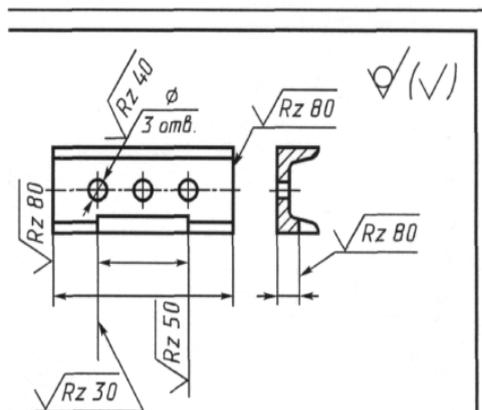
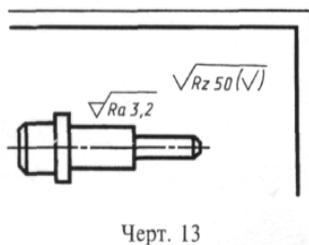
Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа.

В упрощенном обозначении используют знак $\sqrt{\quad}$ и строчные буквы алфавита в алфавитном порядке, без повторений и, как правило, без пропусков.

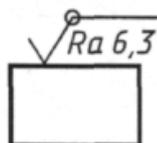


Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска

ка формы, а также разрывать выносную линию.



Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз. Диаметр вспомогательного знака 4...5 мм.



НЕУКАЗАННЫЕ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Пределные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа. Например, $H14$, $h14$, $\pm t_2/2$, что означает – неуказанные предельные отклонения отверстий должны быть выполнены по $H14$, валов – по $h14$, прочие размеры должны иметь симметричные отклонения $\pm t_2/2$, где t_2 – допуск по среднему классу точности (ГОСТ 25670-83)

Данная запись одновременно устанавливает предельные отклонения радиусов закруглений, фасок, углов с неуказанными допусками. Числовые значения предельных отклонений приведены в ГОСТ 25670—83.

01.01.2004 г. взамен ГОСТ 25670—83 введен ГОСТ 30893.1-2002 «ОБЩИЕ ДОПУСКИ» Пределные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками, и ГОСТ 30893.2-2002 «ОБЩИЕ ДОПУСКИ» Допуски формы и расположения поверхностей, не указанных индивидуально.

Общий допуск размера

Предельные отклонения (допуски) линейных или угловых размеров, указываемые на чертеже или в других технических документах общей записью и применяемые в тех случаях, когда предельные отклонения (допуски) не указаны индивидуально у соответствующих номинальных размеров.

Общие допуски установлены по четырем классам точности: точному *f*, среднему *m*, грубому *c*, очень грубому *v*.

Ссылка на общие допуски указывается общей записью в технических требованиях чертежа, например, для класса точности средний: «Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – *m*» или «ГОСТ 30893.1 – *m*».

В качестве дополнительного варианта допускается применение односторонних предельных отклонений для размеров отверстий и валов по квалитетам ГОСТ 25346 и ГОСТ 25348 (дополнительный вариант 1), или классам точности с допусками t_1, t_2, t_3, t_4 , (дополнительный вариант 2) например, «Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $H14, h14, \pm t_2/2$ ».

Общий допуск формы или расположения

Допуск, указываемый на чертеже или в других технических документах общей записью и применяемый в тех случаях, когда допуск формы или расположения не указан индивидуально для соответствующего элемента детали.

Общие допуски формы и расположения установлены по трем классам точности: *H, K, L*.

Ссылка на общие допуски размеров, формы и расположения указывается общей записью в технических требованиях чертежа, например, «Общие допуски по ГОСТ 30893.2 – *mK*» или : «ГОСТ 30893.2 – *mK*».

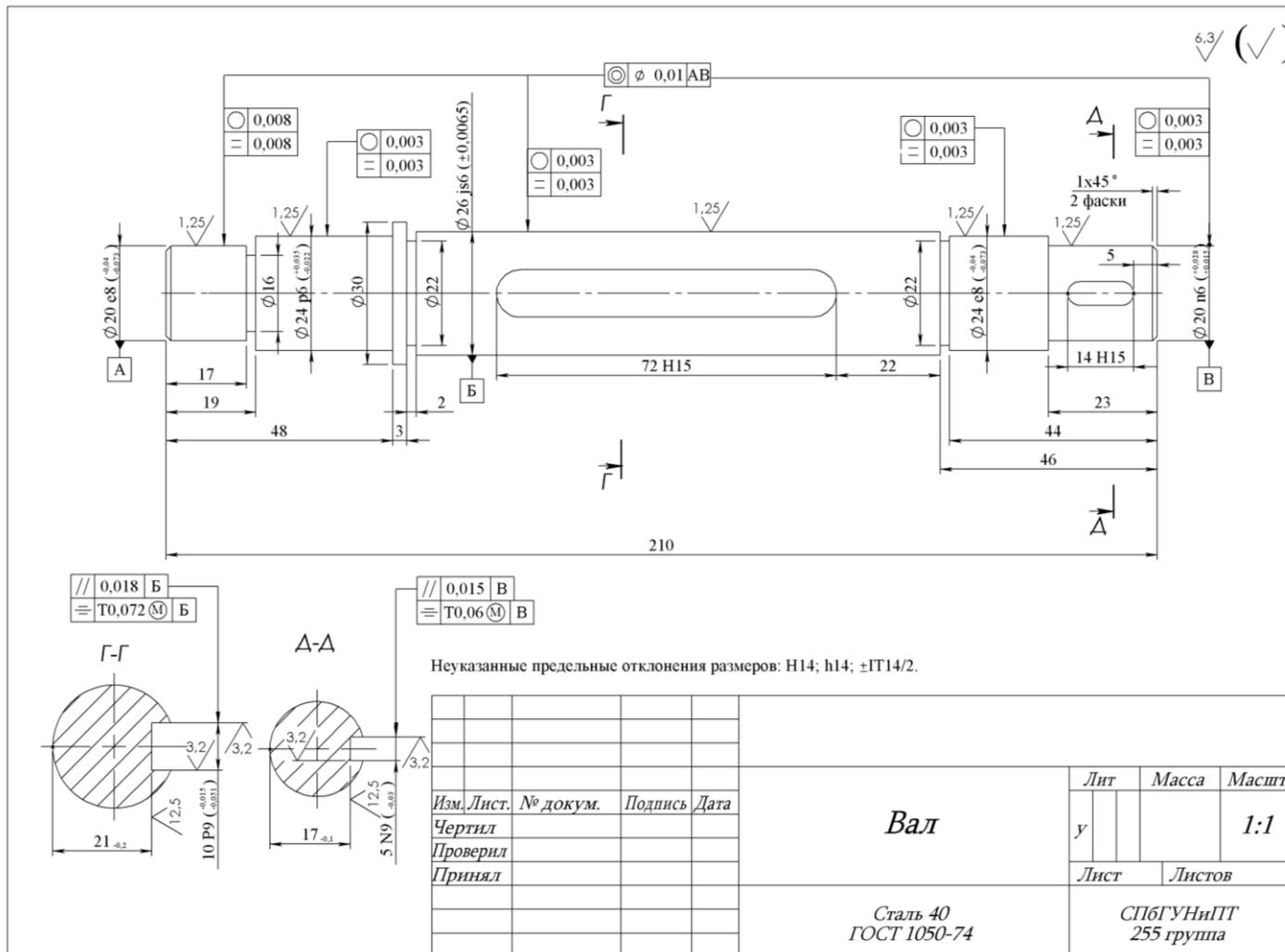
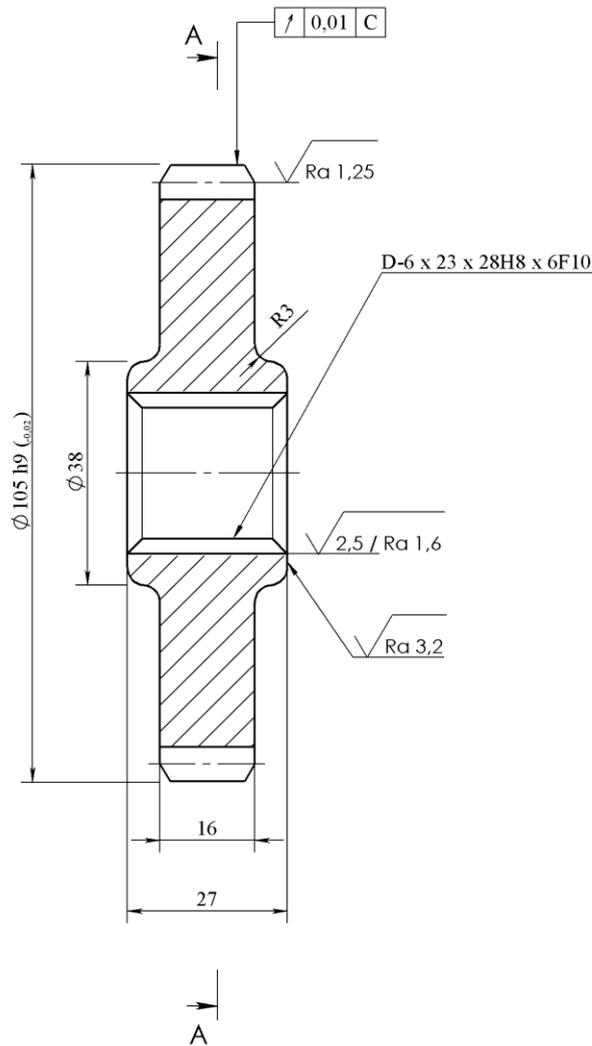
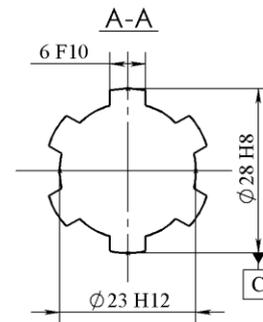


Рис. 6

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)



Модуль	m	3
Число зубьев	z	33
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-7-8D
Допуск радиального биения зубчатого венца	F_r	0,045
Допуск колебания шага зацепления	f_{pt}	$\pm 0,014$
Допуск погрешности профиля зуба	f_f	0,011
Допуск на направление зуба	F_β	0,009
Допуск смещения исходного контура	T_H	0,04
Наименьшее дополнительное смещение исходного контура	$-E_{H_s}$	0,071



Общие допуски ГОСТ 30893.2-м.К

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	Колесо зубчатое	Лит	Масса	Масшт.	
Чертил						у		1:1	
Проверил						Лист	1	Листов	1
Принял									
					Сталь 20ХГ ГОСТ 1050-74	СПбГУНиПТ			

Рис. 7

Иголкин Алексей Федорович
Вологжанина Светлана Антониновна

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Титульный редактор
Т.В. Белянкина

Компьютерная верстка
И.В. Гришко

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

*Печатается
в авторской редакции*

Подписано в печать 18.12.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,56. Печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,5
Тираж 50 экз. Заказ № С 97

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9