

Министерство сельского хозяйства РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Казанский государственный аграрный университет

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к выполнению курсовой работы по дисциплине:  
**«Метрология, стандартизация и сертификация»**

для студентов  
Института механизации и технического сервиса  
по направлениям подготовки: «Агроинженерия»,  
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
«Профессиональное обучение (по отраслям)»

КАЗАНЬ – 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
1. Определение параметров гладкого цилиндрического соединения и выбор средств измерения.....	5
2. Определение элементов соединений, подвергаемых селективной сборке ....	10
3. Расчет и выбор посадок для колец подшипников качения.....	11
4. Выбор посадок и определение параметров для деталей шпоночного соединения .....	14
5. Выбор посадок и определение параметров деталей прямобочных шлицевых соединений.....	16
6. Расчет сборочной размерной цепи.....	18
Литература.....	22
Приложение.....	23

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в процессе самостоятельного выполнения курсовой работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» (МСС) по учебникам, справочникам и формирование у них знаний, умений и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС (по направлению подготовки: «Агроинженерия»- ПК-4, ПК-5, а по направлению «Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов»- ПК-3).

Настоящие методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» по направлениям подготовки: «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов».

В них приведены методика выбора допусков и посадок цилиндрических соединений, шпоночных и шлицевых соединений, допусков формы и расположения поверхностей, а также указания относительно выбора шероховатости поверхности и контрольно-измерительных приборов, изложена методика расчета размерных цепей.

Прежде чем приступить к выполнению курсовой работы студенту рекомендуется усвоить теоретический курс по учебникам [1,8] . В этих учебниках по каждой теме имеется раздел соответствующего названия.

Курсовая работа включает шесть перечисленных ниже разделов.

1. Определение параметров гладкого цилиндрического соединения и выбор средств измерения.
2. Определение элементов соединений, подвергаемых селективной сборке.
- 3 Расчет и выбор посадок для колец подшипников качения.
4. Выбор посадок и определение параметров деталей шпоночного соединения.
5. Выбор посадок и определение параметров деталей прямобоочных шлицевых соединений.

## 6. Расчет сборочной размерной цепи.

К каждой задаче приведены основные положения, перечень вопросов, подлежащих разработке, указания по выполнению заданий и рекомендуемая литература, в приложении помещен справочный материал.

Курсовая работа выполняется на компьютере в виде расчетно-пояснительной записки на стандартных нелинованных листах формата А4 (297x210мм) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79. Формат текста: Word for Windows-2000-2007/XP. Поля: 30 мм- справа, 20 мм- сверху, слева и справа. Шрифт: размер (кегель) -14; тип- Times New Roman. Записи выполняются на одной стороне листа.

Она должна начинаться с титульного листа ( см. приложение I), затем идет задание, содержание и далее идут введение и соответствующие разделы курсовой работы и список использованной литературы.

Каждое задание следует начинать с нового листа.

Абзац следует начинать с красной строки, т.е. отступив вправо от левой вертикали строчного текста на 15...17 мм.

Нумерация разделов и подразделов, входящих в них, выполняются арабскими цифрами в соответствии с ГОСТ 2-105-79. Листки записки нумеруются арабскими цифрами.

Изложение текста должно быть кратким и точным. В курсовой работе рекомендуется использовать терминологию, определения и обозначения принятые в учебнике [I]. Сокращение слов допускается в случаях, предусмотренных ГОСТ 2.316-68.

Опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные при оформлении записки, должны быть исправлены черными чернилами после аккуратной подчистки. Повреждения листов записки, помарки текста и графиков не допускаются.

Наличие в записке грамматических ошибок и небрежность ее оформления дает основание для снижения оценки работы.

Эскизы выполняются в масштабе на отдельных листах, а схемы допускается расположить по ходу изложения текста. Все эскизы, схемы необходимо пронумеровать последовательно в пределах одного раздела арабскими цифрами. Они должны иметь подрисуночный текст.

Цифровой материал оформляется в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок.

Таблица помещается после первого упоминания о ней и нумеруется в пределах раздела арабскими цифрами.

Формулы, используемые в пояснительной записке нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер ставится с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Расшифровка символов и коэффициентов, входящих в формулу, следует приводить непосредственно под формулой в той, последовательности, в какой они даны в формуле. Далее приводятся численные значения символов и коэффициентов. При написании формулы необходимо указывать источник, из которого она заимствована. После расшифровки формулы, выбора коэффициентов и числовых величин производится математический расчет.

При выполнении заданий следует давать краткие пояснения, указывать стандарты, а в конце работы следует привести список использованной литературы в порядке появления ссылок в тексте.

Допускается делать ссылки на стандарты.

Ссылка на литературный источник дается по примеру [2], где цифра в квадратных скобках означает порядковый номер литературы по прилагаемому списку. В нашем случае. Никифоров А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. -М.: КолосС, 2011. -367 с.

Курсовая работа должна быть сшита, надлежащим образом оформлена и подписана студентом.

В случае возникновения затруднений, которые могут встретиться при изучении дисциплины и выполнении курсовой работы, следует обратиться за консультацией к преподавателю на кафедру или по электронной почте Mtexnservis47@mail.ru.

## 1. Определение параметров гладкого цилиндрического соединения и выбор средств измерения

### 1.1. Исходные данные:

Условное обозначение соединения.

1.2. Определить величину допусков, предельные отклонения размеров вала и отверстия.

Если точность размера задана полем допуска в условном обозначении, то величина допуска и предельные отклонения отверстия и вала определяются по таблице ГОСТ 25346-82 или [1].

### 1.3. Определить предельные размеры отверстия и вала.

Предельные размеры отверстия и вала определяются, по формулам:

$$D_{\max} = D + ES;$$

$$D_{\min} = D + EI;$$

$$\alpha_{\min} = \alpha + ei;$$

$$\alpha_{\max} = \alpha + es/$$

1.4. Определить величины предельных зазоров (натягов), допуск посадки, вид посадки.

Предельные зазоры, натяги и допуск посадки определяются по формулам, приведенным в [1, 2].

Вид посадки устанавливается по характеру соединения.

1.5. Начертить в масштабе: а) схему расположения полей допусков отверстия и вала; б) эскизы деталей соединения и по отдельности с обозначением полей допусков и отклонений.

Пример выполнения схемы расположения полей допусков отверстия и вала, а также эскизов деталей соединения приведены в [1, 3].

На эскизах деталей, указываются предельные отклонения размеров отверстия и вала тремя способами: а) в символьном выражении; б) числовыми значениями; в) смешанным способом ( см. [1,4] стр. 138).

1.6. Определить величины шероховатости поверхности отверстия и вала по параметру  $R_a$  и методы окончательной обработки, проставить ее на эскизах деталей.

Шероховатость сопрягаемых поверхностей устанавливается на основании заданного номинального размера детали и посадки, пользуясь справочником [5] стр. 551...571 (приложение 2,3,4).

После выбора шероховатости поверхности численное значение  $R_a$  должно быть уточнено по ГОСТ 2789-73 (см. [2] стр.554...545).

Согласно [1,3], по полученной шероховатости поверхности следует выбирать экономичные методы для окончательной обработки отверстия и вала. Метод окончательной обработки выбирается исходя из данных точностных характеристик обрабатываемой детали, ее конструктивных особенностей и условий производства.

1.7. Установить степени и величины допусков формы и расположения поверхностей.

Величина отклонений формы и расположения поверхностей выбирается согласно [I] .

1.8. Выбрать измерительные средства для измерения размеров отверстия и вала с необходимой точностью.

При выборе средств измерений руководствуются следующими положениями: 1) точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью выполнения размера детали;

2) трудоемкость измерений и их стоимость должны быть возможно более низкими.

Выбор средств измерения производится следующим образом:

а) По известным номинальному диаметру и величине допуска контролируемого размера детали по ГОСТ 8.051-81 или [1] определяют допускаемую предельную погрешность измерения для отверстия и вала ( $\delta$ );

б) По литературе [1] см. (приложение 5) выбирают измерительные средства для измерения размера отверстия и вала. При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие, чтобы предельная погрешность средств измерения ( $\Delta_{\text{lim}}$ ) была меньше допустимой погрешности измерения ( $\delta$ );  $\Delta_{\text{lim}} \leq \delta$

Данные по выбору измерительных средств занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1- Результаты выбора средств измерения

Наименование детали ее размер, поле допуска	Величина допуска изделия, мм	Допустимая погрешность измерения, мм	Предельн. погрешность измерит. средства, мм	Наименов. обозначение измерит. средства, ГОСТ	Концевые меры для настройки	
					Класс	Разряд
1.						
2.						

## 2. Определение элементов соединений

подвергаемых селективной сборке

### 2.1. Исходные данные:

1. Условное обозначение соединения,

2. Число групп соединения.

2.2. Определить значения допусков, предельных отклонений и предельные размеры вала и отверстия.

2.3. Определить величины предельных зазоров (натягов) в соединении.

2.4. Определить групповые допуски вала и отверстия.

Значения групповых допусков вала и отверстия определяются по формулам:



$$T_{\alpha}^I = \frac{T_{\alpha}}{T_n};$$

$$T_D^I = \frac{T_D}{\delta_n},$$

где  $T_{\alpha}$ ,  $T_D$  - соответственно групповые допуски вала и отверстия;  
n- число групп.

2.5. Начертить схему полей допусков соединения.

Разделить поля допусков отверстия и вала на заданное число групп.  
Пронумеровать групповые допуски на схеме.

Определить по схеме полей допусков предельные отклонения и размеры вала и отверстия.

Указать на схеме предельные зазоры (натяги) для соединения и для размерных групп:

2.6. Составить карту сортировщика. Карта сортировщика составляется по форме (см.табл. 2.1)

Таблица 2.1- Карта сортировщика для селективной сборки деталей соединения

Номер размерной группы		Размеры деталей, мм	
		отверстие	вал
1	свыше		
	до		
2	свыше		
	до		
3	свыше		
	до		

2.7. Определить групповые зазоры (натяги).

3. Расчет и выбор посадок для колец

подшипников качения

Определить номинальные значения параметров подшипника качения.

Номинальные размеры подшипника:  $d$ ,  $D$ ,  $b$ ,  $r$ ,  $r_c$  определяются по заданному номеру подшипника пользуясь справочником [4] [7].

### 3.2. Установить характер нагружения подшипника.

По заданному чертежу узла с учетом условий его работы определяется характер нагрузки подшипника, перегрузка до 150% умеренные толчки и вибрации (статическая), перегрузка до 300% сильные удары и вибрация (динамическая).

### 3.3. Определить вид нагружения наружного и внутреннего колец подшипника.

Вид нагружения колец подшипника установить исходя из чертежа узла используя литературу [1].

Различают местное, циркуляционное и колебательное нагружения, зависящие от того, какое кольцо подшипника неподвижно, какое вращается и как при этом воспринимается радиальная нагрузка.

Местным нагружением кольца называется такой вид нагружения, при котором действующая на подшипник результирующая радиальная нагрузка постоянно воспринимается одним и тем же ограниченным участком дорожки кольца.

Циркуляционным нагружением кольца называют такой вид нагружения, при котором действующая на подшипник результирующая радиальная нагрузка воспринимается и передается телами качения в процессе вращения дорожке качения последовательно по всей ее длине.

При колебательном нагружении постоянная по направлению нагрузка сочетается с меньшей вращающейся радиальной нагрузкой, при этом равнодействующая сила не совершает полного оборота, а колеблется на определенном участке невращающегося кольца.

### 3.4. Определить величину интенсивности нагружения от циркуляционной нагрузки используя литературу [1].

### 3.5. Определить посадки колец подшипника на вал и в корпус.

Для циркуляционно нагруженных колец посадку выбирают по величине интенсивности радиальной нагрузки на посадочной поверхности ( см. [1,2, 7]

Для местно нагруженных колец посадку выбирают в зависимости от величины интенсивности радиальной нагрузки ( см. [1]

3.6. Найти предельные размеры вала и отверстия в корпусе, а также отклонения размеров колец подшипников (см. [6] стр. 358..359).

3.7. Обосновать шероховатость посадочных поверхностей вала и отверстия в корпусе, а также их торцевых поверхностей деталей, сопрягаемых с боковыми поверхностями колец подшипников качения. Установить допускаемые отклонения геометрической формы посадочных поверхностей и биения заплечиков. Шероховатость поверхности вала и отверстия в корпусе определяется по справочнику [1,2], а допускаемые отклонения геометрической формы посадочных поверхностей: допуск круглости или допуск профиля продольного сечения вала и отверстия и допускаемые отклонения биения заплечиков вала и отверстия в корпусе под подшипник определяются согласно [5] стр. 378...379,382, допустимые углы взаимного перекоса колец подшипников выбираются по [7] стр.381 (см. приложение 7..11)

3.8. Выбрать экономические способы окончательной обработки и измерительные средства для контроля вала и отверстия корпуса (выполняется аналогично гладким цилиндрическим деталям).

3.9. Определить предельные зазоры и натяги в соединении ( см. [1] ).

3.10. Проверить допустимость посадки из условий прочности внутреннего кольца подшипника на разрыв [II] стр. 349.

3.11. Начертить схему расположения полей допусков деталей соединения.

На схеме указать все необходимые размеры (см. [4]. стр. 225).

3.12. Начертить эскизы посадочных поверхностей вала, отверстия корпуса и соединений в сборе.

На эскизах указать все необходимые размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхности, отклонения формы, посадки соединений (см. [6] стр. 380, [4] стр. 299).

#### 4. Выбор посадок и определение параметров деталей шпоночного соединения

4.1. Определить номинальные размеры шпонки, шпоночных пазов вала и втулки.

Номинальные размеры шпоночного соединения с призматическими шпонками определяются по ГОСТ 23360-78, а с сегментными шпонками - по ГОСТ 24071-80 (см. [6] стр. 269...280, или [4] стр. 303...306).

4.2. Выбрать посадки: вал-втулка, шпонка-паз вала и шпонка-паз втулки. Найти численные значения продольных отклонений размеров втулки, вала, а также шпонки, пазов вала и втулки; рассчитать предельные размеры шпонки и пазов и допуски этих размеров:

Оптимальные поля допусков деталей шпоночного соединения выбираются исходя из условий работы. Рекомендуемые поля допусков в соединениях вал-втулка приведены в литературе [1].

Выбор предельных отклонений размеров по ширине шпонки и шпоночных пазов для призматических и сегментных шпонок производится по таблицам СТ СЭВ 189-75 и СТ СЭВ 647-77 [6] стр. 269...280, или [4] стр. 313.

Поля допусков на другие размеры деталей шпоночного соединения назначаются согласно СТ 57-73 (см. [1]).

4.3. Выбрать экономические способы окончательной обработки поверхностей деталей шпоночного соединения.

Экономически целесообразными способами окончательной обработки поверхностей являются: шпонки-плоское получистовое шлифование, паза вала под сегментную шпонку, фрезерование трехсторонней дисковой фрезой, паза вала под призматическую шпонку-фрезерование чистовое концевой фрезой и паза втулки-протягивание или долбление.

4.4. Выбрать контрольно-измерительные средства для поэлементной и комплексной проверки деталей шпоночного соединения.

Выбор измерительных средств для контроля деталей шпоночного соединения допускается проводить (без расчетов) согласно [1] или [4]. 315...316.

4.5. Вычертить эскизы шпоночного соединения и его деталей (втулки и вала), проставить на них посадки в символьном выражении и все предельные размеры в числовом обозначении, указать на деталях шероховатость поверхности и допуски взаимного расположения.

Шероховатость поверхности деталей шпоночного соединения с призматической и сегментной шпонками выбирается согласно [5] стр. 567 (см. приложение 12).

4.6. Начертить схемы расположения полей допусков деталей шпоночного соединения (см. [4] стр. 312).

4.7. Определить предельные зазоры и натяги в соединении.

4.8. Написать условное обозначение шпонки.

4.9. Размерные характеристики деталей шпоночного соединения привести в виде таблицы 5.1.

Таблица 4.1 -Размерные характеристики деталей шпоночного соединения

Наименование размера	Номинальн й размер, мм	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		Допуск размера, мм
		верхнее	нижнее			
1	2	3	4	5	6	7
Ширина шпонки						
Высота шпонки						
Длина шпонки						
Ширина паза вала						
Глубина паза вала						

Длина паза вала					
Ширина паза втулки					
Глубина паза втулки					
Диаметр шпонки (для сегментных шпонок)					

## 5. Выбор посадок и определение параметров деталей прямобочных шлицевых соединений

5.1. Установить способ центрирования заданного шлицевого соединения.

5.1.1. Расшифровать условное обозначение шлицевого соединения см. [10] стр. 297...301 и охарактеризовать технологию изготовления шлицевой поверхности вала и втулки исходя из заданного способа центрирования [II] стр. 317...323.

5.2. Определить предельные размеры центрирующих и нецентрирующих элементов шлицевого соединения.

Предельные отклонения размеров центрирующих элементов шлицевого соединения определяются по стандарту СТ СЭВ 144-75 (см. [4] стр. 321...322).

Для нецентрирующих элементов определяются сначала поля допусков согласно [6] стр. 295, а затем предельные размеры по СТ СЭВ 144-75.

После определения всех размеров данные свести в таблицу 6.1.

5.3. Вычертить схемы расположения полей допусков размеров центрирующих и нецентрирующих элементов. Пример схемы расположения полей допусков имеется в [14] стр. 320.

5.4. Обосновать шероховатость поверхности элементов соединения и указать экономические способы окончательной обработки, обеспечивающие заданную точность и шероховатость, используя литературу [6] стр. 551...570.

5.5. Выбрать измерительные средства для комплексного и поэлементного контроля шлицевых деталей на автотракторных заводах и в ремонтных предприятиях по литературе [10] стр. 304...306, [6] стр. 295...296.

5.6. Вычертить эскизы деталей шлицевого соединения по отдельности вала и втулки, а затем в сборе, указать на эскизах посадочные и предельные размеры, а также шероховатость поверхности. Пример сборочного и детальных эскизов шлицевого соединения приведен на рисунке 6 а,б,в, [4] стр. 324.

Таблица 5.1-Размерные характеристики деталей шлицевого соединения

Наименование размера	Номинал ный размер, мм	Поле допус ка	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		Допуск размера, мм
			Нижнее	Верхнее	Мах	Мин	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Центрирую щие Элементы Отверстие Вал Ширина впадин Отверстия Толщина шлицев-вала 2.Нецентриру ющие элементы Отверстие Вал							

## 6. Расчет сборочной размерной цепи

6.1. Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости.

6.1.1. Выбрать и начертить заданный узел и указать необходимые размеры.

6.1.2. Сделать анализ размерной цепи.

Построить схему размерной цепи, установить звенья, входящие и размерную цепь с заданным замыкающим звеном, выявив увеличивающие и уменьшающие звенья.

При составлении размерной цепи рекомендуется пользоваться литературой [10] стр. 227...232, [6] стр. 4-87.

6.1.3. Проверить правильность составления размерной цепи согласно [1].

6.1.4. Определить единицы допуска составляющих звеньев, допуски которых требуется определить.

Значения единицы допуска (i) звеньев определяются по литературе [10] стр. 182, или [6] стр. 22.

Единицу допуска следует определить только для составляющих звеньев, на размеры которых допуски не известны. В числе составляющих звеньев могут оказаться размеры, для которых допуски уже заданы (подшипники, шайбы и другие стандартные изделия). Для таких размеров единицу допуска определять не нужно.

6.1.5. Определить допуск замыкающего звена при помощи его предельных отклонений.

6.1.6. Определить средний коэффициент точности заданной размерной цепи из [10] стр. 240.

6.1.7. Установить квалитет, по которому следует назначать допуски на составляющие звенья.

По коэффициенту точности (числу единиц допуска) определяется квалитет, назначаются допуски на составляющие звенья (см. [10] 182)

6.1.8. Определить допуски составляющих звеньев.

6.1.9. Проверить правильность назначения допусков размерной цепи по формуле (83) [1].

Допускается отклонения до 5%, при отклонении более 5% проводится корректировка допусков одного или нескольких звеньев (см. [10] стр. 237).



6.1.10. Определить величину допуска корректирующего звена по формуле (92) [1].

Если допуск в этом случае получается с отрицательным знаком или чрезвычайно малый, следует применять более точный квалитет для одного или нескольких составляющих звеньев.

6.1.11. Проверить правильность назначения допусков на составляющие звенья допусков цепи после корректировки.

Правильность назначения допусков на составляющие звенья размерной цепи проверяются по формуле (83) [10] стр. 233.

6.1.12. Назначить допускаемые отклонения на звенья размерной цепи и определить координаты середины полей допусков.

Допускаемые отклонения на все составляющие размеры назначаются исходя из экономической точности изготовления по возможной финишной операции, как правило, для охватывающих размеров, как на основное отверстие, для охватываемых- как на основной вал.. В иных случаях назначаются симметричные отклонения. Окончательные значения основных и предельных отклонений принимаются согласно СТ СЭВ 145-76 или [1] .

Проверяется правильность назначения предельных отклонений по формулам (3.15), (3.16), (3.17) [6].

Результаты расчетов заносятся в таблицу 7.1

Решить эту задачу теоретико-вероятностным методом.

## 6.2. Расчет размерной цепи теоретико-вероятностным методом.

Расчет размерных цепей методом неполной взаимозаменяемости основан на теории вероятностей. В условиях серийного и массового производства при оптимальном настроенном оборудовании размеры деталей (рассеяние их размеров) подчиняются закону нормального распределения. Отклонения размеров в основном группируются около середины поля допуска, вероятность изготовления размеров деталей с предельными отклонениями весьма мала и

поэтому при принятом значении процента риска размерная цепь по измененным предельным отклонениям.

Значение коэффициента принимается согласно [6] или [1].

Расчет размерной цепи выполняется при условии назначения допусков по одному качеству.

6.2.1. Определить коэффициент точности.

Коэффициент точности определяется по формуле (19) [4].

6.2.2. Определить допуски размеров и их качества.

6.2.3. Проверить правильность назначения допусков размеров.

Правильность назначения допусков звеньев размерной цепи проверяется по уравнению (3.48) [6].

Процент риска оценивается по формуле (3.57) и по таблице 3.8 [6].

При необходимости проводить корректировку одного или нескольких звеньев.

6.2.4. Назначить предельные отклонения звеньев. Предельные отклонения размеров размерной цепи назначаются исходя из экономической точности изготовления по возможной финишной операции.

6.2.5. Определить координаты середины полей допусков звеньев.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 6.2.

6.3 . Сделать сравнительный анализ результатов расчета размерной цепи.

Сравнивая результаты решения размерной цепи методом полной взаимозаменяемости и вероятностным методом делается заключение, на сколько процентов допуски размеров при вероятностном методе больше соответствующих допусков по методу полной взаимозаменяемости при принятом проценте риска появления бракованных деталей.

Таблица 6.1-Результаты расчета размерной цепи методом полной взаимозаменяемости

Обозначение звена	Размер, мм	Допуск, мкм		Квалитет	Предельные отклонения, мкм		Координата середины поля допуска, мкм
		расчетный	после корректировки				
A							
A <sub>1</sub>							
A <sub>2</sub>							
A <sub>3</sub>							
...							
A <sub>П</sub>							

Таблица 6.2- Результаты расчета размерной цепи  
вероятностным методом

Обозначение звена	Размер, мм	<i>i</i>	Допуск, мкм		Квалитет	Предельные отклонения звена, мкм		Координата середины поля допуска мкм
			расчетный	после корректировки				
A								
A <sub>1</sub>								
A <sub>2</sub>								
...								
A <sub>П</sub>								

## ЛИТЕРАТУРА

1. Леонов О. А. и другие Метрология, стандартизация и сертификация/ Леонов О. А., Карпузов В. В., Шкаруба Н. Ж. Метрология/ Под. Ред. О. А. Леонова.-М.: КолосС, 2009. -568 с.
2. Никифоров А. И.. Взаимозаменяемость стандартизация к технические измерения. -М.: КолосС, 2004. - 367 с.
3. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация Учебное пособие. –М.: Изд. Стандартов, 2004. - 365 с.
4. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости ): - М.: Машиностроение, 1992. -528 с.
5. Палей И.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2Ч ч.1. - Л.: Политехника, 2001. -576с.
6. Палей М.А., Романов А.Д., Брагинский В.А. Допуски и посадки; Справочник: В 2 Ч. ч.2. – Л.: Политехника, 2001.-607с.
7. Перель Л.Я., Филатов А.А. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник - 2-е изд., перераб и доп. М.: Машиностроение, 1992. - 608 с.
8. Муртазин Г.Р. Лабораторный практикум по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». Простейшие средства измерений линейных и угловых размеров. Ч. 1. Изд-во КазГАУ, 2009. -30 с.
9. Единая система допусков и посадок в машиностроении и приборостроении: Справочник в 2 ч. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство стандартов, 1989. Т.1. -263 с.
10. Серый И. С. Взаимозаменяемость стандартизация к технические измерения. -М.: Колос, 2002. - 287 с.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине: «Метрология,  
стандартизация и сертификация»

Шифр

Разработал студент \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_

## Приложение Б

Параметр шероховатости поверхности и качества при различных видах обработки деталей [5]

Вид обработки	Ra, мкм	Квалитет
1	2	3
Долбление: чистовое	12,5-3,2	13; 12
Фрезерование цилиндрической фрезой: черновое Чистовое тонкое	12,5-6,3 6,3-3,2 (1,6) 1,6-(0,80)	14-12; 11 11; 10 9-8; 7
Фрезерование концевой фрезой: черновое чистовое	25-6,3 6,3-1,6	14-12 11
Обтачивание при продольной подаче: получистовое чистовое тонкое (алмазное)	12,5-6,3 3,2-1,6 (0,80) 0,80-0,40 (0,20)	14-12 9-7 6
Сверление до 15мм: без кондуктора по кондуктору	12,5-6,3 -	14-12 11
Сверление св. 15мм: без кондуктора по кондуктору	25-12,5 -	14-12 11
Растачивание: получистовое чистовое тонкое (алмазное)	25-12,5 3,2-1,6 (0,80) 0,80-0,40 (0,20)	14-12 9-8 7
Развертывание: получистовое чистовое тонкое	12,5-6,3 3,2-1,6 0,80-0,40	10-9; 8 7-8; 8 7-6

## Продолжение приложения 2

1	2	3
Протягивание:		
получистовое	6,3	9-8
чистовое	3,2-0,80	8-7
отделочное	0,40-0,20	7
Шлифование круглое:		
получистовое	6,3-6,2	11-8
чистовое	1,6-0,80	8-6
тонкое	0,40-0,20(0,10)	5
Шлифование плоское:		
получистое	6,3-6,2	11-8
чистовое	1,6-0,80	8-6
тонкое	0,40-0,20(0,50)	7-6
Калибрование отверстий шариком или оправкой:		
после сверления	1,6-0,40	9-8
после растачивания	1,6-0,40	7
после развертывания	1,6-0,50	7
Обкатывание и раскаты- вание роликами или ша- риками при исходном значении $R_a=12,5$ -3,2мкм	1,6-0,40	9-6
Доводка:		
грубая	0,40	7-6
средняя	0,20-0,10	6-5
тонкая	0,050	5
Отделочная (зеркальная)	0,025-0,12(0,008)	-
Полирование:		
обычное	1,6-0,20	6
тонкое	0,10-(0,050)	5
Хонингование:		
плоскостей	0,40-0,10	8-7
цилиндров	0,20-(0,050)	7-6
Суперфиниширование:		
плоскостей	0,40-0,20 (0,050)	5 и выше
цилиндров	0,40-0,10 (0,050)	5 и выше

## Приложение 3

Значение допустимой погрешности измерения по ГОСТ 8.051

Размеры ,мм	Квалитеты						
	5	6	7	8	9	10	11
	Погрешность измерения, мкм						
До 3	1,4	1,8	3,0	3,0	6	8	12
Св. 3 до 6	1,6	2,0	3,0	4,0	8	10	16
»6 » 10	2,0	2,0	4,0	5,0	9	12	16
»10 »18	2,8	3,0	5,0	7,0	10	14	30
»18 »30	3,0	4,0	6,0	8,0	12	18	30
»30 »50	4,0	5,0	7,0	10,0	16	20	40
»50 »80	4,0	5,0	9,0	12,0	18	30	40
»80 »120	5,0	6,0	10,0	12,0	20	30	50
»120 »180	6,0	7,0	12,0	16,0	30	40	50
»180 »250	7,0	8,0	12,0	18,0	30	40	60
»250 »315	8,0	10,0	14,0	20,0	30	50	70
»315 »400	9,0	10,0	16,0	24,0	40	50	80
»400 »500	9,0	12,0	18,0	26,0	40	50	80

Продолжение приложения 3

Размеры, мм	Квалитеты				
	12	13	14	15	16
	Погрешность, мкм				
До 3	20	30	50	80	120
Св. 3 до 6	30	40	60	100	160
» 6 »10	30	50	80	120	200
»10 » 18	40	60	90	140	240
»18 » 30	50	70	120	180	280
»30 » 50	50	80	140	200	320
»50 » 80	60	100	160	240	400
»80 » 120	70	120	180	280	440
»120 » 180	80	140	200	320	500
»180 » 250	100	160	240	380	600
»250 » 315	120	180	260	440	700
»315 » 400	120	180	280	460	800
»400 » 500	140	200	320	500	800



## Приложение 4

## Средства измерения наружных и внутренних линейных размеров [4]

Прибор	Тип (модель)	Диапазон измерения, мм	Цена деления (отсчет по нониус)	Пределы допускаемой погрешности при классе точности, мм			Пример обозначения СИ
				0	1	2	
1	2	3	4	5			6
Гладкий микрометр (ГОСТ 6507-78)	МК	0-25; 25-50; 50-75; 75-100	0,01		±0,002 ±0,0025	±0,004 ±0,004	Микрометр МК- 50-1 ГОСТ 6507- 78 (пределы измерения 25-50 мм; класс точности 1)
		100-125 125-150 150-175 175-200			±0,003	±0,005	
		200-225 225-250 250-275 275-300			±0,004	±0,006	
		300-400 400-500			±0,005	±0,008	
Скоба рычажная (ГОСТ 11098-75)	СР	0-25; 25-50 50-75 75-100 100-125 125-150	0,002		±0,002		Скоба СР-50 ГОСТ 1198-75 (диапазон измерений 25-50 мм)
Скоба индикаторная (ГОСТ 11098-75)	СИ	0-50; 50-100	0,01		±0,008		Скоба СИ-50 ГОСТ 1198-75 (диапазон измерений 0-50 мм)
		100-200 200-300 300-400			±0,01 ±0,012 ±0,012		
Рычажный микрометр (ГОСТ 4381-87)	МР	0-25; 25-50 50-75 75-100	0,02	±0,003			Микрометр МР- 50 ГОСТ 4381-87 (диапазон измерений 25-50 мм)
		100-125 125-150 150-200		±0,004			
		200-250 250-300		±0,005			

## Продолжения приложения 4

1	2	3	4	5			6
Рычажный микрометр (ГОСТ 43-81-87)	МРИ	300-400	0,01	±0,007			Микрометр МРИ -400-0,01 ГОСТ 4381-87
		400-500 500-600		±0,008 ±0,01			
Индикаторный нутромер (ГОСТ 867-82)	НИ	6-10 10-18	0,01		0,008	0,012	Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868-82 (диапазон измерений 6-10 мм; класс точности 1)
		15-50			0,012	0,015	
		50-100 100-160 160-250			0,015	0,018	
Нутромер с головкой 1 ИГ (ГОСТ 9244-75)	(103) (104)	3-6 6-10	0,001		±0,0018 ±0,0018		Нутромер мод. 103 ГОСТ 9244-75
Нутромер с головкой 2 ИГ (ГОСТ 9244-75)	(106)	10-18	0,002	±0,0035			Нутромер мод. 106 ГОСТ 9244-75
	(109)	18-50		±0,0035			
	(154) (155) (156)	50-100 100-160 160-260		±0,004			
Нутромер с микрометрической головкой (ГОСТ 10-88)	НМ	50-75 75-125	0,01	0,04 при размере 50-125			Нутромер НМ-75 ГОСТ 10-88 (верхний предел измерений 75 мм)
		75-600 150-1250 600-2500		±0,006 при размере 125-200 ±0,008 при размере 200-325 ±0,010 при размере 325-500 ±0,015 при размере 500-800 ±0,020 при размере 800-1250			

Приложения 5  
Отклонения присоединительных диаметров  
подшипников качения [7]

Номинальные диаметры, мм		Отклонения диаметра отверстия подшипника, мкм		Номинальные диаметры, мм		Отклонение наружного диаметра подшипника, мкм	
Св.	до	Верх.	Нижн.	Св.	до	Верх.	Нижн.
10	18	0	-8	-	18	0	-8
18	30	0	-10	18	30	0	-9
30	50	0	-12	30	50	0	-11
50	80	0	-15	50	80	0	-13
80	120	0	-20	80	120	0	-15
120	180	0	-25	120	150	0	-18
180	250	0	-30	150	180	0	-25
250	300	0	-35	180	250	0	-30
350	400	0	-40	250	315	0	-35
400	450	0	-45	315	400	0	-40
450	500	0	-50	400	500	0	-45

## Приложение 6

Номинальные габаритные размеры подшипников  
(ГОСТ 8338-75) [7]

Условные обозначения подшипников	Внутренний диаметр, мм	Наружный диаметр, мм	Ширина (кроме конических роликоподшипников, мм)	Радиус закругления фаски, мм
1	2	3	4	5
201	12	35	11	1,0
202	15	38	12	1,0
203	17	40	13	1,5
204	20	47	14	1,5
205	25	52	15	1,5
206	30	62	16	1,5
207	35	72	17	2,0
208	40	80	18	2,0
209	45	85	19	2,0
210	50	90	20	2,0
211	55	100	21	2,5
212	60	110	22	2,5
213	65	120	23	2,5
214	70	125	24	2,5
215	75	130	25	2,5
216	80	140	26	3,0
217	85	150	28	3,0
218	90	160	30	3,0
219	95	170	32	3,0
220	100	180	34	3,5
221	105	190	36	3,5
222	110	200	38	3,5

## Продолжение приложения 6

1	2	3	4	5
305	25	62	17	2,0
306	30	72	19	2,0
307	35	80	21	2,5
308	40	90	23	2,5
309	45	100	25	2,5
310	50	110	27	3,0
311	55	120	29	3,0
312	60	130	31	3,5
313	65	140	33	3,5
314	70	150	35	3,5
315	75	160	37	3,5
316	80	170	39	3,5
317	85	180	41	4,0
318	90	190	43	4,0
319	95	200	45	4,0
320	100	210	47	4,0
321	105	220	49	4,0
322	110	230	51	4,5
323	115	240	53	4,5
324	120	250	55	4,5
325	125	260	57	4,5
326	130	270	59	4,5
406	30	90	23	2,5
407	35	100	25	2,5
408	40	110	27	3,0
409	45	120	29	3,0
410	50	130	31	3,5
411	55	140	33	3,5
412	60	150	35	3,5
413	65	160	37	3,5
414	70	180	42	4,0
415	75	190	45	4,0
416	80	200	47	4,0
417	85	210	49	4,5
418	90	220	51	4,5
419	95	225	53	4,9
420	100	230	55	5,0
421	105		57	

## Приложения 7

Основные размеры соединений с призматическими шпонками, мм

ГОСТ 23360-78 [4, 6]

Диаметр вала D	bхh	Интервалы длин L		Глубина паза	
		от	до	на валу, t <sub>1</sub>	во втулке, t <sub>2</sub>
Св.12 до 17	5х5	10	56	3,0	2,3
» 17 » 22	6х6	14	70	3,5	2,8
» 22 » 30	8х7	18	90	4,4	3,3
» 30 » 38	10х8	22	110	5,0	3,3
» 38 » 44	12х8	28	140	5,0	3,3
» 44 » 50	14х9	36	160	5,5	3,8
» 50 » 58	16х10	45	180	6,0	4,3
» 58 » 65	18х11	50	200	7,0	4,4
» 65 » 75	20х12	56	220	7,5	4,9
» 75 » 85	22х14	63	250	9,0	5,4
» 85 » 95	25х14	70	280	9,0	5,4
» 95 » 110	18х16	80	320	10,0	6,4
» 110 » 130	32х18	90	360	11,0	7,4

## Приложения 8

Основные размеры соединений с сегментными шпонками, мм

ГОСТ 24071-80 [4, 6]

Диаметр вала	bхhхd	Глубина паза на валу	Глубина паза во втулке
Св. 16 до 18	5х6,5х16	4,5	2,3
» 18 » 20	5х7,5х19	5,5	2,3
» 20 » 22	5х9х22	7,0	2,3
» 22 » 25	6х9х22	6,5	2,8
» 25 » 28	6х10х25	7,0	3,3
» 28 » 32	8х11х28	8,0	3,3
» 32 » 38	10х13х22	10,0	3,3

## Приложения 9

Предельные отклонения размеров  $(d-t_1)$  и  $(d+t_2)$ 

Размеры, мм [4]

Высота шпонки	$(d-t_1)$		$(d+t_2)$	
	es	ej	ES	EJ
От 2 до 6	0	-0,1	+0,1	0
Св. 6 до 18	0	-0,2	+0,2	0
Св. 18 до 50	0	-0,3	+0,3	0
Св. 50 до 95	0	-0,4	+0,4	0

## Приложение 10

Поля допусков валов и отверстий в корпусах, соединяемых с подшипниками качения (нагружение шарико- и роликоподшипников местное)

Номинальный диаметр, мм	Поля допусков			Типы подшипников
	Валов (осей)	отверстий в корпусе		
		неразъемном	разъемном	

Нагрузка спокойная или с умеренными точками и вибрацией, перегрузка до 150%

До 80	h5, h6	H6, H7	H6, H7	Все типы, кроме штампованных игольчатых
Св. 80 до 260	q5, q6 js 6	G6, G7		
Св. 260 до 500	f6, js6			
Св. 500 до 1600		F7, F8		

Нагрузка с ударами и вибрацией, перегрузка до 300%

До 80	h5, h6	Js6, Js7	Js6, Js7	Все типы, кроме штампованных игольчатых, роликовых конических двухрядных
Св. 80 до 260		H6, H7		
Св. 260 до 500				
Св. 500 до 1600				
До 120	h5, h6 q5, q6	H6, H7	Js6, Js7	Роликовые конические двухрядных

## Приложение 11

Поля допусков валов и отверстий, допускаемые значения нагрузок на посадочных поверхностях подшипников, Н/мм [4]

Диаметр отверстия внутреннего кольца, мм	Поля допусков при посадке на вал			
	Js5 или js6	r5 или r6	m5 или m6	n5 или n6
Св. 18 до 80	до 300	300-1400	1400-1600	1600-3000
Св. 80 до 180	до 300	600-2000	2000-2500	2500-4000
Св. 180 до 360	до 700	700-3000	3000-3500	3500-6000
Св. 360 до 630	до 900	900-3500	3500-5400	5400-8000
Наружный диаметр наружного кольца, мм	Поля допусков при посадке в корпус			
	K6 или K7	M6 или M7	N6 или N7	37
Св. 50 до 180	до 800	800-1000	1000-1300	1300-2500
Св. 180 до 360	до 1000	1000-1500	1500-2000	2000-3300
Св. 360 до 630	до 1200	1200-2000	2000-2600	2600-4000
Св. 630 до 1600	до 1600	1600-2500	2500-3500	3500-5500

## Приложение 12

Шероховатость посадочных поверхностей под подшипники качения

Класс точности подшипника	Номинальный размер, мм					
	валов		отверстий		торцов заплечиков	
	d<80 мм	d>80 мм	D<80 мм	D>80 мм	d<80 мм	d>80 мм
	Значение параметра, Ra, мкм					
0	1,25	2,5	1,25	2,5	2,5	2,5
6 и 5	0,63	1,25	0,63	1,25	1,25	2,5



## Приложения 13

Допуск формы посадочных поверхностей (осей) и отверстий корпусов [4]

Интервалы номинальных диаметров, мм	Допуск, мкм, не более							
	круглости		профиля продольного сечения		непостоянства диаметра в сечении			
					поперечном		продольном	
	валов (осей)							
	для подшипников класса точности							
	0 и 6	5 и 4	0 и 6	5 и 4	0 и 6	5 и 4	0 и 6	5 и 4
От 0,6 до 2,5	1,5	0,7	1,5	0,7	3	1,4	3	1,4
Св. 2,5 3	1,5	0,7	1,5	0,7	3	1,4	3	1,4
3 6	2,0	0,8	2,0	0,8	4	1,6	4	1,6
6 10	2,5	1,0	2,5	1,0	5	2,0	5	2,0
10 18	3,0	1,3	3,0	1,3	6	2,6	6	2,6
18 30	3,5	1,5	3,5	1,5	7	3,0	7	3,0
30 50	4,0	2,0	4,0	2,0	8	4,0	8	4,0
50 80	5,0	2,0	5,0	2,0	10	4,0	10	4,0
80 120	6,0	2,0	6,0	2,0	12	5,0	12	5,0
120 180	6,0	3,0	6,0	3,0	12	6,0	12	6,0
180 250	7,0	3,5	7,0	3,5	14	7,0	14	7,0
250 315	8,0	4,0	8,0	4,0	16	8,0	16	8,0
315 400	9,0	4,0	9,0	4,0	18	8,0	18	8,0
400 500	10,	-	10,0	-	20	-	20	-

## Продолжения приложения 13

Интервалы номинальных диаметров, мм	Допуск, мкм, не более							
	круглости		профиля продольного сечения		непостоянства диаметра в сечении			
					поперечном		продольном	
	Отверстий корпусов							
	для подшипников класса точности							
	0 и 6	5 и 4	0 и 6	5 и 4	0 и 6	5 и 4	0 и 6	5 и 4
От 0,6 до 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 2,5 3	2,5	1,0	2,5	1,0	5	2,0	5	2,0
3 6	3,0	1,3	3,0	1,3	6	2,6	6	2,6
6 10	4,0	1,5	4,0	1,5	8	3,0	8	3,0
10 18	4,5	2,0	4,5	2,0	9	4,0	9	4,0
18 30	5,0	2,0	5,0	2,0	10	4,0	10	4,0
30 50	6,0	2,5	6,0	2,5	12	5,0	12	5,0
50 80	7,5	3,0	7,5	3,0	15	6,0	15	6,0
80 120	9,0	3,5	9,0	3,5	18	7,0	18	7,0
120 180	10,0	4,0	10,0	4,0	20	8,0	20	8,0
180 250	11,5	5,0	11,5	5,0	23	10,0	23	10,0
250 315	13,0	5,3	13,0	5,3	26	10,6	26	10,6
315 400	14,0	6,0	14,0	6,0	28	12,0	28	12,0
400 500	16,0	-	16,0	-	32	-	32	-

## Приложение 14

## Допуски торцевого биения заплечиков вала [7]

Интервалы номинальных диаметров, мм	Допуски торцевого биения заплечиков вала мкм, не более, для подшипников класса точности				
	8	7	0	6	5
От 1 до 3	25	14	10	6	3
Св. 3 6	30	28	12	8	4
6 10	36	22	15	9	4
10 18	43	27	18	11	5
18 30	52	33	21	13	6
30 50	62	39	25	16	7
50 80	74	46	30	19	8
80 120	87	54	35	22	10
120 180	100	63	40	25	12
180 250	115	72	46	29	14

## Приложения 15

## Допуски торцевого биения заплечиков отверстий корпуса [7]

Интервалы номинальных диаметров, мм	Допуски торцевого биения заплечиков отверстий корпусов, мкм, не более, для подшипников класса точности				
	8	7	0	6	5
От 3 6	48	30	18	12	5
6 10	58	36	22	15	6
10 18	70	43	27	18	8
18 30	84	52	33	21	9
30 50	100	62	39	25	11
50 80	120	74	46	30	13
80 120	140	87	54	35	15
120 180	160	100	63	40	18
180 250	185	115	72	46	20

## Приложения 16

## Рекомендуемые поля допусков в шпоночных соединениях вал – втулка [4]

Условия работы	Рекомендуемые поля допусков	
	втулки	вала
1. При точном центрировании	H6	Js6; k6; m6; n6
2. При больших динамических нагрузках	H7 H8	s7 x8; u8; s8
3. При осевом перемещении втулки по валу	H6 H7	h6 h7

## Приложения 17

## Рекомендуемые поля допусков в соединениях шпонка- паз вала (втулки) [4]

Вид соединения и характер соединения	Рекомендуемые поля допусков		
	ширина шпонки	ширина паза вала	ширина паза втулки
1. Плотное соединение при точном центрировании (индивидуальное производство)	h9	P9	P9
2. Нормальное соединение (массовое производство)	h9	N9	Js9
3. Свободное соединение (направляющие шпонки)	h9	H9	D10, D9

## Приложения 18

Параметр шероховатости поверхности элементов шпоночных соединений в зависимости от допуска размера (не более, мкм) [4]

Квалитет	Размеры элементов			
	До 16	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
IT9	3,2	3,2	6,3	6,3
IT10	3,2	6,3	6,3	6,3
IT11	6,3	6,3	12,5	12,5
IT12	12,5	12,5	2,5	25
IT13				
IT14	12,5	25	50	50
IT15				

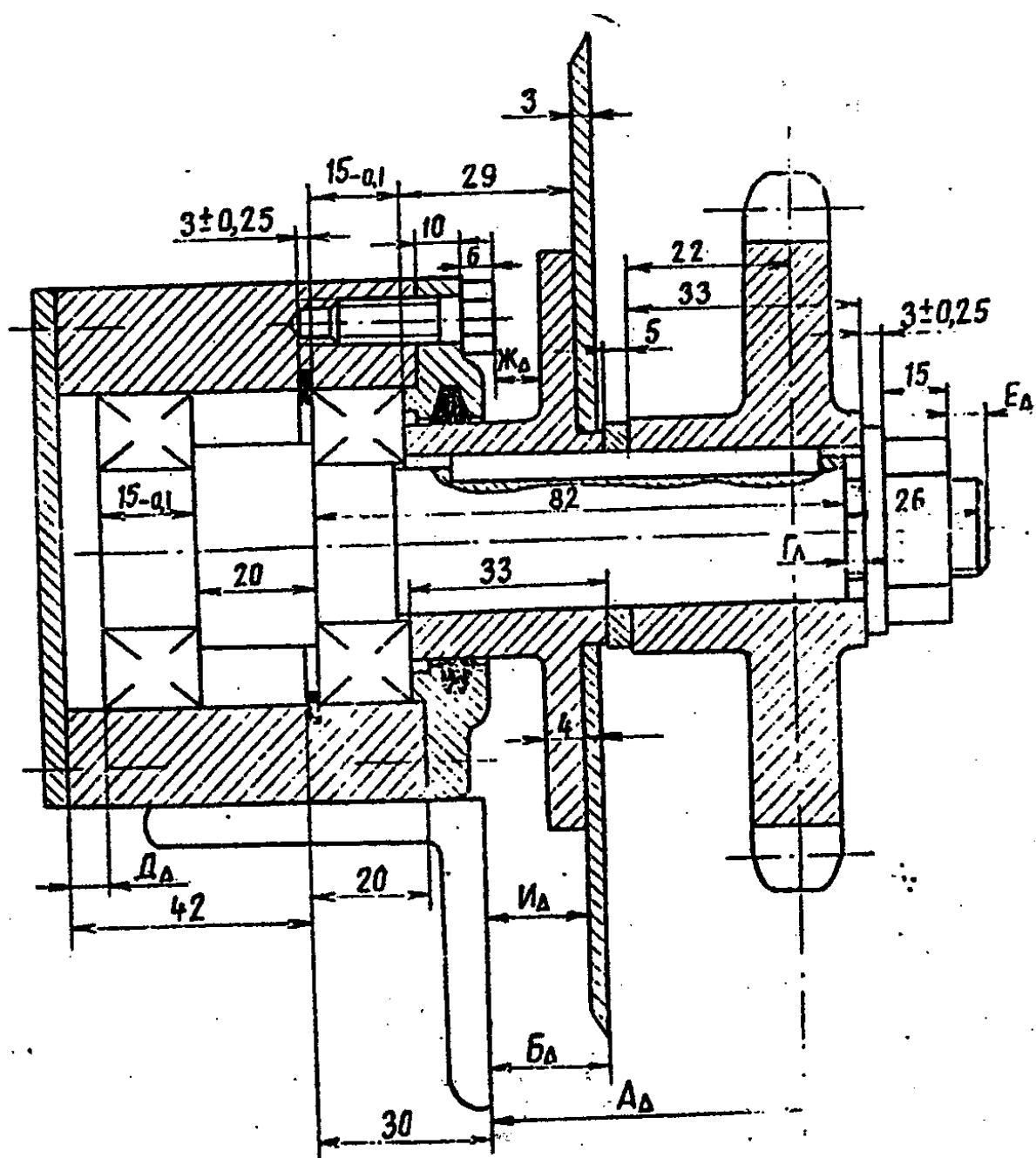
## Приложения 19

Размер шлицевого вала по меньшему диаметру  $d_1$  при центрировании по  $D$  и  $d$  [4]

zxdxD	$d_1$ , мм
1	2
Легкая серия	
6x23x26	22,1
6x26x30	24,6
6x28x32	26,7
8x32x36	30,4
8x36x40	34,5
8x42x46	40,4
8x46x50	44,6
8x52x58	49,7
8x56x62	53,6
8x62x68	59,8
10x72x78	69,9
10x82x88	79,3
10x92x98	89,4
10x102x108	99,9
10x112x120	108,8
Средняя серия	
6x11x14	9,9
6x13x16	12,0
6x16x20	14,5
6x18x22	16,7
6x21x25	19,5
6x23x28	21,3

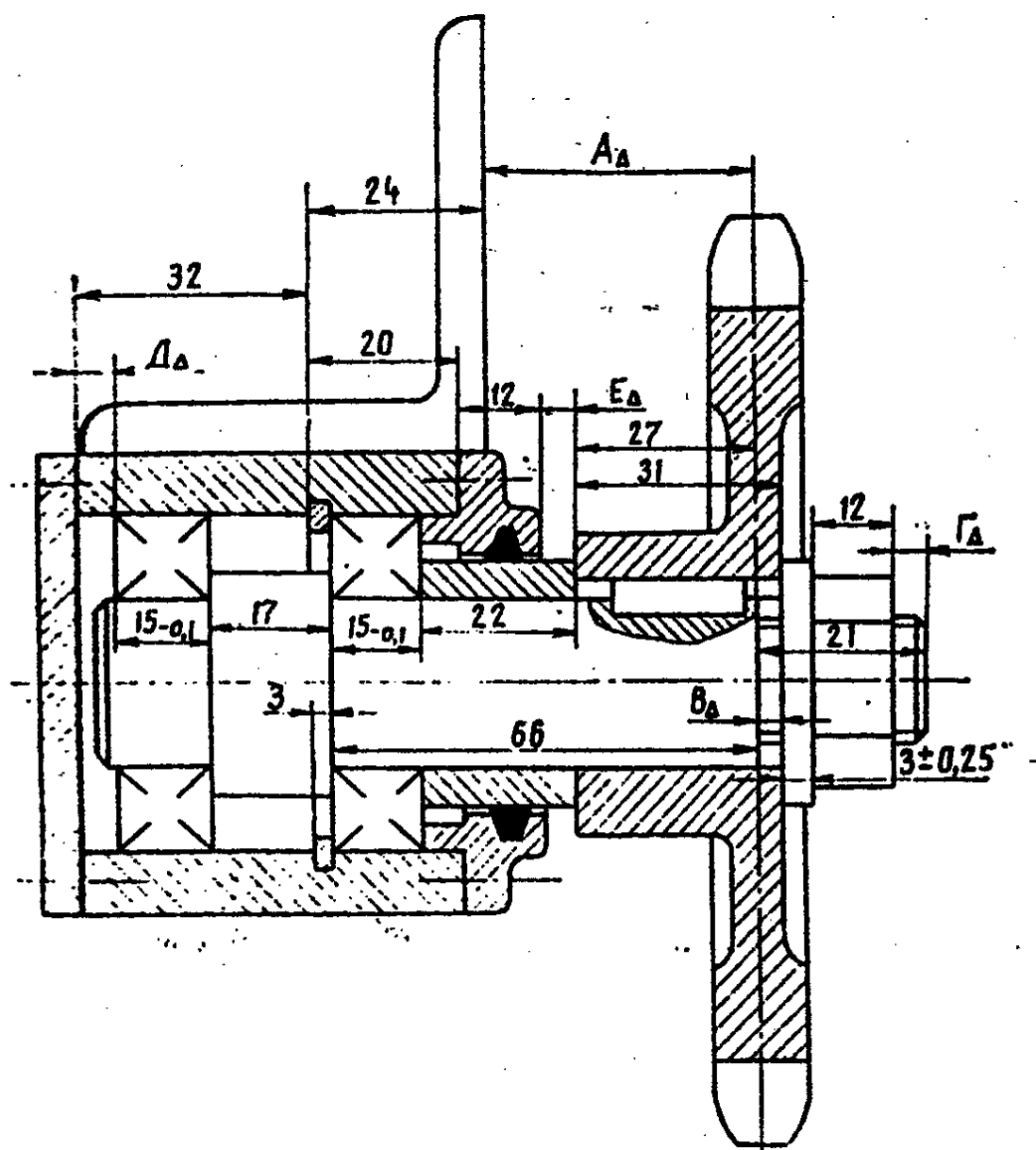
## Продолжение приложения 19

1	2
6x26x32	23,4
6x28x34	25,9
8x32x38	29,4
8x32x46	33,5
8x42x48	39,5
8x46x54	42,7
8x52x60	48,7
8x56x65	52,2
8x62x72	57,8
10x72x82	67,4
10x82x92	77,1
10x92x102	87,3
10x102x112	97,7
Тяжелая серия	
10x16x20	14,1
10x18x23	15,6
10x21x26	18,5
10x23x29	20,3
10x26x32	23,0
10x28x35	24,4
10x32x40	28,0
10x36x45	31,3
10x42x52	36,9
10x46x56	40,9
16x52x60	47,0
16x56x65	50,6
16x62x72	56,1
16x72x82	65,9
20x82x92	75,6
20x92x102	85,5



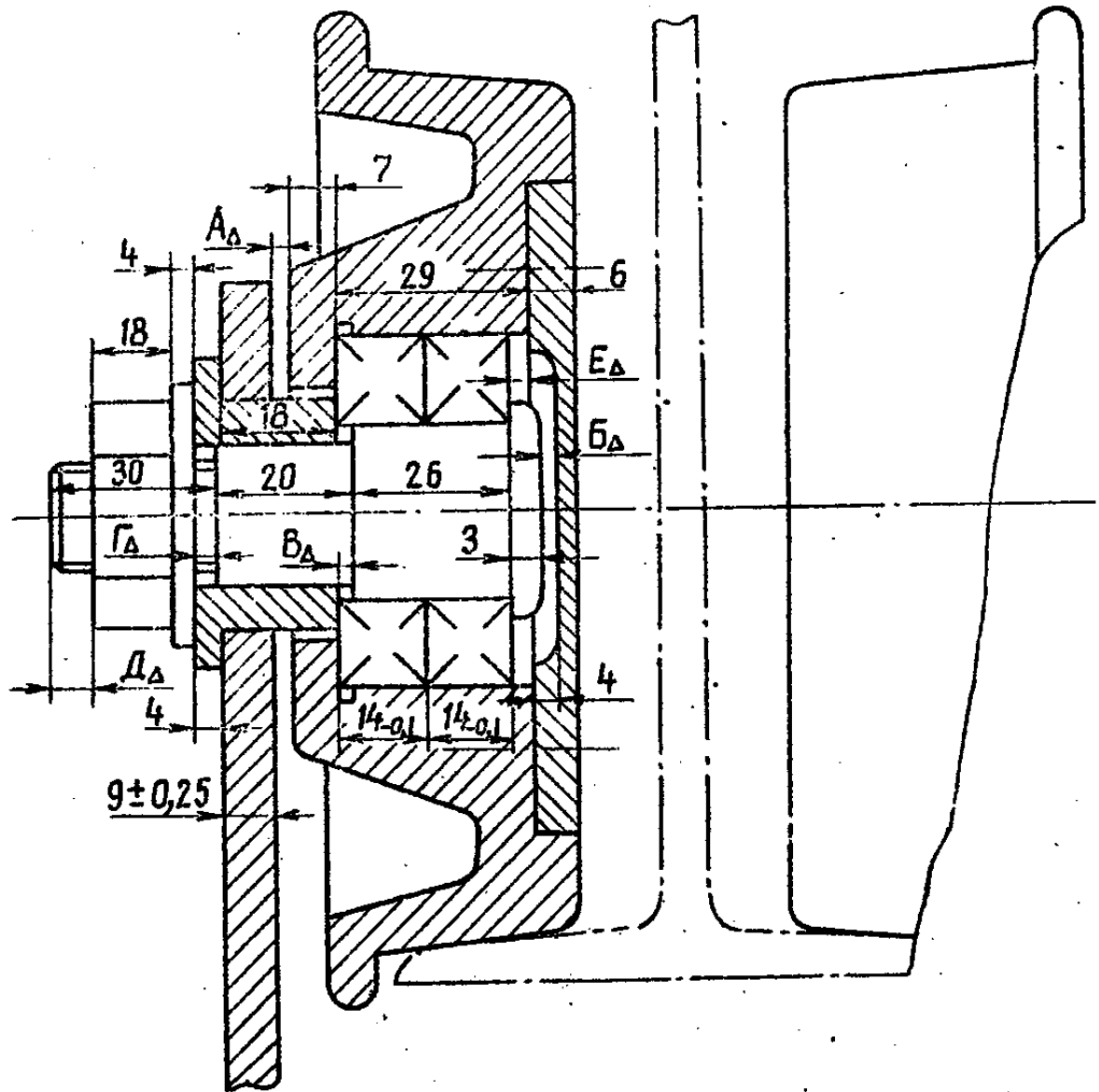
Чертеж 1.

Рисунок 1



Чертеж 2.

Рисунок 2



Чертеж 3.

Рисунок 3



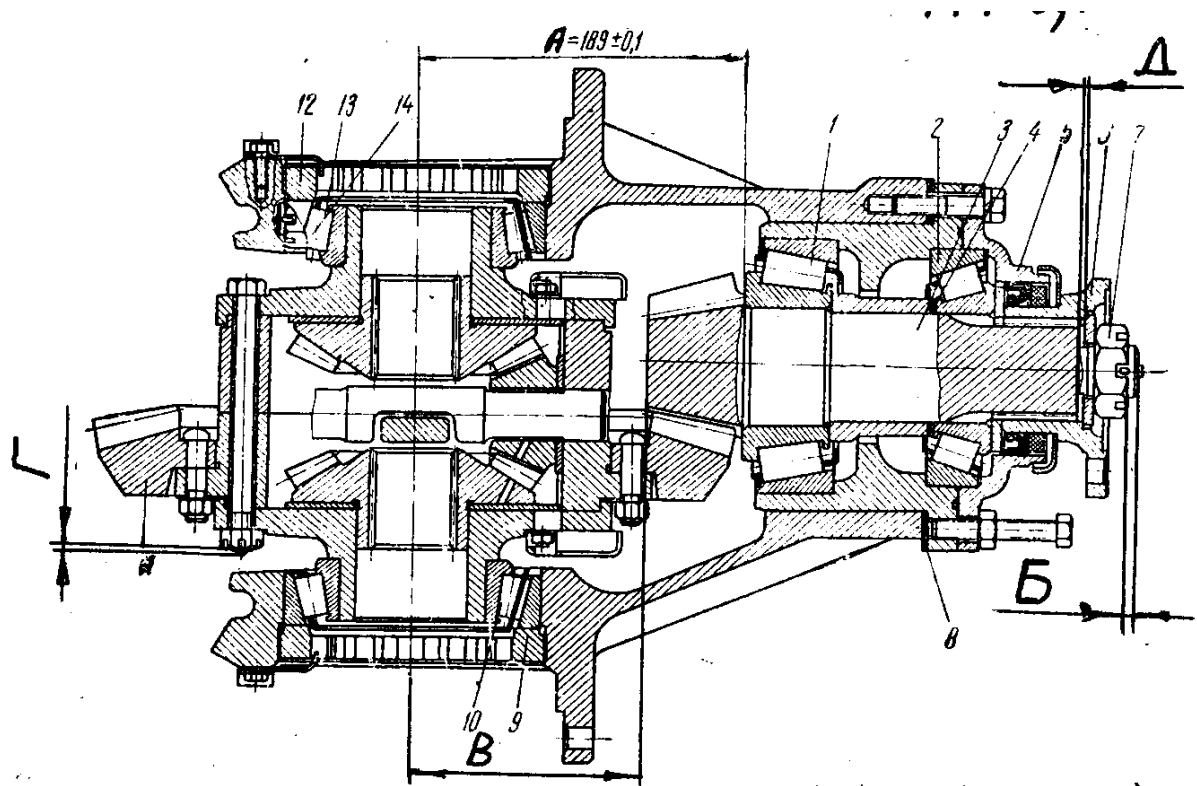


Рисунок 4

