

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет  
путей сообщения»

Кафедра «Детали машин»

Н.А. Пашкова

## **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Методическое пособие по выполнению курсовых и  
контрольных работ для студентов механических  
специальностей всех форм обучения

Хабаровск  
Издательство ДВГУПС  
2006

УДК 006.9 (075.8)  
ББК Ж10я73  
П 223

Рецензент:

Кафедра «Компьютерное проектирование и сертификация машин»  
Тихоокеанского государственного университета  
(кандидат технических наук, доцент *Соловьёв В.Л.*)

**Пашкова, Н.А.**

**П 223** Метрология, стандартизация и сертификация: Методическое пособие по выполнению курсовых и контрольных расчётно-графических работ для студентов механических специальностей всех форм обучения. – 3-е изд., перераб. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006. – 50 с.: ил.

Методическое пособие соответствует дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» по Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования направлений 190300 «Подвижной состав железных дорог», 190200 «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы» и 190700 «Организация перевозок и управление на транспорте».

Рассмотрены вопросы стандартизации, сертификации, метрологического обеспечения основных норм взаимозаменяемости транспортной продукции на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации.

Главное назначение пособия – способствовать самостоятельному освоению основополагающих знаний студентами всех форм обучения по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Предназначено для студентов специальностей: 190301 «Локомотивы», 190302 «Вагоны», 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», а также может быть использована для специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте» всех форм обучения.

**УДК 006.9 (075.8)**  
**ББК Ж10я73**

© ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС), 2006

*«Наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Точная наука немислима без меры».*

Д.И. Менделеев

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сегодня Российские железные дороги – потребители сертифицированной продукции и исполнители услуг. Методы стандартизации основных норм взаимозаменяемости (ОНВ), их метрологическое обеспечение и сертификация на всех стадиях жизненного цикла транспортной продукции и услуг – базовая основа поддержания и повышения уровня качества и конкурентоспособности продукции и услуг Российских железных дорог на внутреннем, региональном и международном уровне.

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является общеинженерным курсом и знакомит студентов с обширным комплексом инженерных и организационно-эксплуатационных задач, дающих возможность решения таких важных проблем, как поддержание и повышение уровня качества конкурентоспособной транспортной продукции и услуг на всех стадиях жизненного цикла (проектирования, технологии изготовления, эксплуатации и сервисных услуг).

В методическом пособии «Метрология, стандартизация и сертификация» приводятся типовые решения практических задач с кратким теоретическим пояснением разделов курса: стандартизация и взаимозаменяемость, метрологическое обеспечение и сертификация ОНВ.

Для выполнения контрольных расчётно-графических и курсовых работ, согласно учебного плана графика специальности студента, в пособии приводится оптимально необходимое количество нормативно-технических документов, основанных на рекомендациях Международной организации по стандартизации (ИСО): ГОСТ 25346-89 ОНВ. ЕСПД, ИСО/Р1829 и ИСО/Р 286, ГОСТ 520-89 (ИСО 492-86, ИСО 199-79) и другие.

## ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И УКАЗАНИЯ

Знания в области метрологии, стандартизации и сертификации в одинаковой степени важны как для специалистов проектирующих и изготавливающих конкурентоспособную продукцию для внутреннего и международного рынка, так и для специалистов по реализации продукции и сервисных технологии и менеджеров.

По курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» согласно учебному плану студентами всех механических специальностей выполняются контрольные, расчетно-графические и курсовые работы (КРР). Они состоят из типового узла изделия транспортного машиностроения, для которого требуется рассчитать и выбрать стандартные посадки для всех указанных видов сопряжения, используя знания проработанных вопросов и задач по основным разделам курса, а также стандартов и нормативно-технических материалов, приведенных в методических указаниях и справочниках [1 – 3, 6].

При заочном обучении курс «МСС» изучается в основном, самостоятельно - по учебникам и учебным пособиям, а также на основе производственного опыта. В дополнение к самостоятельной работе студентов-заочников учебным планом предусматриваются лекционные, лабораторные и практические занятия в период зимней и весенней лабораторно-экзаменационных сессий.

Бланки контрольных заданий и чертежи сборочных узлов для студентов заочной формы обучения, выдаются в период установочных лекций по дисциплине «МСС» методистом ИИФО.

Студенты специальностей 190301 «Локомотивы», 190302 «Вагоны», 190303 «Электрический транспорт железных дорог» выполняют две контрольные работы, приведенные в табл. 1 контрольного задания.

Студенты специальности 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» выполняют курсовую работу в объеме всех задач табл. 1. Студенты специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте» выполняют одну контрольную работу.

Контрольные и курсовые работы должны быть оформлены на листах формата А4 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД: Общие требования к текстовым документам». Основные положения данного ГОСТа приведены в работе [10].

Типовой вариант выполнения и оформления титульного и последующих листов курсовых и контрольных работ в соответствии с требованиями ЕСКД, а также примеры решения расчетно-графических задач приведены в данном методическом пособии, а также в работах [5, 10, 14].

## ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Условное обозначение		Параметр
основное	дополнительное	
D	$D_H, D_{max}, D_{min}, D_d, D_c$	Размеры отверстий [номинальный, наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний], мм.
d	$d_H, d_{max}, d_{min}, d_d, d_c$	Размеры вала [номинальный, наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний], мм.
L	$L_H, L_{max}, L_{min}, L_d, L_c$	Длина элемента или координирующий размер [номинальная, наибольшая (максимальная), наименьшая (минимальная), действительная, средняя], мм.
E	$ES, EI, E_d, E_c$	Отклонение размера отверстия (верхнее, нижнее, действительное, среднее), мкм.
e	$es, ei, e_d, e_c$	Отклонение размера вала (верхнее, нижнее, действительное, среднее), мкм.
S	$S_{max}, S_{min}, S_d, S_c$ $S_{max} = ES - ei$ $S_d = D_d - d_d = +$ $S_{min} = EI - es$	Зазор [наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний], мкм.
N	$N_{max}, N_{min}, N_d, N_c$ $N_{max} = es - EI$ $N_{min} = ei - ES$ $N_d = d_d - D_d = +$	Натяг [наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний)], мкм.
T	$TD, Td, TS, TN, TI$ $TD (Td) = ES (es) - EI (ei)$ $TS (TN) = S_{max}(N_{max}) - S_{min}(N_{min})$	Допуск (отверстия, вала, зазора, натяга, длины элемента), мкм.
IT	IT1, IT2 и т. д.	Допуск размера по соответствующему качеству, мкм.
$\Delta$	$\Delta_B A_i, \Delta_H A_i, \Delta_O A_i$	Отклонение составляющего звена размерной цепи (верхнее, нижнее, среднее), мкм.
$\Delta$	$\Delta_B A_\Delta, \Delta_H A_\Delta, \Delta_O A_\Delta$	Отклонение замыкающего звена размерной цепи (верхнее, нижнее, среднее), мкм.

# 1 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НОРМ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ (ОНВ) ТИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Задача 1. Исследовать соединение 4/2 узла редуктора (рис. 1). Рассчитать предельные зазоры и натяги, определить характер посадки  $\varnothing 40\text{H7/t6}$ .

1. Определить допуски размеров отверстия и вала по ГОСТ 25346-89 ОНВ. ЕСДП (см. приложение табл. П1, П2, П3).

2. Определить значение основного отклонения отверстия и вала по табл. П2, П3, а также используя практическую помощь приложений П4, П5.

3. Определить вторые не основные отклонения отверстия и вала.

4. Определить наибольший и наименьший размер отверстия и вала.

5. Построить схемы полей допусков (СДП) отверстия и вала. На СДП указать величины предельных отклонений размеров отверстия и вала, допуска, а также предельные значения зазоров и натягов. Для переходных посадок указать наибольший зазор и наибольший натяг.

6. Проставить на сборочном чертеже (эскизе) узла редуктора (см. рис. 1) обозначение заданных посадок. На рабочих чертежах (эскизах) деталей (рис. 1.1) указать исполнительные размеры тремя способами, согласно требованиям ГОСТ 2.307-79 и ГОСТ 28346-89 ОНВ ЕСДП (см. табл. П1, П2, П3 данного пособия).

## 1.1 Анализ посадки $\varnothing 40\text{H7/t6}$

1.1.1 По ГОСТ 25346-89 определяем значение допуска для отверстия  $\varnothing 40\text{H7}$ :  $\text{IT7} = 25$  (см. табл. П1). Основное нижнее отклонение отверстия –  $\text{EI} = 0$ , для отклонения –  $\text{H}$  (см. табл. П3).

$\text{ES}$  – верхнее отклонение отверстия, определяется по формуле:

$$\text{ES} = \text{EI} + \text{IT7}, \text{ таким образом } \text{ES} = 0 + 25 = +25.$$

Исполнительный размер отверстия:  $\varnothing 40\text{H7}^{(+0.025)}$ .

1.1.2 Определяем значение допуска для вала  $\varnothing 40\text{t6}$ :  $\text{IT6} = 16$  (см. табл. П1), основное нижнее отклонение вала –  $\text{ei} = +48$ , для отклонения  $\text{t}$  (см. табл. П2).

$\text{es}$  – верхнее отклонение вала, определяется по формуле:

$$\text{es} = \text{ei} + \text{IT6}, \text{ таким образом: } \text{es} = +48 + 16 = +64.$$

Исполнительный размер вала  $\varnothing 40\text{t6}^{(+0.064 / +0.048)}$ .

1.1.3 Проводим расчеты предельных значений  $\text{N}_{\text{max}}$  ( $\text{S}_{\text{max}}$ ) и  $\text{N}_{\text{min}}$  ( $\text{S}_{\text{min}}$ ).

Наибольший натяг  $\text{N}_{\text{max}} = \text{es} - \text{EI} = +64 - 0 = +64$ .

Наименьший натяг  $\text{N}_{\text{min}} = \text{ei} - \text{ES} = +48 - (+25) = +23$ .

Допуск на посадку  $\text{TN} = \text{N}_{\text{max}} - \text{N}_{\text{min}} = +64 - (+23) = 41$ .

1.1.4 Проверка.

Допуск на посадку  $\text{TN} = \text{TD}(\text{IT7}) + \text{Td}(\text{IT6}) = 25 + 16 = 41$ .

Результаты анализа посадки представлены в табл. 1.1

Таблица 1.1 – Анализ посадки  $\varnothing 40 \text{ H7} - \text{t6}$

Соединение	Допуск		Зазоры (мкм)			Натяги (мкм)			Допуски на посадки (мкм)
	Отв.	Вал	$S_{\max}$	$S_{\min}$	$S_{\text{cp}}$	$N_{\max}$	$N_{\min}$	$N_{\text{cp}}$	
$\varnothing 40 \text{ H7-t6}$	25	16	-23	-64	-43,5	+64	+23	+43,5	41

1.1.5 Строим СПД (рис. 1.1) и указываем значения  $N_{\max}$  и  $N_{\min}$ .

1.1.6 Характер посадки - неподвижный (с гарантированным натягом).

## 1.2 Выбор средств измерения и контроля ОНВ

Средства измерения линейных размеров изделий выбирают с учётом следующих основных факторов: производственной программы; особенностей конструкции изделия и точности его изготовления (качества  $IT_q$ ); погрешности выбранного измерительного средства и себестоимости измерения.

Допустимые погрешности измерения нормируются ГОСТ 8.051-81. Погрешность измерения  $\Delta_{\text{изм}}$  не должна быть больше 20-30% от величины допуска на изготовление изделия. Эта погрешность включает влияние погрешностей установочных мер, средств измерения, базирования и колебания температуры, и определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{изм}} = IT (0,2 \div 0,35).$$

При выборе средств измерения следует соблюдать условие:

$$\Delta'_{\text{изм. средства}} \leq \Delta_{\text{изм}},$$

где  $\Delta'_{\text{изм. средства}}$  – допустимая погрешность измерительного средства (ИС) по аттестационному паспорту прибора.

При отсутствии паспорта на ИС,  $\Delta'_{\text{изм. средства}}$  допускается принимать  $\pm 0,5i$ , где  $i$  – цена деления шкалы прибора.

Сведения о допустимых погрешностях ИС приведены в [2, 3, 13, 17].

В условиях единичного производства специальная измерительная оснастка применяется редко, а поэтому контроль размеров изделий производится преимущественно при помощи универсальных измерительных средств и приборов (штангенциркулей, микрометров, индикаторных нутромеров и т. п.).

При серийном производстве основными средствами контроля размеров являются полуавтоматические контрольные измерительные устрой-

ства и предельные калибры. Проектирование и расчёт исполнительных размеров предельных калибров приводятся в разделе 3. Из нескольких средств измерения одинаковой предельной погрешности следует выбирать такой прибор, который характеризуется наибольшей производительностью, простотой обслуживания и наименьшей стоимостью.

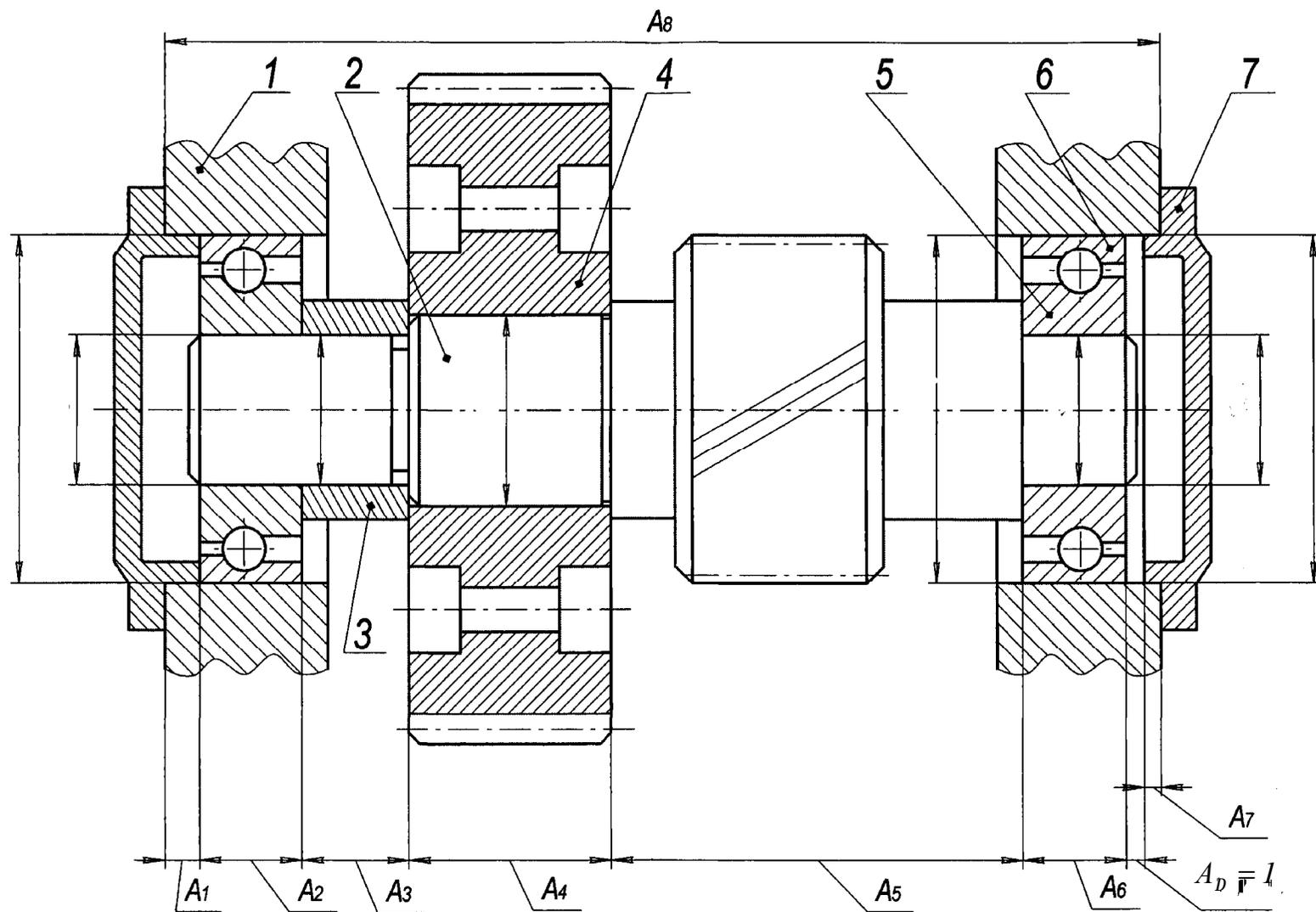


Рис. 1. Эскиз узла редуктора

# Схема полей допусков посадки $\varnothing 40$ H7/t6.

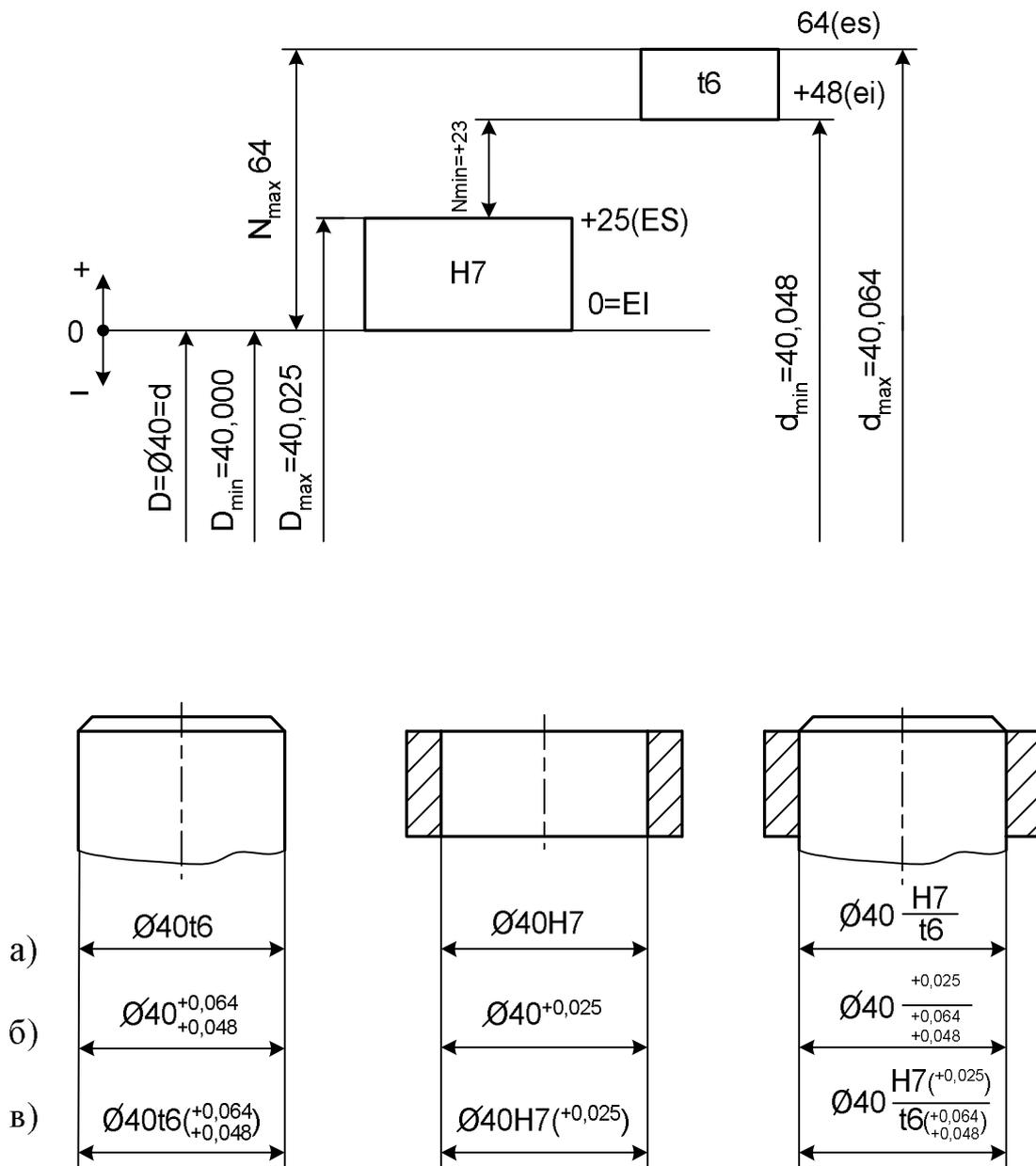


Рис.1.1 Схема полей допусков и эскизы деталей соединения  $\varnothing 40$  H7/t6.

## 2 РАСЧЁТ И ВЫБОР ПОДШИПНИКОВЫХ ПОСАДОК

Задача 2. Рассчитать и выбрать посадки для подшипниковых соединений 1/6 и 2/5 узла редуктора, если в опорах установлены радиальные однорядные подшипники № 308 (ГОСТ 8338-75), класс точности 0. Вращается вал 2. Радиальная реакция на опору  $F_r = 4200$  Н. Осевые усилия незначительны. Перегрузка до 300 %. Вал без уступов, полый, ( $d_{\text{отв}} = 20$  мм). Корпус редуктора неразъемный. Выполнить эскизы подшипникового узла и его деталей (см. рис. 2.1) и указать посадки комбинированным методом.

Решение. По табл. 1 для подшипника №308 находим габаритные размеры: диаметр наружного кольца подшипника –  $D = \text{Ø} 90$  мм; диаметр внутреннего кольца подшипника  $d = \text{Ø} 40$  мм, ширина подшипника  $B = 23$  мм. По ГОСТ 520-89 (ИСО 492-86) или табл. 2.1 определяем предельные отклонения для колец подшипника 0 класса точности:  $\text{Ø} 90$  I0 ( $_{0,015}$ );  $\text{Ø} 40$  L0 ( $_{-0,012}$ ). Строим СПД и выполняем эскизы деталей подшипников узла. Указываем предельные отклонения и поля допусков колец подшипников. Значение предельных зазоров и натягов (см. рис. 2.1).

Выбор посадок зависит от вида нагружения колец подшипника. Так как вращается вал, то наружное кольцо испытывает местное нагружение, внутреннее циркуляционное. Для соединения наружного кольца подшипника с корпусом при местном виде нагружения, перегрузке до 300 % и неразъемном корпусе, для отверстия корпуса –  $\text{Ø}90$  по табл. 2.2 выбираем посадку – H7. Предельные отклонения отверстия  $\text{Ø}90$  H7 ( $^{+0,035}$ ); определяем по табл. П1 и П3.

Для соединения внутреннего кольца с валом при циркуляционном нагружении выбор посадки на вал производится по табл. 2.3 в зависимости от величины интенсивности нагрузки –  $P_r$  (см. табл. 2.3) или на основании расчёта по формуле:

$$P_r = \frac{F_r}{B} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ Н / мм}, \quad (2.1)$$

где  $F_r$  – радиальная нагрузка на опору, Н;

$B$  – ширина подшипника, мм;

$K_1, K_2, K_3$  – коэффициенты, учитывающие перегрузки и другие условия работы подшипникового узла [1 – 3].

Для данного примера  $F_r = 4200$  Н,  $K_1 = 1,8$  (перегрузка свыше 150%, при перегрузке до 150%  $K_1 = 1,5$ );  $K_2 = 1,6$  (в зависимости от соотношения  $D/d = 90/40 = 2,5$ ); при сплошном вале  $K_3 = 1$  [1 – 3]. Так как осевое уси-

лие незначительное, кроме того, подшипники однорядные, то  $K_3 = 1$  [1 – 3].

Таблица 2.1 – Нижнее предельное отклонение размеров колец подшипников по ГОСТ 520-89 (верхние предельные отклонения всех колец равно 0)

Виды подшипников			Подшипники шариковые и роликовые радиальные и шариковые радиально упорные				Подшипники роликовые конические			
Классы точности			4	5	6	0	4	5	6	0
Номинальные диаметры, мм	Кольца внутренние-d	Св. 2,5	-4	-6	-7	-8	-	-	-	-
		До 10	-4	-5	-7	-8	-5	-7	-7	-8
		10 18	-5	-6	-8	-10	-6	-8	-8	-10
		18 30	-6	-8	-10	-12	-8	-10	-10	-12
		30 50	-7	-9	-12	-15	-9	-12	-12	-15
		50 60	-8	-10	-15	-20	-10	-15	-15	-20
		80 120	-13	-18	-25	-13	-13	-18	-18	-25
		120 180	-12	-15	-22	-30	-15	-22	-22	-30
		180 250	-	-18	-25	-35	-	-25	-25	-35
		250 315	-	-23	-40	-40	-	-30	-30	-40
	315 400	-	-	-35	-45	-	-	-	-	
	400 500	-	-	-35	-45	-	-	-	-	
	Кольца наружные-D	6 18	-4	-5	-7	-8	-	-	-	-
		18 30	-5	-6	-8	-9	-6	-8	-8	-9
		30 50	-6	-7	-9	-11	-7	-9	-9	-11
		50 80	-7	-9	-11	-13	-9	-11	-11	-13
		80 120	-8	-10	-13	-15	-10	-13	-13	-15
		150 150	-9	-11	-15	-18	-11	-15	-15	-18
		180 180	-10	-13	-18	-25	-13	-18	-18	-25
250 250		-11	-15	-20	-30	-15	-20	-20	-30	
315 315		-13	-18	-25	-35	-18	-25	-25	-35	
400 400		-15	-20	-28	-40	-20	-28	-28	-40	
500	-	-23	-33	-45	-	-33	-33	-45		

Таким образом, при

$$P_r = \frac{4200}{23} \cdot 1,8 \cdot 1,6 \cdot 1 = 525 \text{ Н/мм}$$

для соединения внутреннего кольца с валом следует выбрать по табл. 2.3 поле допуска вала к6.

Предельные отклонения для обработки отверстия  $\varnothing 90$  H7 в корпусе и вала  $\varnothing 40$  k6 определяются по ГОСТ 25347-82 или табл. П1, П2 и П3. Исполнительные размеры:

- отверстие –  $\varnothing 90$  H7 ( $+0,035$ );
- вал –  $\varnothing 40$  k6 ( $+0,018$  /  $+0,002$ ).

Таблица 2.2 – Посадки подшипников качения (местное нагружение)

Размеры посадочных диаметров, мм	Посадки (местное напряжение)			Типы подшипников
	Свыше	До	Отверстие в корпусе	
На вал (ось)			неразъемном	разъемном
Нагрузка спокойная или с вибрацией, перегрузка до 150%				
-	80	h5; h6; q5	H6; H7	Все типы, кроме штампованных игольчатых
80	260	q6; f6; j6	G7; G6	
260	500	F6; j <sub>s</sub> 6	F7; F8	
500	1600			
Нагрузка с ударами и вибрацией, перегрузка свыше 150 до 300%				
-	80	h5; h6	J <sub>s</sub> 6; J <sub>s</sub> 7	Все типы, кроме штампованных игольчатых, роликовых, конических двухрядных
80	260		H7; H6	
260	500	q5; q6	J <sub>s</sub> 6	
500	1600			

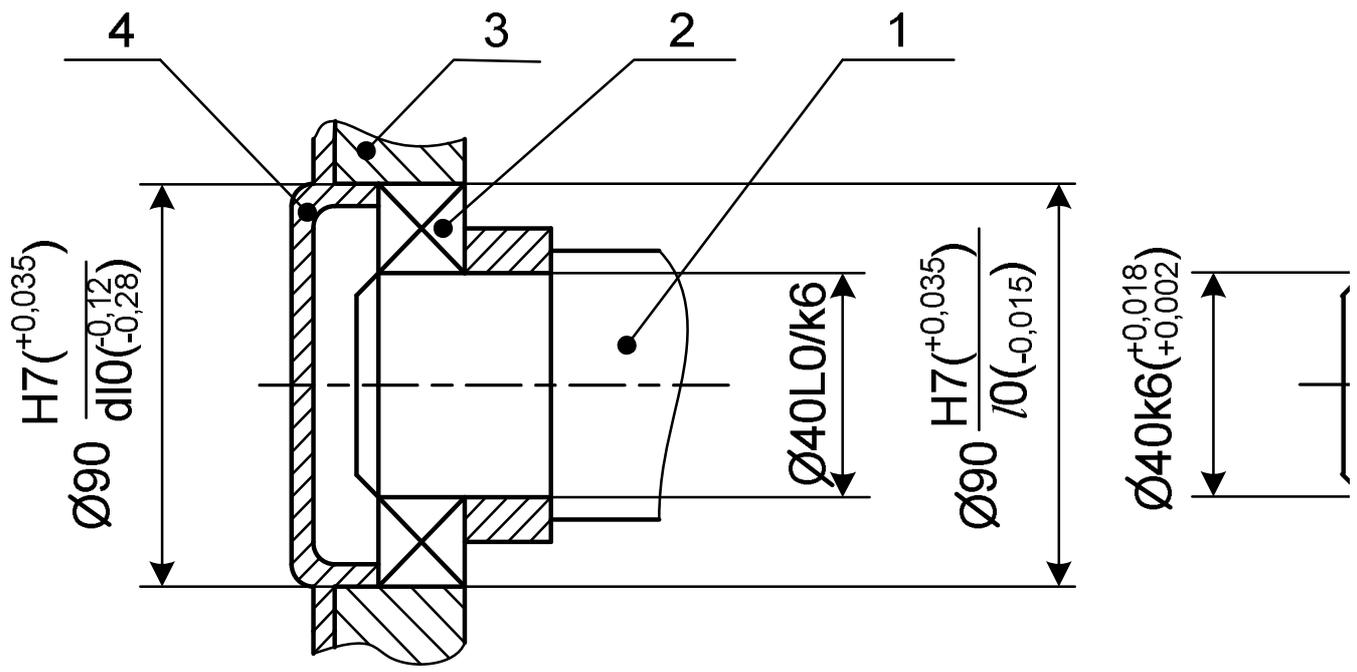
Обозначение посадки (соединения) отверстия корпуса с  $D_{\text{нарж.}}$  кольцом подшипника:  $\varnothing 90$  H7 ( $+0,035$ ) /  $I0$  ( $-0,015$ ).

Обозначение посадки (соединения) вала – 2 с  $d_{\text{внутр.}}$  кольцом подшипника:  $\varnothing 40$  L0 ( $-0,012$ ) / k6 ( $+0,018$  /  $+0,002$ ).

Обозначение подшипниковых посадок на эскизе сборочного чертежа приведено на рис. 2.1.

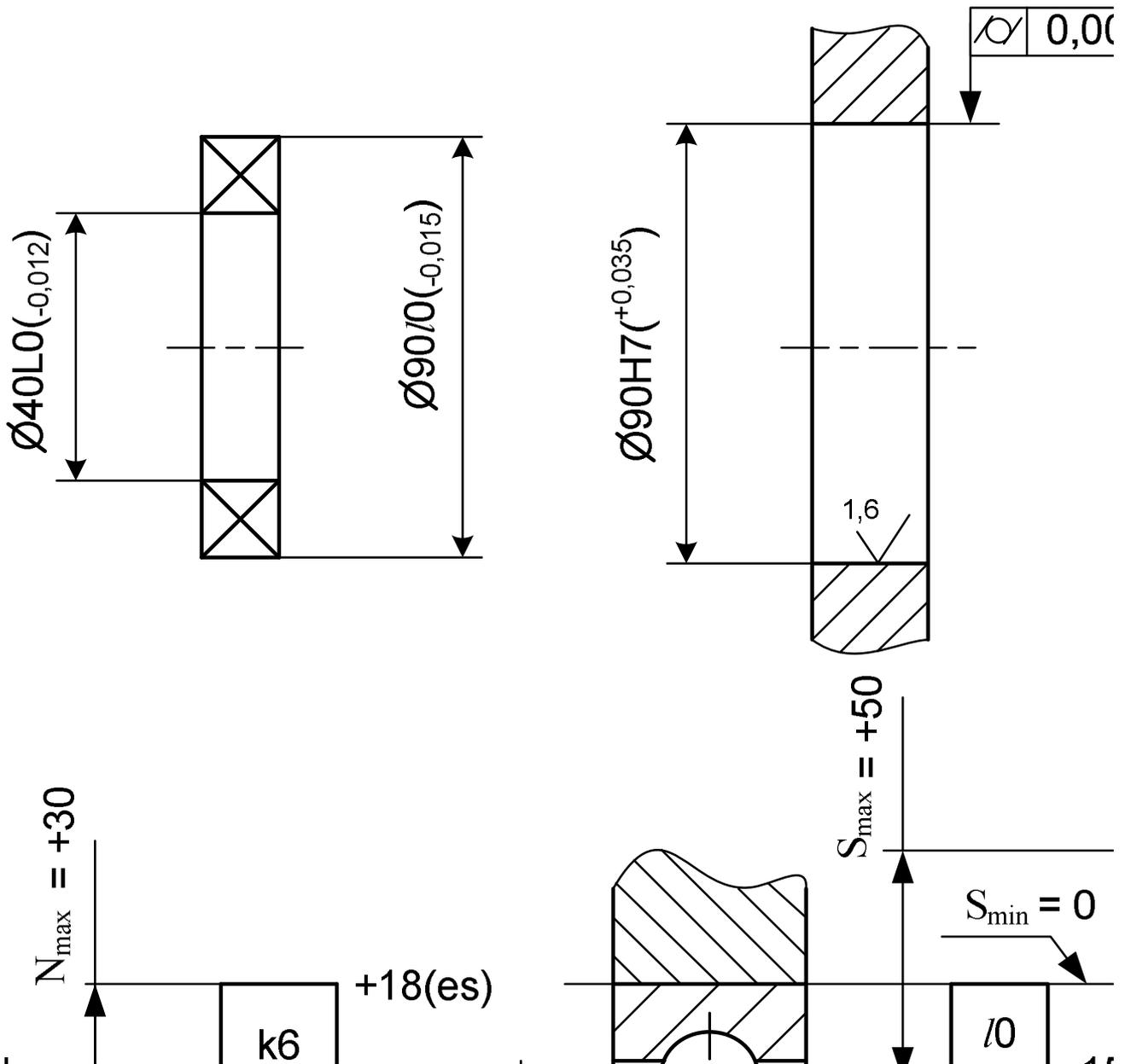
Таблица 2.3 – Посадки подшипников качения (циркуляционное нагружение)

Диаметр отверстия кольца подшипника, мм		Допускаемые значения интенсивности нагрузок $P_r$ , Н/мм, на посадочные поверхности вала при циркуляционном нагружении				
		При посадке на вал				
Свыше	До	js5 или js6	k5 или k6	m5 или m6	N5 или n6	
Св. 18	до 80	До	300	300-1400	1400-1600	1600-3000
80	260	-//-	600	600-2000	2000-2500	2500-4000
260	500	-//-	700	700-3000	3000-3500	3500-6000
500	1600	-//-	900	900-3500	3500-5400	4500-8000
Диаметр кольца подшипника, мм		При посадке в корпус				
Свыше	До	K6 или K7	M6 или M7	N6 или N7	P6 или P7	
-	80	До	800	800-1000	1000-1300	1300-2500
80	260	-//-	1000	1000-1500	1500-2000	2000-3300
260	500	-//-	1200	1200-2000	2000-2600	2600-4000
500	1600	-//-	1600	1600-2500	2500-3500	3500-5500



Подшипник 2

Корпус 3



### 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОНВ ТИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

К главным задачам метрологической службы ОАО «РЖД» относятся:

- а) обеспечение единства и требуемой точности измерений в целях повышения уровня и развития техники измерений на железнодорожном транспорте;
- б) повышение эффективности организации перевозочного процесса, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- в) улучшение качества выпускаемой транспортной продукции, обеспечение высокого качества ремонта и обслуживания подвижного состава и других технических средств;
- г) обеспечение безопасных условий труда и охраны окружающей природной среды.

В данном разделе рассматривается практическая задача по метрологическому обеспечению ОНВ контролируемых деталей различных соединений железнодорожных транспортных средств (ЖТС): проектирование контрольно-измерительных средств – гладких предельных калибров, широко используемых в индивидуальном и мелкосерийном производстве и ремонте ЖТС [2,4,5,9,15].

Задача 3. Обеспечить контроль ОНВ соединения узла редуктора гладкими предельными калибрами. Выполнить расчет исполнительных размеров калибров для контроля соединения 4/2 – Ø 55 H7/r6 узла редуктора (рис. 1). Определить допуски калибра-пробки и калибра-скобы по ГОСТ 24853-81 или табл. 3.1.

Построить СПД и выполнить эскизы калибров с указанием исполнительных размеров. Указать на эскизах маркировку калибров, а также погрешности формы и шероховатости рабочих поверхностей калибров согласно ГОСТ 2.308-79 и ГОСТ 2.309-79.

#### 3.1 Расчет исполнительных размеров калибров

3.1.1 Расчет исполнительных размеров калибров для контроля деталей соединения Ø55H7/r6: отверстия – Ø55H7 (<sup>+0,030</sup>) и вала –Ø55r6 (<sup>+0,060</sup>/<sub>+0,041</sub>).

3.1.2 Строим СПД для контролируемых размеров соединения: отверстия – Ø55H7 и вала –Ø55r6 (рис. 3.1 а).

3.1.3 Определяем предельные размеры контролируемых деталей, которым соответствуют номинальные размеры проходных ПР и непроходных НЕ калибров пробок и скоб.

Для отверстия Ø 55H7 (<sup>+0,030</sup>):

$$D_{\max} = D + ES = 55 + 0,03 = 55,030 = \text{Ø} - \text{НЕ};$$

$$D_{\min} = D + EI = 55 + 0 = 55,0 = \text{Ø} - \text{ПР}.$$

Для вала  $\varnothing 55r6$  ( $^{+0,060}_{+0,041}$ ):

$$d_{\max} = d + es = 55 + 0,06 = 55,060 = \varnothing_{\text{СК}} - \text{ПР};$$

$$d_{\min} = 55,041 = \varnothing_{\text{СК}} - \text{НЕ}.$$

3.1.4 Строим СПД для размеров контролируемых деталей и от соответствующих границ предельных размеров ведём построение СПД для калибров (рис. 3.1 а).

3.1.5 По ГОСТ 24853-81 или табл. 3.1 определяем допуски и отклонения размеров калибров:

а) допуски на изготовление калибра-пробки для контроля отверстия –  $\varnothing 55 H7$ , для качества IT7:  $Z = 4$ ;  $Y = 3$ ;  $H = 5$ ;

б) допуски для калибра-скобы для контроля – вала  $\varnothing 55r6$ , для качества IT6:  $Z_1 = 4$ ;  $Y_1 = 3$ ;  $H_1 = 5$ ;

где  $H$  ( $H_1$ ) – допуски на изготовление рабочего калибра пробки и скобы, соответственно, мкм;

$Z$  ( $Z_1$ ) – координаты середины поля допуска  $H$  ( $H_1$ ) проходного калибра пробки и скобы, соответственно, мкм;

$Y$  ( $Y_1$ ) – координата границы износа проходного калибра пробки и скобы, соответственно, мкм.

3.1.6 Определяем размер предельного изношенного проходного калибра-пробки:

$$\varnothing_{\text{изн-ПР}} = D_{\min} - Y = 55,0 - 0,003 = 54,997.$$

3.1.7 Определяем размер предельного изношенного проходного калибра-скобы:

$$\varnothing_{\text{изн-ПР}} = d_{\max} + Y_1 = 55,060 + 0,003 = 55,063.$$

3.1.8 Определяем исполнительные размеры проходного  $\varnothing$ -ПР и непроходного  $\varnothing$ -НЕ калибра-пробки:

$$\varnothing\text{-ПР} = [D_{\min} + Z + H/2]_{-H} = 55,0065_{-0,005};$$

$$\varnothing\text{-НЕ} = [D_{\max} + H/2]_{-H} = 55,0325_{-0,005}.$$

3.1.9 Определяем исполнительные размеры проходного  $\varnothing_{\text{СК}}$ -ПР и непроходного  $\varnothing_{\text{СК}}$ -НЕ калибра-скобы:

$$\varnothing_{\text{СК}}\text{-ПР} = [d_{\max} - Z_1 - H_1/2]^{+H} = 55,0535^{+0,005};$$

$$\varnothing_{\text{СК}}\text{-НЕ} = [d_{\min} - H_1/2]^{+H} = 55,0385^{+0,005}.$$

## 3.2 Маркировка калибров

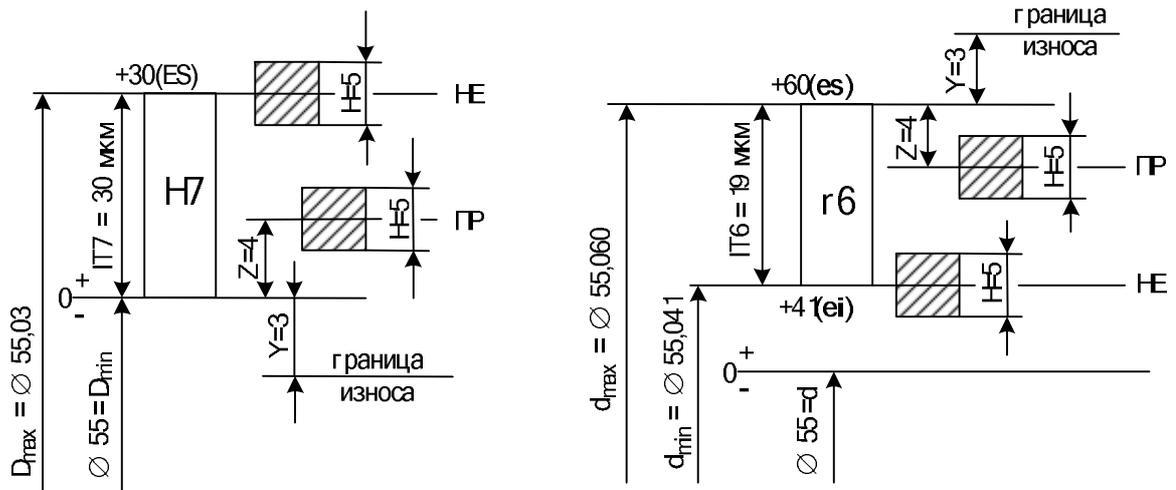
3.2.1 Проходные калибры маркируются буквами ПР, а непроходные калибры – буквами НЕ. Дополнительно в маркировку калибра вносятся номинальный размер, условное обозначение поля допуска и предельные отклонения контролируемого размера (рис. 3.1 б).

3.2.2 На эскизах калибра-пробки и калибра-скобы (рис. 3.1б) указать исполнительные размеры калибров, погрешности формы (ГОСТ 24643-81) и шероховатости измерительных поверхностей калибров, в зависимости от качества точности (ГОСТ 2789-73). Погрешности формы и шероховатости поверхности см. табл. П5 или в работах [1 – 3, 14].

Таблица 3.1 – Допуски и отклонения калибров, мкм (ГОСТ 24853-81)

Квалитет	Образова- ние пара- метра	Интервалы размеров, мм							Допуск на размер
		Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св.180 до 250	
6	Z	2	2	2.5	2.5	3	4	5	
	Y	1.5	1.5	2	2	3	3	4	
	$\alpha, \alpha 1$	0	0	0	0	0	0	2	
	Z1	2.5	3	3.5	4	5	6	7	
	Y1	2	3	3	3	4	4	5	
	H, Hs	2	2.5	2.5	3	4	5	7	IT1
	H1	3	4	4	5	6	8	10	IT2
	Hp	1.2	1.5	1.5	2	2.5	3.5	4.5	IT1
7	Z, Z1	2.5	3	3.5	4	5	6	7	
	Y, Y1	2	3	3	3	4	4	6	
	$\alpha, \alpha 1$	0	0	0	0	0	0	3	
	H, H1	3	4	4	5	6	8	10	IT2
	Hs	2	2.5	2.5	3	4	5	7	IT1
	Hp	1.2	1.5	1.5	2	2.5	3.5	4.5	IT1
8	Z, Z1	4	5	6	7	8	9	12	
	Y, Y1	4	4	5	5	6	6	7	
	$\alpha, \alpha 1$	0	0	0	0	0	0	4	
	H	3	4	4	5	6	8	10	IT2
	H1	5	6	7	8	10	12	14	IT3
	Hs, Hp	2	2.5	2.5	3	4	5	7	IT1
9	Z, Z1	8	9	11	13	15	18	21	
	Y, Y1	0	0	0	0	0	0	0	
	$\alpha, \alpha 1$	0	0	0	0	0	0	4	
	H	3	4	4	5	6	8	10	IT2
	H1	5	6	7	8	10	12	14	IT3
	Hs, Hp	2	2.5	2.5	3	4	5	7	IT1

а) Схема полей допусков (СПД) для изготовления калибров



б) Эскизы предельных калибров для контроля деталей соединения  $\varnothing 55$  H7/r6

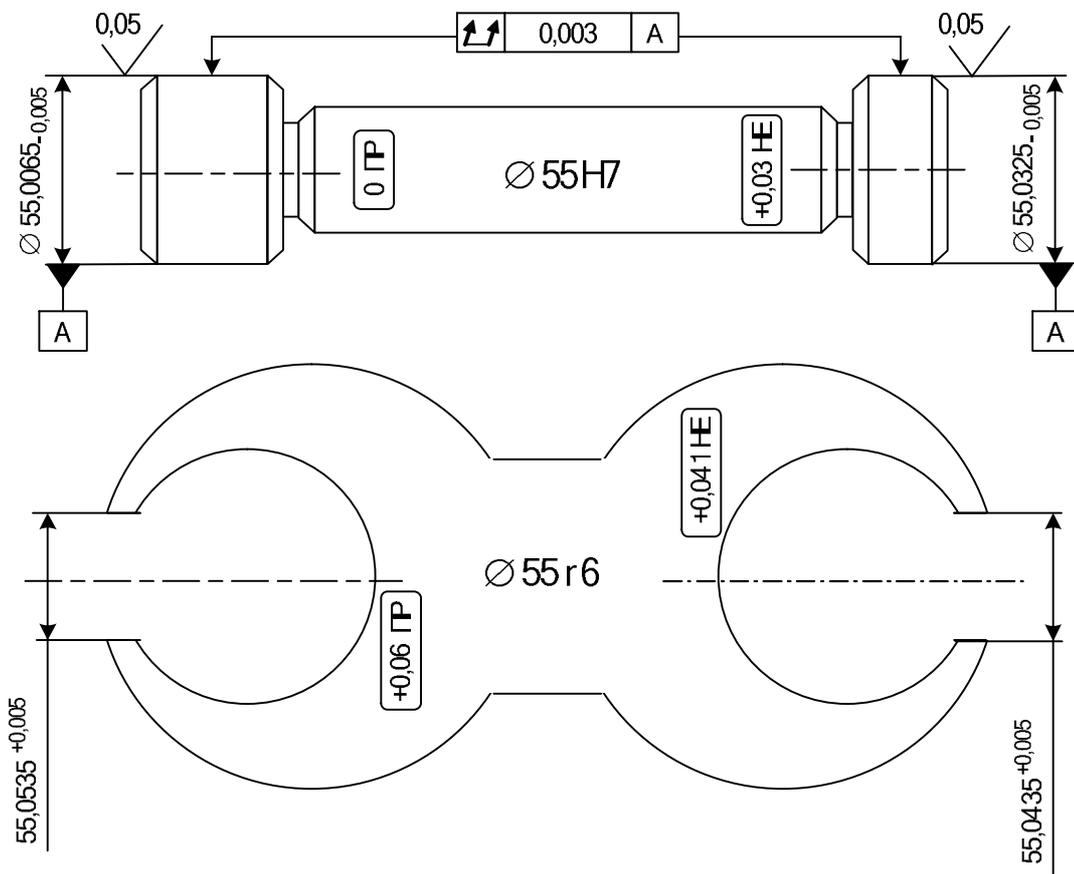


Рис. 3.1. СПД и эскизы гладких предельных калибров

## ОНВ ПО ФОРМЕ И РАСПОЛОЖЕНИЮ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 3.2 – Максимальное значение среднего арифметического отклонения профиля Ra (мкм) в зависимости от допуска размера и формы

Допуск размера по квалитетам	Допуск формы от допуска размера, %	Номинальные размеры, мм			
		До 18	Св. 18 до50	Св. 50до120	Св. 120до500
IT 5	100	0,4	0.8	1.6	1.6
	60	0.2	0.4	0.8	0.8
	40	0.1	0.2	0.4	0.4
IT 6	100	0.8	1.6	1.6	3.2
	60	0.4	0.8	0.8	1.6
	40	0.2	0.4	0.4	0.8
IT 7	100	1.6	3.2	3.2	3.2
	60	0.8	1.6	1.6	3.2
	40	0.4	0.8	0.8	1.6
IT 8	100	1.6	3.2	3.2	3.2
	60	0.8	1.6	3.2	3.2
	40	0.4	0.8	1.6	1.6
IT 9	100 и	3.2	3.2	6.3	6.3
	60 40	1.6	3.2	3.2	6.3
	25	0.8	1.6	1.6	3.2
IT 12	100 и	12.5	12.5	25	25
	IT 13 60 40	6.3	6.3	12.5	22.5
IT 14	100 и	12.5	25	50	50
	IT 16 60 40	12.5	12.5	25	25

Пример: Выбрать параметр шероховатости и указать его числовое значение для вала Ø30р6, предназначенного для соединения с натягом. По известному качеству точности IT6 и номинальному размеру вала Ø30 по табл. 3.2 определяем числовое значение Ra. Для данного примера могут быть, выбраны значения 1,6; 0,8 и 0,4. Для посадки с натягом должно быть ограничено отклонение формы и расположения поверхностей, поэтому выбираем Ra = 0,8 мкм.

#### 4 РАСЧЕТ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ УЗЛА РЕДУКТОРА В УСЛОВИЯХ ПОЛНОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ (МЕТОДОМ МАКСИМУМА-МИНИМУМА)

Задача 4. Провести размерный анализ узла редуктора (рис. 1). Определить допуски и назначить предельные отклонения на все составляющие размеры, если задан номинальный размер и предельные отклонения замыкающего звена  $A_{\Delta}$ :

$$A_{\Delta} = I^{+0,7}$$

Номинальные размеры определить из условия масштабного фактора сборочного чертежа или конструктивно принять в зависимости от диаметра вала-2 своего варианта контрольного задания (см. соединение 4/2, рис. 1, табл. 1), например  $d = 40\text{мм}$ , тогда:

$$A_1 = A_7 = 0,25d = 0,25 \cdot 40\text{мм} = 10\text{ мм} ,$$

$$A_2 = A_3 = A_6 = B_{\text{подш}} = 23\text{мм} ;$$

$$A_4 = 1,5d = 60\text{ мм} ,$$

$$A_5 = 3d = 3 \cdot 40 = 120\text{ мм} ,$$

$$A_8 = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_{\Delta}) = 270\text{ мм} .$$

Значения принятых размеров округлить до целого числа согласно ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры» (см. приложение Б).

Решение:

4.1. Для заданного узла редуктора составляем расчетную схему размерной цепи в векторном изображении и проводим качественный анализ размерной цепи, выявив уменьшающие и увеличивающие составляющие звенья (размеры) (рис. 4.1).

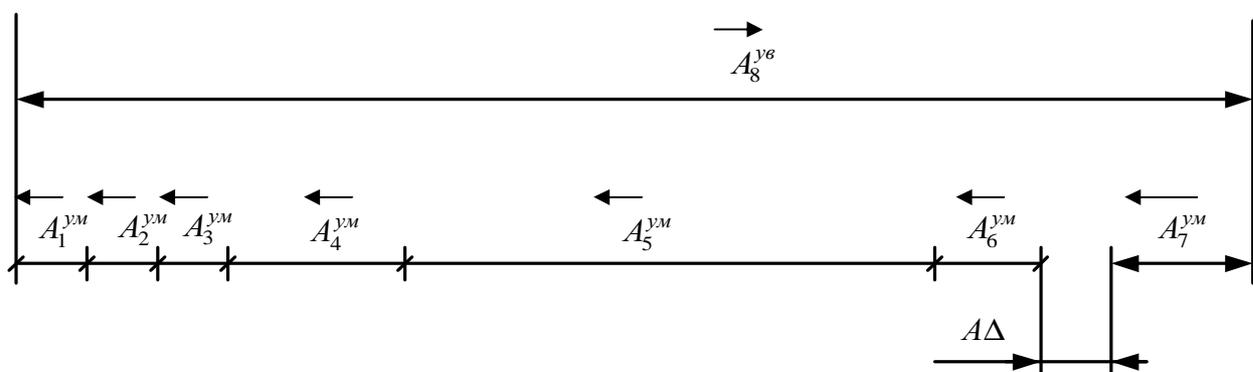


Рис. 4.1. Расчётная схема размерной цепи

4.2. Решение задачи выполняем способом допусков одного качества, полагая, что все размеры должны выполняться по одному качеству, поэтому определяем средний коэффициент точности для данной размерной цепи по формуле:

$$a_{cp} = TA_{\Delta} / \sum I_i, \quad (4.1)$$

где  $TA_{\Delta}$  – допуск замыкающего звена  $A_{\Delta}$ :

$$TA_{\Delta} = \Delta_B A_{\Delta} - \Delta_H A_{\Delta} = +0,7 - 0 = 0,7 = 700 \text{ мкм},$$

$\Delta_B A_{\Delta}$  и  $\Delta_H A_{\Delta}$  – верхнее и нижнее отклонение замыкающего звена  $A_{\Delta}$ , соответственно;

$I_i$  – единица допуска, определяется по табл. 4.1 для соответствующего составляющего звена размерной цепи.

Определяем сумму  $\sum I_i = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8$ .

4.2.1. Определяем средний коэффициент точности  $a_{cp}$ :

$$a_{cp} = 700 / 12,89 = 53,9.$$

Таблица 4.1 – Единицы допусков

Основные интервалы номинальных размеров, мм	Свыше – до, мм										
	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400
Значение $I$ - единицы допуска	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,90	3,23	3,54
Значение допуска качеств от IT6 до IT16											
Квалитет IT	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Значение $a$ - коэф. точности	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000
Значение допуска $IT = a \cdot I_i$	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i

Расчёт размерной цепи рекомендуется выполнить в форме табл.4.2.

4.3. По значению  $a_{cp} = 53,9$ , из табл. 4.1 выбирают ближайший квали-тет точности - IT10. Затем по ГОСТ 25346-89 или табл. приложения П1 ЕСПД назначают допуски на номинальные размеры составляющих звеньев или определяют по формуле:

$$TA_i = a_{cp} \cdot I_i, \quad (4.2)$$

тогда:

$$TA_1 = a_{cp} \cdot I_1 = 53,9 \cdot 0,9 = 48,51;$$

$$TA_2 = a_{cp} \cdot I_2 = 53,9 \cdot 1,31 = 70,61, \dots \text{ и т.д.}$$

$$TA_8 = a_{cp} \cdot I_8 = 53,9 \cdot 3,23 = 174,10.$$

4.4. Проводим корректировку расчетных допусков  $TA_i$  так, чтобы соблюдалось условие:  $\sum TA_i = TA_D$ . Допустимо, чтобы  $\sum TA_i = TA_D \pm 5\%$  [1-4].

Если условие не удовлетворяется, то проводят корректировку допусков одного или двух составляющих (увязочных) размеров, менее сложных в изготовлении. Таким размером может быть размер  $A_8$ ,  $A_5$  или  $A_3$ .

Таблица 4.2 – Расчет размерной цепи в условиях полной взаимозаменяемости (максимум-минимум)

$A_{i \text{ ном}}, \text{ мм}$	$I_i$ (см. табл. 4.1)	$a_{cp}$	$TA_i$ расчетное $TA_i = a_{cp} \cdot I_i$ $TA_i = 53,9 \cdot I_i$	$TA_i$ приня- тое, мкм	Про- вер- ка	Исполнитель- ные размеры $A_i, \text{ мм}$
$A_1 = 10$	$I_1 = 0,9$	$a_{cp} = TA_D / \sum I_i = 700 / 12,99 = 53,9$	$TA_1 = 48,51$	50	$TA_D = \sum TA_i = 700$	$10_{-0,05}$
$A_2 = 23$	$I_2 = 1,31$		$TA_2 = 70,61$	70		$23_{-0,07}$
$A_3 = 23$	$I_3 = 1,31$		$TA_3 = 70,61$	70		$23_{-0,07}$
$A_4 = 60$	$I_4 = 1,86$		$TA_4 = 100,25$	100		$60_{-0,10}$
$A_5 = 120$	$I_5 = 2,17$		$TA_5 = 116,96$	120		$120_{-0,12}$
$A_6 = 23$	$I_6 = 1,31$		$TA_6 = 70,61$	70		$23_{-0,07}$
$A_7 = 10$	$I_7 = 0,9$		$TA_7 = 48,51$	50		$10_{-0,05}$
$A_8 = 270$	$I_8 = 3,23$		$TA_8 = 174,10$	170		$270_{-0,17}$
	$\sum I_i = 12,99$			$\sum TA_i = 700$		

4.5. На основании принятых допусков назначаем предельные отклонения на составляющие размеры согласно рекомендациям работ [1-3]:

а) на охватываемые звенья (размеры), как на основной вал, т. е. по h;

б) на охватывающие звенья (размеры), как на основное отверстие, т.е. по Н (верхнее отклонение  $\Delta_B A_i = +$ , а нижнее отклонение  $\Delta_H A_i = 0$ ).

После назначения знаков предельных отклонений на составляющие размеры  $A_i$ , (см. последнюю графу табл. 4.2), проводят проверку по уравнению  $TA_D = \sum TA_i$ , т.е.:

$$TA_D = \sum (TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 + TA_5 + TA_6 + TA_7 + TA_8),$$

тогда:

$$700 = \sum (50 + 70 + 70 + 100 + 120 + 70 + 50 + 170)$$

Предельные отклонения на составляющие размеры  $A_i$  могут быть назначены симметрично относительно номинального размера  $A_i$ , например, если  $A_D = 1 \pm TA_D / 2$ , тогда  $A_i = 10 \pm TA_i / 2$  [1, 3]. Исполнительные размеры составляющих звеньев  $A_i$  указать на сборочном чертеже (эскизе) узла редуктора (рис. 1).

## 5 РАСЧЁТ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ УЗЛА РЕДУКТОРА ТЕОРЕТИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫМ МЕТОДОМ

При решении данной задачи в условиях неполной взаимозаменяемости (теоретико-вероятностным методом) предполагается, что рассеяние размеров подчиняется закону нормального распределения (Гаусса); коэффициент относительной асимметрии  $\alpha_i = 0$ , а значение коэффициента относительного рассеяния  $K_i = 1$ , т.е. это позволит вести расчёт размерной цепи по формулам [1 – 3]:

$$a_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{\sqrt{\sum (I_i)^2}}; \quad (5.1)$$

$$TA_i = a_{cp} \cdot I_i. \quad (5.2)$$

Проверка принятых допусков на составляющие размеры:

$$TA_{\Delta} = \sqrt{\sum (TA_i)^2 \cdot K_i^2}. \quad (5.3)$$

Проверку правильности назначенных предельных отклонений выполняем по формуле:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \sum \Delta_0 A_i^{yB} - \sum \Delta_0 A_i^{yM}. \quad (5.4)$$

Задача 5.1. Рассчитать размерную цепь узла редуктора (см. рис. 1 и рис. 4.1) вероятностным методом и сравнить с результатами решения задачи методом максимум-минимум (см. табл. 4.2) при тех же заданных предельных значениях зазора  $S = A_{\Delta} = 1^{+0,7}$ :

$$\begin{aligned} TA_{\Delta} &= \Delta_B A_{\Delta} - \Delta_H A_{\Delta}; \\ TA_{\Delta} &= +0,7 - 0 = 0,7 = 700 \text{ мкм}; \\ TA_D &= \sqrt{\sum (TA_1^2 + TA_2^2 + \dots + TA_8^2)} = 700. \end{aligned}$$

Решение. Решение задачи расположим в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет размерной цепи теоретико-вероятностным методом

$A_i$ номин., мм	$I_i^2$ (см. табл. 4.1)	$a_{cp}$	$TA_{i\text{расч.}}$ $TA_i = a_{cp} \cdot I_i$ $TA_i = 139 \cdot I_i$	$TA_i$ принятое, мкм	Проверка	$A_i$ , мм
$A_1 = 10$	$I_1^2 = 0,81$	$a_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{\sqrt{\sum (i_i)^2}}$	$TA_1 = 125,01$	120	$TA_{\Delta} = \sqrt{(TA_1^2 + \dots + TA_8^2)} = 700$	$10_{-0,12}$
$A_2 = 23$	$I_1^2 = 1,72$		$TA_{i2} = 181,96$	180		$23_{-0,18}$
$A_3 = 23$	$I_1^2 = 1,72$		$TA_3 = 181,96$	180		$23_{-0,18}$
$A_4 = 60$	$I_1^2 = 3,46$		$TA_4 = 258,35$	250		$60_{-0,25}$
$A_5 = 120$	$I_1^2 = 4,71$		$TA_5 = 301,41$	310		$120_{-0,31}$
$A_6 = 23$	$I_1^2 = 1,72$		$TA_6 = 181,96$	180		$23_{-0,18}$
$A_7 = 10$	$I_1^2 = 0,81$		$TA_7 = 125,01$	120		$10_{-0,12}$
$A_8 = 270$	$I_1^2 = 10,43$		$a_{cp} = \frac{700}{\sqrt{25,38}}$ $a_{cp} = 139,0$	$TA_8 = 448,65$		450
$A_{\Delta} = 1$	$\sum I_i^2 = 25,38$	-	-	-	$TA_{\Delta} = 700$	$1^{+0,7}$

5.1 По формуле (5.1) определяют значение коэффициента точности  $a_{cp}$ , а затем по формуле (5.2) определим значение расчетных  $TA_i$  допусков на составляющие размеры  $A_i$ .

5.2 Проводим корректировку расчётных допусков  $TA_i$  и проводим проверку принятых допусков по формуле (5.3):

$$TA_{\Delta} = \sqrt{120^2 + 180^2 + 180^2 + 250^2 + 310^2 + 180^2 + 120^2 + 450^2} = 700$$

5.3 Так как отклонения замыкающего звена не симметричны, то можно назначить отклонения почти всех составляющих размеров в тело детали, за исключением увязывающего звена размера  $A_8$ . Нижние отклонения всех уменьшающих звеньев будут отрицательны, а верхнее равно нулю.

5.4 Координаты середин полей допусков определяем по формулам:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \frac{\Delta_B A_{\Delta} + \Delta_H A_{\Delta}}{2};$$

$$\Delta_0 A_i = \frac{\Delta_B A_i + \Delta_H A_i}{2};$$

где  $\Delta_0 A_{\Delta}$  - координата середины поля допуска замыкающего звена;  
 $\Delta_0 A_i$  - координата середины поля допуска составляющего звена,

Тогда: 
$$\Delta_0 A_{\Delta} = \frac{700 + 0}{2} = +350;$$

$$\Delta_0 A_1 = -60; \quad \Delta_0 A_2 = -90; \quad \Delta_0 A_3 = -90; \quad \Delta_0 A_4 = -125;$$

$$\Delta_0 A_5 = -155; \quad \Delta_0 A_6 = -90; \quad \Delta_0 A_7 = -60;$$

5.5 Определяют значения  $\Delta_0 A_{\Delta}$  и  $\Delta_0 A_i$  подставим в уравнение (5.4) и определяют значение  $\Delta_0 A_8$ :

$$+350 = \Delta_0 A_8 - \sum \Delta_0 A_i (-60-90-90-125-155-90-60);$$

$$+350 = \Delta_0 A_8 - (-670);$$

$$\Delta_0 A_8 = -320.$$

5.6 Определяют отклонения увязывающего звена  $A_8$  по формулам:

$$\Delta_B A_8 = \Delta_0 A_8 + TA_8 / 2 = -320 + 450 / 2 = -95;$$

$$\Delta_H A_8 = \Delta_0 A_8 - TA_8 / 2 = -320 - 450 / 2 = -545;$$

Тогда исполнительный размер увеличивающего звена  $A_8 = 270_{-0,545}^{-0,095}$ .

5.7 Проверку правильности назначенных предельных отклонений проводим по формуле (5.4).

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \Delta_0 A_8^{yB} - \sum \Delta_0 A_i^{yM};$$

$$+350 = -320 - (-670);$$

$$+350 = +350.$$

Вывод. Сравнивая значения граф табл. 4.2 ( $TA_i$  принятое) и табл. 5.1, можно убедиться в том, что решение вероятностным методом позволяет назначить менее жёсткие допуски на обработку составляющих звеньев при том же допуске замыкающего (исходного) звена  $TA_{\Delta} = 700$ .

### ЗАДАНИЕ

на контрольные работы №1 и 2 по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для механических специальностей всех форм обучения

Студент \_\_\_\_\_ Курс \_ Шифр \_\_\_\_\_ Вариант \_\_\_  
Дата выдачи \_\_\_\_\_ 200\_г., Дата сдачи \_\_\_\_\_ 200\_г.

#### **КР-1. Анализ основных норм взаимозаменяемости (ОНВ) соединений.**

Задача 1. Выполнить анализ соединения 4/2 (зубчатого колеса – 4 с валом – 2) и соединения 3/2 (втулки – 3 с валом – 2) узла редуктора (рис. 1). Определить характер соединения (с зазором, с натягом или переходное). Рассчитать значения предельных натягов (или зазоров), и указать на схеме полей допусков (СПД) см. рис. 1.1. Определить по табл. П1, П2, П3 ЕСДП (ГОСТ 25346-89) предельные отклонения отверстия - 4 и вала - 2 (рис.1.1). Указать допуски и предельные отклонения размеров отверстия – 4 и вала – 2 на рабочих чертежах (эскизах) тремя методами согласно ГОСТ 2.307-68 (см. рис. 1.2) [1 – 4, 6].

Задача 2. Рассчитать и выбрать стандартные посадки для подшипниковых соединений - 5/2 и 1/6 узла редуктора (рис. 1), если в опорах редуктора установлены радиальные однорядные подшипники с условным обозначением (см. табл. 1): № \_\_\_\_\_; класс точности \_\_\_\_\_. Вращается вал (корпус). Радиальная реакция в опорах  $F_r = \text{_____} \text{ Н}$ , осевые усилия незначительны. Перегрузка до 150% (нечетные варианты), свыше 150 ÷ 300% (чётные варианты). Вид нагружения колец подшипника: d (диаметр внутреннего кольца подшипника) – циркуляционно; D (диаметр наружного кольца подшипника) – местное.

По ГОСТ 520-89 определить допуски на присоединительные размеры подшипника. По табл. П1, П2 и П3 ЕСДП (ГОСТ 25346-89) назначить допуски на вал - 2 и корпус - 1. Указать посадки на сборочном чертеже (эскизе) узла редуктора (см. рис. 1 данного пособия) [1 – 4, 6].

#### **КР-2. Метрологическое обеспечение ОНВ.**

Задача 3. Обеспечить контроль ОНВ деталей соединения узла редуктора гладкими предельными калибрами. Выполнить расчёт исполнительных размеров калибров для контроля деталей соединения 4/2 или 3/2 узла редуктора (рис. 1).

Определить допуски калибра-пробки и калибра-скобы по ГОСТ 24853-81 или табл. 3.1 данного методического пособия.

Построить СПД и выполнить эскизы калибров (см. рис. 3.1) с указанием исполнительных размеров. Указать на эскизах маркировку калибров [1 – 7].

### **Сертификация и расчёт сборочных размерных цепей.**

Задача 4. Выполнить проектный расчет размерной цепи узла редуктора (рис. 1, табл. 1) в условиях полной взаимозаменяемости. Если задан номинальный размер и предельные отклонения замыкающего звена –  $A_{\Delta} = \dots$ . Составляющие размеры  $A_i$  определить конструктивно, в зависимости от размера вала -  $d$  (диаметр вала -  $d$  см. задача 1, табл. 1):  $A_1 = A_7 = 0,25 d$ ;  $A_2 = A_3 = A_6 = B_{\text{подш}}$ ;  $A_4 = 1,5 d$ ;  $A_5 = 3 d$ ;  $A_8 = \sum A_i + A_{\Delta}$ .

Значения принятых размеров округлить до целого числа согласно ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры» (см. приложение Б).

Задача 4.1. Выполнить проектный расчет размерной цепи узла редуктора в условиях неполной взаимозаменяемости (теоретико-вероятностным методом). Исходные данные см. табл. 1, задача 4. Указать предельные отклонения составляющих размеров (звеньев) на эскизе узла редуктора. Эскиз узла редуктора выполнить на формате А4 [1 – 3, 6, 8].

Примечание: варианты КР (РГР) выбираются из табл. 1 по сумме двух последних цифр зачётной книжки.

Задачу 5 (см. табл. 1 и рис. прилож. П-5) выполняют студенты специальности ПТСДМиО всех форм обучения, «Вагоны», «Локомотивы» и «ЭТЖ» дневной формы обучения.

Таблица 1 – Варианты контрольных задач по дисциплине «МСС»

Исходные данные к задачам см. рис. 1	Варианты									
	0;10	1;11	2;12	3;13	4;14	5;15	6;16	7;17	8;18	9;19
Задача 1 Анализ ОНВ соединения -4/2. Номинальный размер соединения, мм.	48	52	56	58	60	56	58	60	64	65
Характер (посадка) соединения 4/2.	H7/p6		H7/t6		H7/p6		H7/t6		H7/z6	H7/zb6
Задача 1.1 Номинальный размер соединения – 3/2, мм.	40		45		50		50		55	
Характер соедин. (посадка) – 3/2.	E7/js6		F7/k6		G7/m6		F7/n6		E7/k6	
Задача 2 ОНВ. Подшипники.	№208		№209		№310		№210		№311	
d – диаметр внутреннего кольца подшипника, мм	40		45		50		50		55	
D – диаметр наружного кольца подшипника, мм.	80		85		110		90		120	
B-ширина подшипника, мм.	B=18		B=19		B=27		B=20		B=29	
Класс точности	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6
F <sub>r</sub> – радиальная реакция в опорах, Н	5200	3600	2900	3400	4480	6560	4800	3300	4650	5900
Задача 3 Метрологическое обеспечение ОНВ.	Провести метрологическое обеспечение ОНВ соединения 4/2 или 3/2 узла редуктора (см.рис.1). Обеспечить контроль ОНВ деталей соединения гладкими предельными калибрами. Рассчитать исполнительные размеры калибров. Построить СПД. Выполнить эскиз калибров.									
Вариант соединения (рис. 1)	3/2	4/2	3/2	4/2	3/2	4/2	3/2	4/2	3/2	4/2
Задача 4 Размерный анализ. А <sub>i</sub> - ном. размеры составляющих звеньев, мм	Номинальные размеры составляющих звеньев А <sub>i</sub> узла редуктора (рис.1) принимаются конструктивно в зависимости от d – номинального диаметра вала-2 и B-ширины подшипника (B=A <sub>2</sub> =A <sub>3</sub> =A <sub>6</sub> ); A <sub>1</sub> =A <sub>7</sub> =0,25d; A <sub>4</sub> =1,5d; A <sub>5</sub> =3d; A <sub>8</sub> =Σ(A <sub>1</sub> +A <sub>2</sub> +A <sub>3</sub> +A <sub>4</sub> +A <sub>5</sub> +A <sub>6</sub> +A <sub>7</sub> +A <sub>Δ</sub> ). Расчетные номинальные размеры округлить до стандартных согласно ГОСТ 6636-68									
A <sub>Δ</sub> - номинальный размер замык. звена, мм.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Δ <sub>B</sub> A <sub>Δ</sub> - верхнее отклонение замыкающего звена, мкм.	+450	+700	+550	+900	+400	+800	+500	+700	+450	+800
Δ <sub>H</sub> A <sub>Δ</sub> – нижнее отклонение, мкм.	-450	0	-550	0	-400	0	-500	0	-450	0
Задача 5 Анализ ОНВ зубчатой передачи узла редуктора	Выполнить рабочий чертеж (эскиз) зубчатого колеса – 4 (рис. 1) согласно ГОСТ 1643-81 и ГОСТ 2.403-75 на формате А4. Исходные параметры: m – модуль, мм; z – число зубьев; b <sub>сг</sub> = 1,5-2 Дотв. зубчатого колеса. Степень точности зубчатого колеса – ГОСТ 1643-81. Исходные данные для проектирования зубчатого колеса:									
	m = 3, z = 68 8-7-6 В ГОСТ 1643-81				m = 4, z = 68 8-7-7 ВаГОСТ 1643-81			m = 4,5, z = 68 7-7-Ва ГОСТ 1643-81		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. / [А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов]. – М.: Высш. школа, 2004. – 767 с.
2. Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1986. – 351 с.
3. Допуски и посадки: Справочник. Том 1-2 / Под ред. В.Д. Мягкова, Л.: Машиностроение, 1982. – 1052 с.
4. Пашкова, Н.А. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения в машиностроении: Методические указания для выполнения курсовых и контрольных работ студентов-заочников. – Хабаровск: ХПИ, 1987.
5. Яворский, Н.И. Контроль калибра-скобы: Методические указания. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2004. – 16 с.: ил.
6. ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88). ОНВ. Единая система допусков и посадок. Общие положения. Ряды допусков. Введ. с 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
7. ГОСТ 24853-81 (СТ СЭВ 157-75). Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. Введ. с 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
8. Дрыгин, В.В. Единая система конструкторской документации в курсовом и дипломном проектировании. Оформление текстовой документации. Методические указания на выполнение курсового и дипломного проектирования. / [В.В. Дрыгин, Ю.В. Козерод]. – Хабаровск: ДВГУПС, 2002.

## Вопросы для самоконтроля

1. Что называют взаимозаменяемостью в машиностроении? В чем её сущность? Основные нормы взаимозаменяемости (ОНВ).
2. Какие изделия называют взаимозаменяемыми? Виды взаимозаменяемости. Нормирование размерных параметров.
3. Каковы принципы построения систем допусков и посадок?
4. Что называют основными отклонениями в ЕСДП (ГОСТ 25346-89)?
5. Как обозначаются основные отклонения отверстий и валов в ЕСДП? Как располагаются они относительно линии номинального размера?
6. Что называют номинальным, действительным и предельным размерами?
7. Что называют допуском размера, верхним и нижним отклонением и полем допуска? Принцип построения полей допусков в ОНВ ЕСДП.

8. Какой знак может иметь отклонение размера? Чем отличается в этом смысле допуск размера? Как обозначаются допуски на чертежах?

9. Что называют натягом и зазором. Как определяются предельные и действительные значения натягов и зазоров в сопряжении деталей? Их функциональная взаимосвязь с  $D_{\max}$  ( $d_{\max}$ ) и  $D_{\min}$  ( $d_{\min}$ ); ES (es) и EI (ei).

10. Чем характеризуется точность размера? Квалитеты точности в ЕСПД.

11. Рекомендации ИСО/Р1829, ИСО/Р286 и их взаимосвязь с ЕСПД (ГОСТ 25346-89).

12. Основные нормы взаимозаменяемости (ОНВ) подшипниковых соединений. Допуски и посадки подшипниковых соединений и их обозначение на рабочих и сборочных чертежах.

13. ОНВ зубчатых передач. Шлицевые соединения. Методы центрирования шлицевых соединений. Обозначение посадок на чертежах.

14. ОНВ шпоночных соединений. Допуски и посадки. Обозначение ОНВ на чертежах.

15. ОНВ. Погрешности формы и взаимного расположения поверхностей. Шероховатость поверхностей деталей. Обозначение допусков формы и шероховатости поверхностей на чертежах.

16. Самостоятельно проведите нормоконтроль и сертификацию ОНВ рабочих чертежей (см. приложения П6 и П7), руководствуясь приложениями П1 – П5, а также проверьте свои практические знания в области стандартизации, сертификации и метрологии с помощью контрольного теста П8 данного методического указания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. для вузов. / [А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов]. – М.: Высш. школа, 2004. – 767 с.
2. Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1986. – 351 с.
3. Допуски и посадки: Справочник. Том 1-2 / Под ред. В.Д. Мягкова, Л.: Машиностроение, 1982. – 1052 с.
4. Палей, М.А. Допуски и посадки: Справочник. Том 1-2-х г. – 7-е изд. – Л.: Политехника, 1991. – 576 с.
5. Пашкова, Н.А. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения в машиностроении: Методические указания для выполнения курсовых и контрольных работ студентов-заочников. – Хабаровск: ХПИ, 1987.
6. ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88). ОНВ. Единая система допусков и посадок. Общие положения. Ряды допусков. Введ. с 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
7. ГОСТ 24853-81 (СТ СЭВ 157-75). Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. Введ. с 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
8. ГОСТ 520-89 (ИСО 492-86). ОНВ. Допуски подшипников качения. Введ. с 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
9. ГОСТ 16320-80. Цепи размерные. Расчёт плоских цепей. Введ. с 01.01.1981. – М.: Изд-во стандартов, 1980.
10. Дрыгин, В.В. Единая система конструкторской документации в курсовом и дипломном проектировании. Оформление текстовой документации. Методические указания на выполнение курсового и дипломного проектирования. / [В.В. Дрыгин, Ю.В. Козерод]. – Хабаровск: ДВГУПС, 2002.
11. Пашкова, Н.А. Выбор средств измерения и контроля в машиностроении: Методические указания. – Хабаровск: ХПИ, 1985. – 28 с.
12. Дайлидко, А.А. Стандартизация, метрология и сертификация на железнодорожном транспорте. / [А.А. Дайлидко, Ю.А. Юрченко]. – М.: Желдориздат, 2002. – 262 с.
13. ПССФЖТ 01-96. Правила Системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте Российской Федерации. Основные положения. Рег. №1220 от 27.12.1996. Рег. № РОСС RU.0001.01ЖТОО.
14. Яворский, Н.И. Контроль калибра-скобы: Методические указания. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2004. – 16 с.: ил.
15. Справочник контролера машиностроительного завода / Под ред. А.И. Якушева. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.
16. Закон РФ «О защите прав потребителей» от 09.01.1996 №2–ФЗ.

17. Закон РФ «О техническом регулировании» от 27.07.2002 №184-ФЗ.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Пример заполнения титульного листа контрольной расчетно-графической работы (РГР)

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Кафедра «Детали машин»

### РАСЧЁТ И ВЫБОР ПОСАДОК СОЕДИНЕНИЙ УЗЛА РЕДУКТОРА

Пояснительная записка к контрольной расчетно-графической работе №1,2  
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

КР. ИИФО. КТ06-В-499-3/О ПЗ

Выполнил студент: \_\_\_\_\_

(дата, подпись)

(Ф.И.О.)

студент \_\_\_\_\_ курса, гр. \_\_\_\_\_ (шифр-

3/0) \_\_\_\_\_

Прове-

рил \_\_\_\_\_

(дата, подпись) (Ф.И.О.)

щите

РГР (КР) допущена (не допущена) к за-

на \_\_\_\_\_

Зачте-

троль \_\_\_\_\_

Нормокон-

Домашний адрес, ин-  
декс \_\_\_\_\_

Хабаровск  
2006

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Нормальные линейные размеры в миллиметрах (ГОСТ 6636 – 69)

Ряды				Ряды				Ряды								
$R_{a5}$	$R_{a10}$	$R_{a20}$	$R_{a40}$	$R_{a5}$	$R_{a10}$	$R_{a20}$	$R_{a40}$	$R_{a5}$	$R_{a10}$	$R_{a20}$	$R_{a40}$					
1,0	1,0	1,0	1,0	10	10	10	10	100	100	100	100					
			1,05				10,5				105					
		1,1	1,1			11	11			110						
			1,15			1,15	120									
	1,2	1,2	1,2			12	12			12	125	125	125	125		
			1,3							13				130		
		1,4	1,4							14			14	140		
			1,5							15			150			
	1,6	1,6	1,6			1,6	16			16	16	16	160	160	160	160
						1,7						17				170
1,8			1,8	18	18	180										
			1,9	19	190											
2,0		2,0	2,0	20	20	20		200	200		200	200				
			2,1			21						210				
		2,2	2,2			22					22	220				
			2,4			24					240					
2,5		2,5	2,5	2,5	25	25		25	25		250	250			250	250
				2,6					26							260
	2,8		2,8	28			28	280								
			3,0	30			300									
	3,2	3,2	3,2	32			32	32	320	320			320	320		
			3,4					34						340		
		3,6	3,6					36					36	360		
			3,8					38					380			
	4,0	4,0	4,0	4,0			40	40	40	40			400	400	400	400
				4,2						42						420
4,5			4,5	45	45	450										
			4,8	48	480											
5,0		5,0	5,0	50	50	50			500	500	500	500				
			5,3			53						530				

		5,6	5,6			56	56			560	560
			6,0				60				600
6,3	6,3	6,3	6,3	63	63	63	63	630	630	630	630
			6,7				67				
		7,1	7,1			71	71			710	
			7,5				75				750
	8,0	8,0	8,0		80	80	80		800	800	800
			8,5				85				850
		9,0	9,0			90	90			900	
			9,5				95				950

**ПРИЛОЖЕНИЕ П1 (справочное)**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ П2 (справочное)**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ПЗ (справочное)**



**Приложение П4 (справочное)**  
**ОСНОВНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ. ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ.**

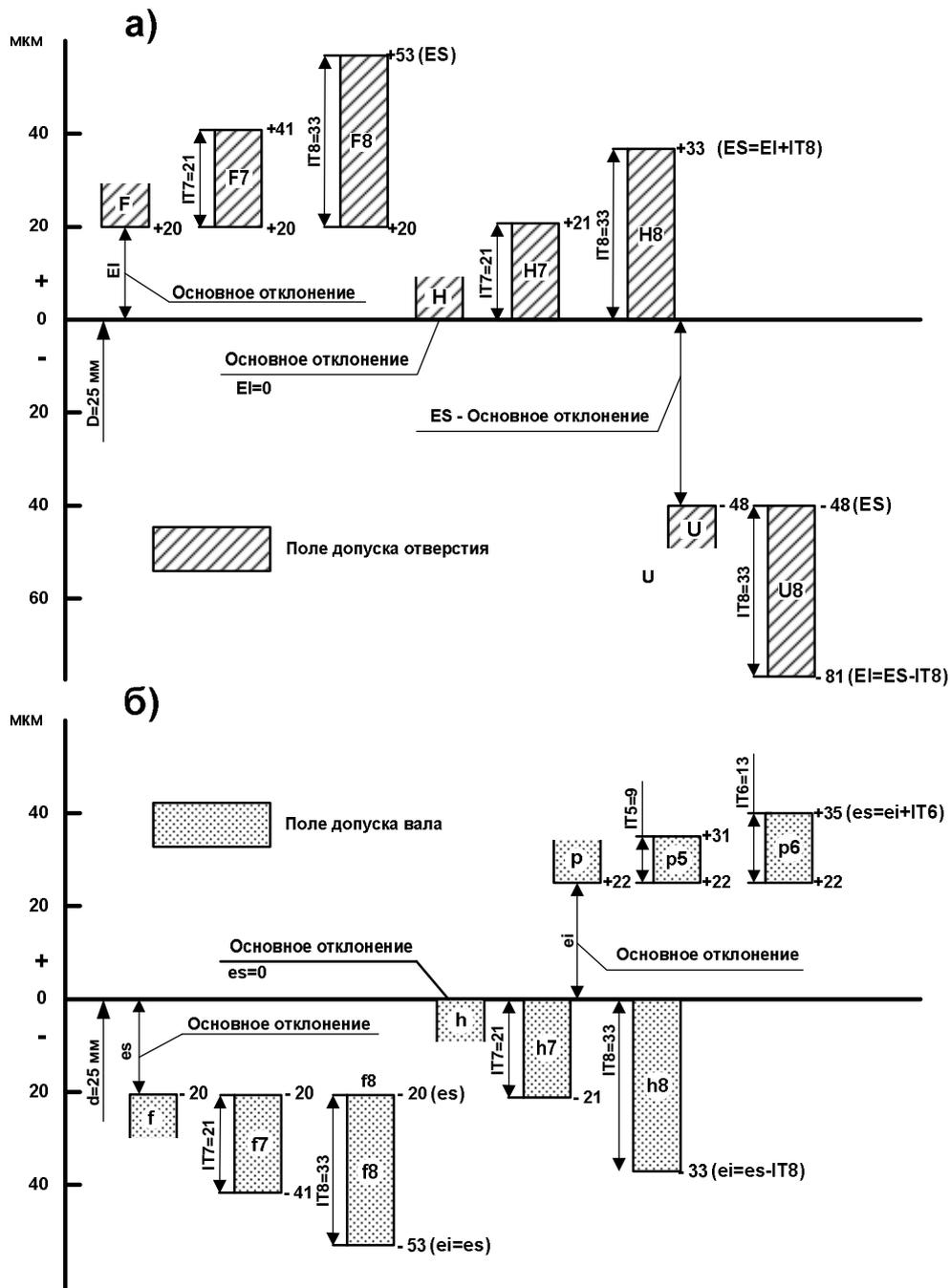
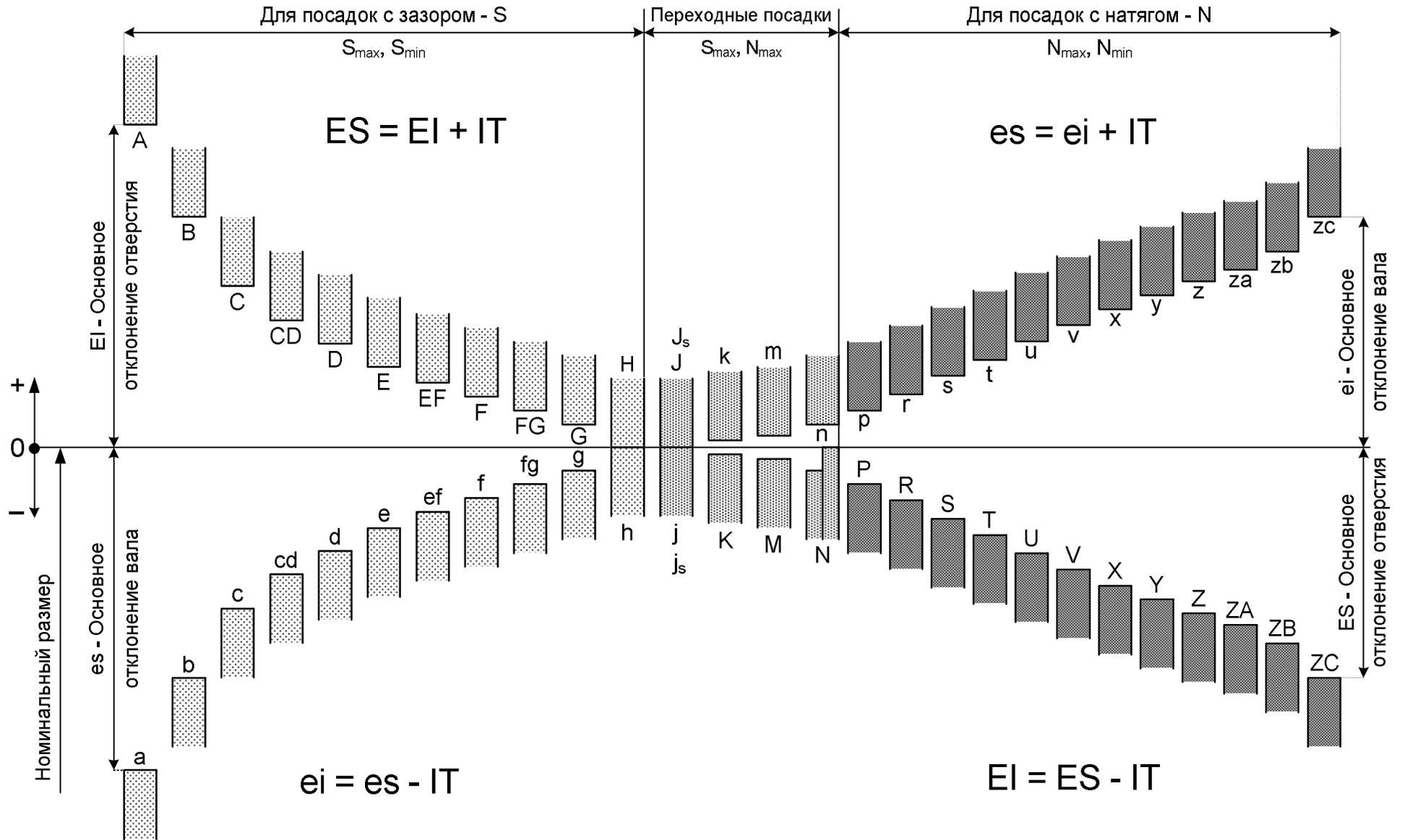


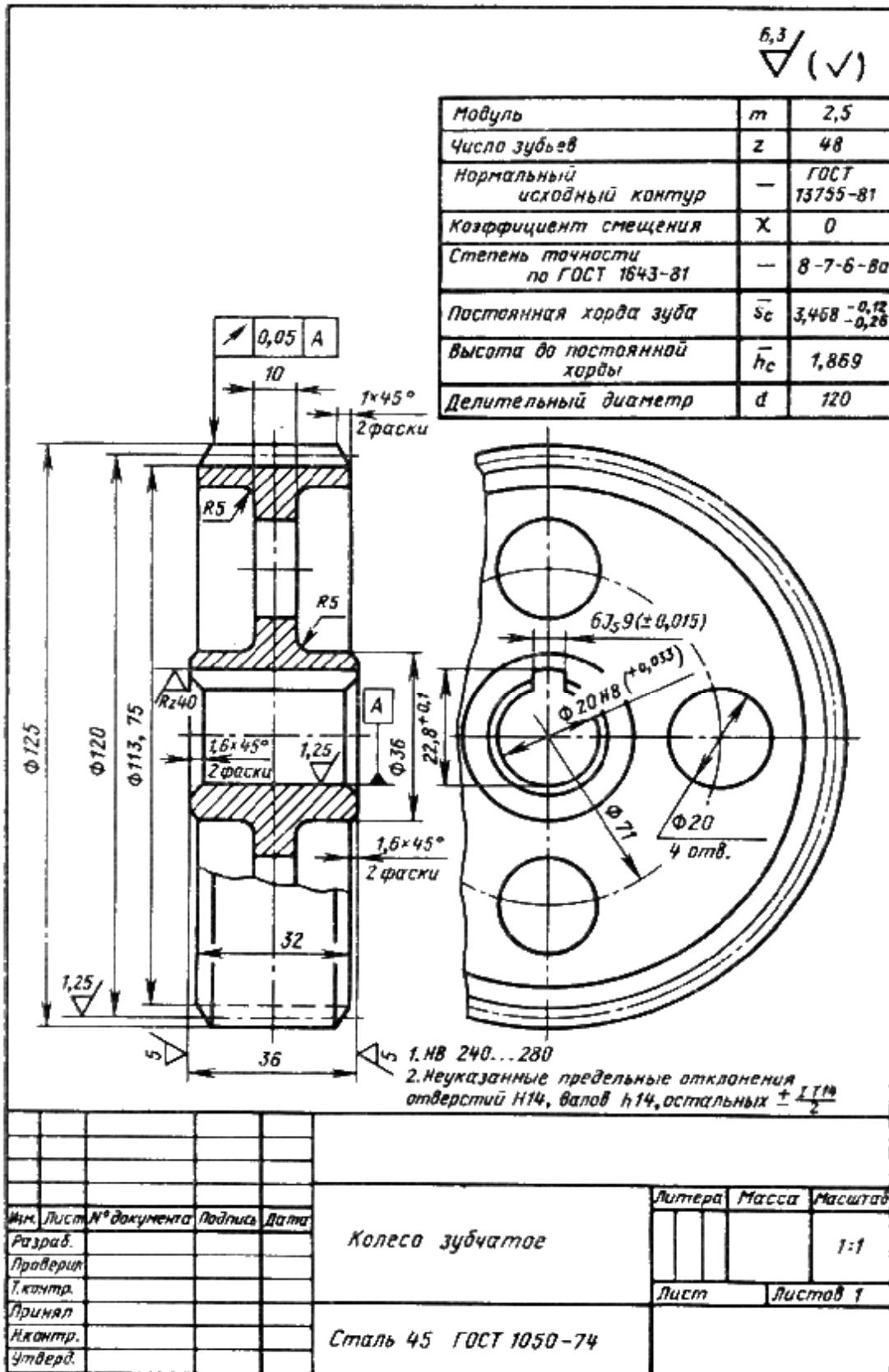
Рис.2 Примеры образования полей допусков: а - отверстий (например -  $\varnothing 25H8$ ,  $\varnothing 25F7$ ); б - валов (например -  $\varnothing 25h6$ ,  $\varnothing 25f7$ ). Соединение (посадка) -  $\varnothing 25H8/f7$

# ПРИЛОЖЕНИЕ П5 (справочное)

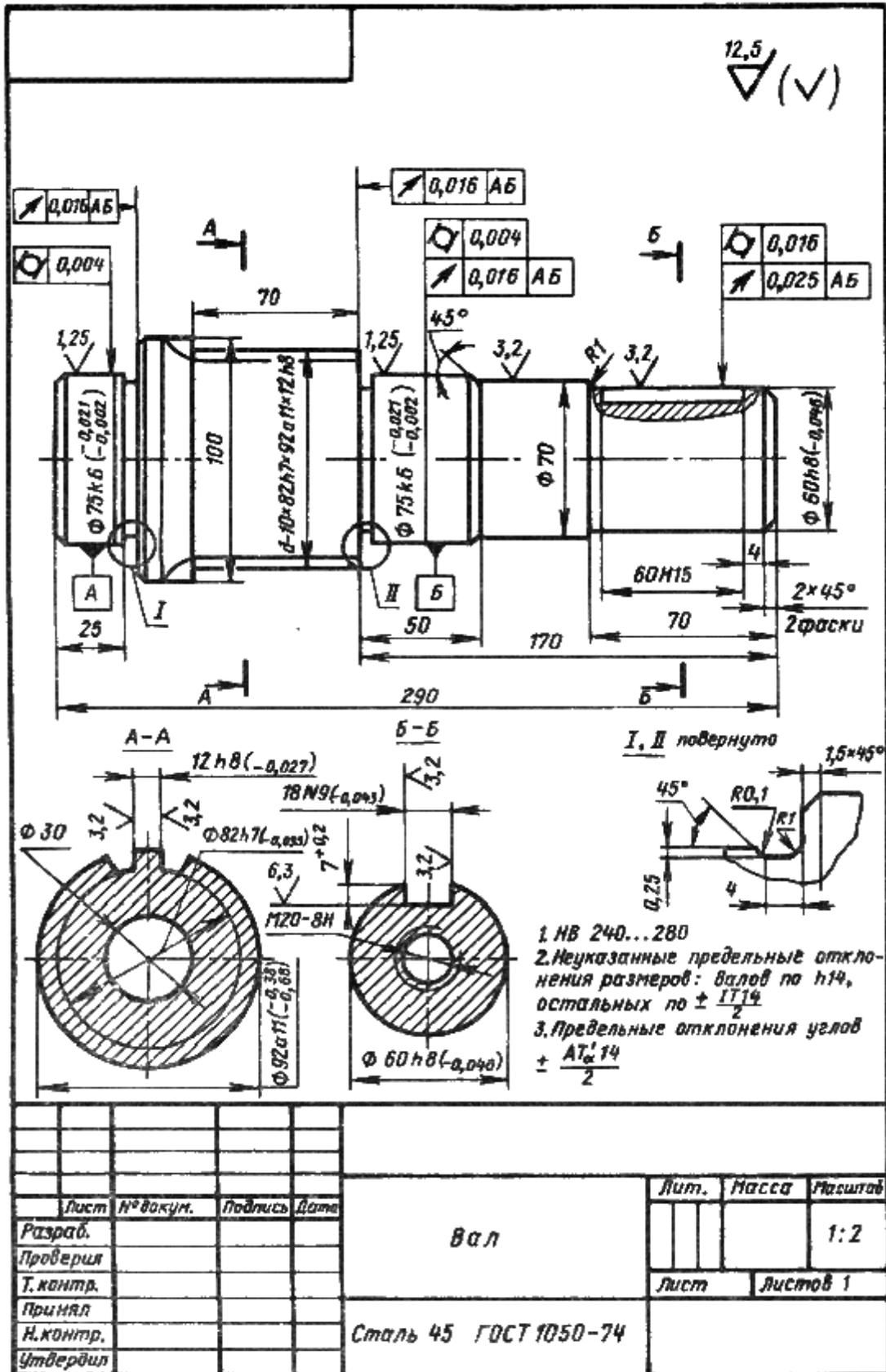


Ряды основных отклонений

**ПРИЛОЖЕНИЕ П6 (справочное)**  
**РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА**



**ПРИЛОЖЕНИЕ П7 (справочное)**  
**РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ**



## **ПРИЛОЖЕНИЕ 8** (справочное) **САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ НОРМОКОНТРОЛЬ И СЕРТИФИКАЦИЯ РАБОЧИХ И СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Руководствуясь требованиями и рекомендациями нормативно-технических документов (НТД): «Основных норм взаимозаменяемости» (ОНВ), ЕСДП (ГОСТ 25346-89) и комплекса стандартов ЕСКД (Единой системы конструкторской документации) провести нормоконтроль и сертификацию рабочих чертежей ПК – 6, ПК – 7 и других на соответствие выполнения требований вышеуказанных НТД.

Самостоятельно повысить свой уровень качества знаний в области стандартизации, сертификации и метрологическом обеспечении ОНВ транспортной продукции на всех стадиях жизненного цикла (проектирования, технологии изготовления и эксплуатации) на базе проработки ниже приведенных контрольных тестов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ**

**ВОПРОС 1.** При проектировании зубчатого колеса (ЗК) (см. приложение П6) по каким формулам определяется диаметр делительной окружности ЗК?

**ОТВЕТ:** 1.1  $d = m \cdot z + 2m$ ; 1.2  $d = m \cdot z$ ; 1.3  $d = m \cdot (z - 2)$ .

**ВОПРОС 2.** Проведите анализ ОНВ рабочего чертежа П6 и укажите номинальный размер диаметра вала необходимого для посадки ЗК  $\varnothing 20H8$  ( $^{+0,033}$ )?

**ОТВЕТ:** 2.1 20H8; 2.2 20h8 ( $_{-0,033}$ ); 2.3  $\varnothing 20$ ; 2.4  $\varnothing 19,967$ .

**ВОПРОС 3.** Укажите допуск на изготовление и контроль размера  $\varnothing 120$  ЗК?

**ОТВЕТ:** 3.1  $\varnothing 120H8$ ; 3.2  $\varnothing 120 \pm IT14/2$ ; 3.3 120h14; 3.4 НВ 240 ... 280.

**ВОПРОС 4.** Укажите на чертеже исполнительный размер ЗК -  $\varnothing 128$  согласно указанных требований чертежа.

**ОТВЕТ:** 3.1  $\varnothing 128 \pm IT14/2$ ; 3.2  $\varnothing 128 \pm 0,5$ ; 3.3  $\varnothing 128h14$ ; 3.4  $\varnothing 128h14(\pm 0,5)$ ; 3.5  $\varnothing 128h14$  ( $_{-0,0}$ ).

**ВОПРОС 5.** Укажите предельные отклонения для обработки 4-х отверстий  $\varnothing 20$  согласно требований чертежа.

**ОТВЕТ:** 5.1  $\varnothing 20 \times 4_{\text{отв.}}$ ; 5.2  $\varnothing 20 \pm IT14/2$ ; 5.3  $\varnothing 20 \pm H14$ ; 5.4  $\varnothing 20^{+IT14}$ .

ВОПРОС 6. Исполнительный размер  $\varnothing 71$  согласно требований чертежа.

ОТВЕТ: 6.1  $\varnothing 71H8$ ; 6.2  $\varnothing 71H8/240$ ; 6.3  $\varnothing 71H14$ ; 6.4  $\varnothing 71 \pm IT14/2$ .

ВОПРОС 7. В какой системе допусков и посадок ведется технологический процесс изготовления и сборки отверстия  $3K \varnothing 20H8 (+0,033)$  с валом.

ОТВЕТ: 7.1 в системе ЕСДП; 7.2 в системе основного отверстия; 7.3 в системе основного вала; 7.4 внесистемная сборка.

ВОПРОС 8. Укажите величину допустимой погрешности (допуска)  $\varnothing 20H8 (+0,033)$ .

ОТВЕТ: 8.1 20,033; 8.2 +0,033; 8.3 0,033; 8.4 20H8.

ВОПРОС 9. Укажите значение наименьшего предельного размера шпоночного паза  $6Js9 (\pm 0,015)$ .

ОТВЕТ: 9.1  $6 \pm 0,015$ ; 9.2 6,015; 9.3 5,985; 9.4  $6 - 0,015$ ; 9.5 6,03.

ВОПРОС 10. Укажите величину допуска на изготовление шпоночного паза  $6Js9 (\pm 0,015)$

ОТВЕТ: 10.1  $6 \pm 0,015$ ; 10.2 6,03; 10.3 0,3; 10.4 +0,015; 10.5 +0,3.

ВОПРОС 11. Обеспечить посадку зубчатого колеса на вал с дополнительным креплением – шпонки (изготовленной по IT9 в системе вала). Дать обозначение посадки шпонки в паз  $3K - 6Js9$ .

ОТВЕТ: 11.1  $6H9/Js9$ ; 11.2  $6Js9 (\pm 0,015)$ ; 11.3  $6h9/Js9$ ; 11.4  $6Js9/h9$ ; 11.5  $6h9 (-IT9)$ .

ВОПРОС 12. Укажите комбинированным методом исполнительный размер шпонки изготовленной в системе основного вала:  $b = 6$  мм, IT9 = 30 мкм.

ОТВЕТ: 12.1  $6 \pm IT9$ ; 12.2  $6 \pm 0,03$ ; 12.3  $6h9 (\pm 0,015)$ ; 12.4  $6h9 (-0,03)$ ; 12.5  $6h9 (+0,03)$ .

ВОПРОС 13. Укажите величину предельных зазоров или натягов шпоночного соединения –  $6Js9/h9$ , где  $6Js9 (\pm 0,015)$  и  $6h9 (-0,03)$ .

ОТВЕТ: 13.1  $S_{max} = 0,03$ ; 13.2  $S_{max} = +0,045$ ; 13.3  $N_{max} = +0,015$ ; 13.4  $S_{min} = -0,015 (N?)$ ; 13.5  $= +0,015 (N?)$ .

ВОПРОС 14. Определите характер посадки шпоночного соединения  $6Js9/6h9$ .

ОТВЕТ: 14.1 с гарантированным S – зазором; 14.2 переходный; 14.3 с гарантированным N – натягом.

ВОПРОС 15. В какой системе допусков и посадок выполнено отверстие  $\varnothing 20H7$  ( $^{+0,033}$ ).

ОТВЕТ: 15.1 отверстие внесистемное; 15.2 в системе основного вала; 15.3 в системе основного отверстия.

ВОПРОС 16. В системе основного отверстия обеспечить посадку ЗК -  $\varnothing 20H7$  на вал с основным отклонением – s по IT6.

ОТВЕТ: 16.1  $\varnothing 20H7/s6$ ; 16.2  $\varnothing 20S6/H7$ ; 16.3  $H7/IT6s$ .

ВОПРОС 17. Максимально допустимая шероховатость поверхности зубчатого венца должна быть.

ОТВЕТ: 17.1 По  $R_a$  5 мкм; 17.2 6.3 по  $R_a$ ; 17.3 По HB 280; 16.4 40 мкм по  $R_z$ ; 16.5 0,05 A.

ВОПРОС 18. Допустимая погрешность радиального биения ЗК относительно базовой поверхности A?

ОТВЕТ: 18.1  $22,8^{+0,1}$ ; 18.2  $R_z$  40; 18.3 0,05; 18.4 HB 240; 18.5  $\pm IT14/2$ .

ВОПРОС 19. Согласно указанным нормам чертежа П7 с какой степенью точности по нормам контакта зубьев должно быть изготовлено зубчатое колесо: 8-7-6-Ва ГОСТ 1643-81?

ОТВЕТ: 19.1 По – Ва; 19.2 По – 8-ой; 19.3 По 6-ой; 19.4 По 7-ой; 19.5 По 6-Ва.

ВОПРОС 20. По эксплуатационному назначению к каким видам зубчатых передач следует отнести зубчатое колесо 8-7-6-Ва ГОСТ 1643-81?

ОТВЕТ: 20.1 к силовым передачам; 20.2 к отсчетным передачам; 20.3 к скоростным передачам.

ВОПРОС 21. По какой формуле определяется размер делительной окружности зубчатого колеса при проектировании.

ОТВЕТ: 21.1  $d = m \cdot z + 2m$ ; 21.2  $d = m \cdot z$ ; 21.3  $d = m \cdot (z - 2)$ .

ВОПРОС 22. Величина гарантированного бокового зазора –  $j_{min}$  в зубчатой передаче устанавливается в зависимости от степени точности колес в передаче?

ОТВЕТ: 22.1 да; 22.2 нет.

ВОПРОС 23. Дайте условное обозначение стандартной посадки P7 в системе основного вала  $\varnothing 20$ , вал изготовлен по IT6.

ОТВЕТ: 23.1  $\varnothing 20P7/IT6$ ; 23.2  $\varnothing 20H7/P6$ ; 23.3  $\varnothing 20P7/h6$ ;  
23.4  $\varnothing 20h6/P6$ .

ВОПРОС 24. На сборку поступили зубчатые колеса с  $\varnothing_{\text{действ.}} 20,04$ .  
Дайте заключение о годности ЗК для обеспечения техпроцесса сборки  
согласно требований чертежа П6.

ОТВЕТ: 24.1 годно для сборки узла; 24.2 не годно, но брак исправим;  
24.3 не годно и брак ЗК не исправим.

ВОПРОС 25. Для обеспечения посадки с гарантированным натягом  
 $\varnothing 20H7/p6$  на сборку поступили валы с  $\varnothing 20$ . Дайте заключение о годно-  
сти валов к сборке.

ОТВЕТ: 25.1 годен; 25.2 не годен, но брак исправим; 25.3 не годен и  
брак не исправим.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Общие требования и указания.....	4
Принятые обозначения.....	5
1 Анализ основных норм взаимозаменяемости (ОНВ) типовых соединений транспортных систем.....	6
2 Расчёт и выбор подшипниковых посадок.....	11
3 Метрологическое обеспечение ОНВ типовых соединений транспортных систем.....	16
4 Расчёт размерной цепи узла редуктора в условиях полной взаимозаменяемости (методом максимум-минимум).....	21
5 Расчёт размерной цепи узла редуктора теоретико-вероятностным методом.....	25
Задание.....	28
Библиографический список.....	33
Приложение А – Пример заполнения титульного листа контрольной расчетно-графической работы.....	35
Приложение Б – Нормальные линейные размеры.....	36
Приложение П1 – ЕСДП. Значения допусков.....	37
Приложение П2 – ЕСДП. Значения основных отклонений валов.....	38
Приложение П3 – ЕСДП. Значения основных отклонений отверстий.....	39
Приложение П4 – Основные отклонения. Образование полей допусков.....	40
Приложение П5 – ЕСДП. Ряды основных отклонений.....	41
Приложение П6 – Рабочий чертеж зубчатого колеса.....	42
Приложение П7 – Рабочий чертеж детали.....	43
Приложение П8 – Самостоятельный нормоконтроль и сертификация рабочих и сборочных чертежей.....	44