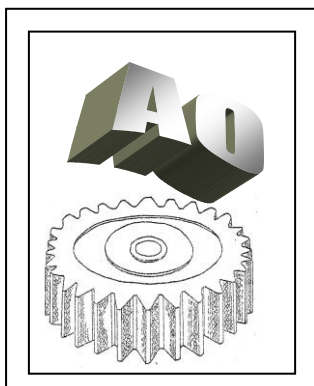


ГОУВПО Воронежский государственный технический
университет

Кафедра «Автоматизированное оборудование
машиностроительного производства»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения контрольных работ
по дисциплине “Метрология, стандартизация
и сертификация” для студентов всех форм обучения



Воронеж 2008

Составители: профессор В.М. Пачевский, д-р техн. наук
А.Н. Осинцев, канд. техн. наук В.И. Корнеев, канд. техн. наук
М.Н. Краснова

УДК 621.01

Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине “Метрология, стандартизация и сертификация” для студентов всех форм обучения / ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.М. Пачевский, А.Н. Осинцев, В.И. Корнеев, М.Н. Краснова. Воронеж, 2008. 33 с.

В методических указаниях представлены подробные теоретические сведения по темам выполняемых контрольных работ. Предусмотрено выполнение исследовательской части.

Методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов.

Предназначено для студентов всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS WORD и содержатся в файле KPMCC2.doc.

Табл. 10. Ил. 1. Библиогр.: 8 назв.

Рецензент канд. техн. наук Л.А. Иванов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой профессор
В.М. Пачевский

Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета

© ГОУВПО «Воронежский государственный
технический университет», 2008

1. Введение

Современное машиностроение характеризуется широким внедрением современных, надежных и эффективных машин высокого качества. Непрерывно совершенствуются конструкции машин и других изделий, технология и средства их производства и контроля. Широко используются такие методы повышения технологичности изделий, как унификация и стандартизация изделий, их агрегатов и деталей; шире используются методы комплексной, и опережающей стандартизации; внедряются системы управления качеством продукции, система технологической подготовки производства. Увеличилась доля изделий высшей категории качества в общем объеме их производства.

Большое значение для развития машиностроения имеет организация производства машин и других изделий на основе взаимозаменяемости, создание и применение надежных средств технических измерений и контроля.

Важным элементом учебного процесса является выполнение контрольной работы, что не только позволяет студентам закрепить теоретические знания, но и самостоятельно их применять на практике, хотя бы в рамках учебной задачи.

2. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1. Цель преподавания дисциплины – обучение студентов организационным, научным и методическим основам метрологии; принципам нормирования точности а машиностроении; основным положениям государственной и международной систем стандартизации; основным положениям сертификации.

1.2. Задачи изучения дисциплины заключаются в освоении студентами терминов и определений в области метрологии;

принципов нормирования требований к точности, условных обозначений их в технической документации, положений стандартов в этой области; терминов и определений в области сертификации.

3. Программа

Раздел 1. Основы метрологии

Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ). Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений. Понятие метрологического обеспечения.

Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющейся юридическим лицом.

Раздел 2. Нормирование точности в машиностроении

Основные понятия о точности и видах точности в машиностроении. Причины появления погрешностей геометрических параметров элементов деталей. Цели нормирования требований к точности в машиностроении. Взаимозаменяемость, ее виды. Виды документов по нормированию точности.

Основные понятия о размерах, отклонениях и посадках. Основные термины. Графическое изображение размеров и отклонений. Основные понятия о посадках (сопряжениях, соединениях). Понятие о посадках в системе отверстия и в системе вала. Система допусков и посадок для гладких элементов деталей.

Общие понятия о системах допусков и посадок. Основные признаки системы допусков и посадок. Единицы допуска. Ряды точности (ряды допусков). Поля допусков отверстий и валов.

Посадки в системе отверстия и в системе вала. Рекомендации по выбору допусков и посадок. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками. Правила указания точности размеров с односторонним отклонением вместо двухстороннего (исполнительные или технологические размеры). Интерпретация нормируемых предельных размеров. Приемочные границы при определении действительного размера.

Обеспечение точности размерных цепей. Основные понятия о размерных цепях. Виды размерных цепей. Задачи, решаемые при обеспечении точности размерных цепей. Расчет точности размерных цепей при обеспечении полной взаимозаменяемости (расчет на максимум-минимум). Обеспечение точности размерных цепей при неполной взаимозаменяемости

Нормирование точности угловых размеров. Система единиц на угловые размеры. Нормирование требований к точности угловых размеров: основные понятия; способы выражения допуска угла; ряды точности для угловых размеров; нормирование точности конических поверхностей. Конические соединения.

Нормирование точности формы и расположения поверхностей элементов деталей. Отклонения и допуски формы поверхностей. Отклонения и допуски расположения поверхностей. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Система допусков формы и расположения поверхностей. Независимые и зависимые допуски. Стандартизация обозначений допусков формы и расположения поверхностей. Выбор допусков формы и расположения поверхностей.

Нормирование шероховатости и волнистости поверхности. Основные понятия и определения. Параметры для

нормирования значений поверхностных неровностей. Выбор нормируемых параметров. Направление поверхностных неровностей. Обозначения требований к поверхностным неровностям. Знаки, указывающие возможные виды обработки. Указание числовых значений параметров шероховатости. Указание значений базовой длины. Правила нанесения на чертежах требований к шероховатости поверхности.

Нормирование точности метрической резьбы. Резьбовые соединения, используемые в машиностроении. Номинальный профиль метрической резьбы и ее основные параметры. Нормируемые параметры метрической резьбы для посадок с зазором. Понятие о приведенном среднем диаметре резьбы. Поля допусков для нормирования точности элементов метрической резьбы. Соединения (посадки) резьбовых элементов деталей.

Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач. Принцип нормирования точности зубчатых колес и передач. Ряды точности (допуски) для зубчатых колес и передач по параметрам зацепления. Ряды точности по параметрам бокового зазора. Условные обозначения требований к точности зубчатых колес и передач.

Нормируемые параметры (показатели), характеризующие кинематическую точность зубчатых колес и передач. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие плавность работы. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие полноту контакта зубьев. Нормируемые параметры (показатели), характеризующие боковой зазор.

Нормирование точности шпоночных и шлицевых соединений. Соединение призматическими шпонками. Соединение сегментными шпонками. Соединение клиновыми шпонками. Шпоночные соединения с помощью низких клиновых шпонок с головкой и без головки. Нормирование точности шлицевых соединений. Прямобоочные шлицевые соединения. Эвольвентные шлицевые соединения.

Нормирование точности подшипников качения. Основные положения. Ряды точности подшипников качения. Условные обозначения подшипников качения. Посадки подшипников качения. Поля допусков колец подшипников качения. Поля допусков для размеров посадочных поверхностей валов и отверстий корпусов под подшипники качения. Посадки подшипников качения на валы и в отверстия корпусов. Технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов под подшипники качения. Выбор посадок для колец подшипников.

Раздел 3. Основы стандартизации и сертификации

Правовые основы стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Научная база стандартизации. Унификация и агрегатирование. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

Основные цели и объекты сертификации. Термины и определения в области сертификации. Качество продукции и защита потребителя. Схемы и системы сертификации. Условия осуществления сертификации.

Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Сертификация услуг. Сертификация систем качества.

4. Темы и задания для контрольных работ

Основная цель контрольной работы - приобретение студентами навыков проведения расчетов при решении типовых инженерных задач с использованием государственных стандартов, учебной и справочной литературы. Приобретенный опыт является основой для выполнения курсовых проектов по

специальным дисциплинам, дипломного проектирования, а также в дальнейшей инженерной деятельности.

Каждому студенту задается чертеж сборочной единицы (рисунок 1 приложения 5), указываются ее эксплуатационное назначение и условия работы.

При выполнении контрольной работы студент должен дать ответы на следующие пункты:

1) пользуясь справочниками и исходя из условий работы сборочной единицы, назначить посадки для десяти соединений: двух соединений с зазором (посадки с зазором), двух соединений с натягом (посадки с натягом), двух соединений с подшипниками качения, двух резьбовых соединений, двух шпоночных (шлицевых) соединений. Для каждого соединения построить схему расположения полей допусков; обозначение посадок привести на чертеже редуктора;

2) исходя из условий работы, назначения и конструкции сборочной единицы рассчитать посадку с натягом.

Построить схему расположения полей допусков;

3) для заданного резьбового соединения определить номинальные и предельные размеры по всем диаметрам резьбы.

Построить схему расположения полей допусков;

4) для заданной зубчатой передачи (колеса) определить числовые значения контролируемых показателей норм точности и величину бокового зазора, необходимого для нормальной работы зацепления.

Варианты заданий выбираются по последней цифре номера зачетной книжки, согласно таблицам 1-10.

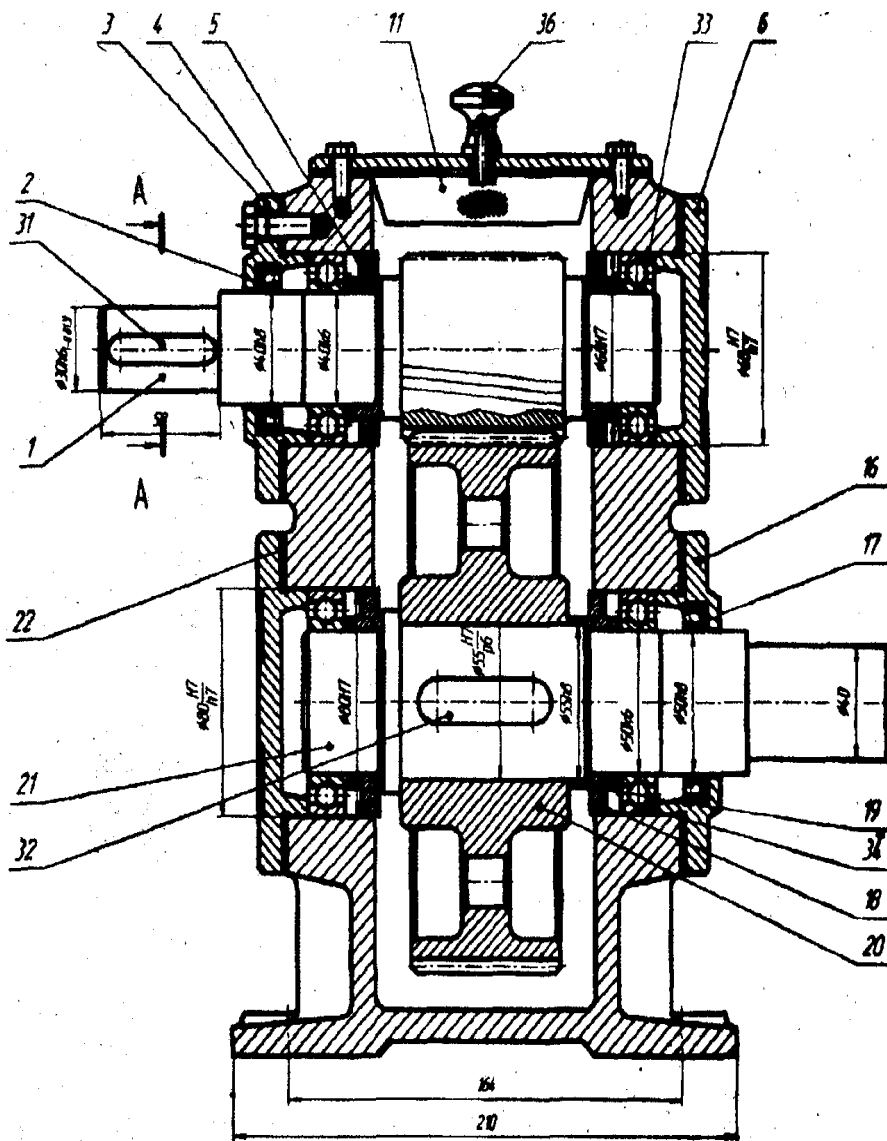


Рисунок 1. Редуктор

5. Приложение

Таблица 1

Варианты 1...10

Крутящий момент передается от вала 1 валу 4 через блоки зубчатых колес 2,3,5 (см. прилож 1)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Мощность на вале	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
2. Частота вращения вала 1, об/мин	3000	2800	2500	2000	1800	1500	1200	1000	900	800
3. Ширина зубчатых колес 2 и 5, мм	25	25	30	30	30	35	35	40	40	40
4. Обозначение подшипников	7204 7205 7206	7205 7206 7207	7206 7207 7208	7207 7208 7209	7208 7209 7210	7304 7305 7306	7305 7306 7307	7306 7307 7308	7307 7308 7309	7308 7309 7310
5. Класс точности подшипников	0	6	5	4	5	6	0	6	5	4
6. Перегрузка, %	100	100	100	120	120	120	150	150	200	200
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	10	II	12	13	14	15	17	18	20	21
8. Модуль зубчатых колес, <i>m</i> , мм	3	3	3	2	2	2	3	3	4	4

Приложение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Степень точности зубчатых колес	6-7-8	6-7-8	7-8-9	7-6-7	7-8-6	7-8-7	7-8-7	7-8-9	7-8-9	7-8-9
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	A	B	C	A	E	H	E	A	C	B
11 Вид нагружения подшипников	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Колеб	Колеб	Колеб	Мест.	Мест.	Колеб	Цирк.
12. Вид запрессовки	Нагрев	Нагрев	Нагрев	Нагрев	Нагрев	Охлажд.	Охлажд.	Охлажд.	Охлажд.	Охлажд.
13. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$2_{-1,6}^{-0,2}$	$2_{-1,8}^{-0,1}$	$2_{-1,5}^{-0,3}$	$2_{-1,9}^{-0,1}$	$2_{-1,9}^{-0,1}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,3}^{-0,2}$	$2_{-1,3}^{-0,2}$	$2_{-1,3}^{-0,2}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	2,0	2,0	1,9	2,1	2,2	2,1	2,0	1,8	2,1	2,1
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	2,0	1,9	2,1	2,0	2,1	2,2	1,8	2,0	2,1	2,3
16. Материал вала	Ст 45	Ст.45	Ст.45	Ст.45	Ст.45	Ст.45	Ст.45	Ст.45	Ст.45	Ст.45
17. Материал зубчатого колеса	Ст 50	Ст. 50	Ст.50	Ст. 50	Ст.50	Ст.50	Ст. 50	Ст. 50	Ст.50	Ст.50

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3.. .4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения.

Таблица 2

Варианты 1...10

Вращение от шкива 1 передается на шкив 6 через две пары зубчатых колес 4 и 11 (см прилож. 2)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Мощность на шкиве 6, кВт	0,2	0,3	1,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5
2. Частота вращения Шкива 1, об/мин	3000	3000	2800	2800	2500	2500	2200	2200	2000	2000
3. Ширина колеса 4, мм	70	70	70	60	60	50	50	50	40	40
4. Обозначение подшипников	36103 36103	36104 36104	36204 36205	36204 36205	36205 36206	36205 36206	46305 46306	46305 46306	46204 46204	46204 46204
5. Класс точности подшипников	0	6	5	4	5	6	0	6	5	4
6. Перегрузка, %	100	100	100	120	120	120	150	150	200	200
7 Радиальная на- грузка подшипников, кН	10	II	12	13	14	15	17	18	20	21
8. Модуль зубчатых колес, <i>m</i> . мм	3	3	3	2	2	2	3	3	4	4

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Степень точности зубчатых колес	10-9-8	10-9-8	10-9-8	8-9-10	8-9-10	7-8-9	7-8-9	7-8-9	7-9-8	7-9-8
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	Н	Е	В	С	В	А	В	С	Н	Е
11. Вид нагружения	Цирк.	Цирк.	Колеб.	Колеб.	Места.	Места	Места	Места	Места	Места
12. Вид запрессовки	Охлажд	Охлажд	Охлажд	Охлажд	Нагре	Пресс	Пресс	Пресс	Пресс	Пресс
13. Замыкающее звено размерной цепи, A_{Σ} мм	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,2}$	$1_{-0,9}^{-0,2}$	$1_{-0,9}^{-0,2}$	$1_{-0,9}^{-0,2}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,8	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,7	1,8
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,8	1,7	1,8	1,9	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8
16. Материал вала	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35	Ст. 35
17. Материал зубчатого колеса	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40	Ст. 40

Примечание диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения.

Таблица 3

Варианты 1...10

Крутящий момент от вала – шестерни 4 передается на вал 1 с помощью зубчатого колеса 5 (см. прилож.3)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Крутящий момент на валу 4, $M_{кр}$, кНм	10	12	15	12	10	15	8	9	10	11
2. Частота вращения вала 4, об/мин	2500	3000	3000	2800	2800	2500	2500	2800	2800	2800
3. Ширина венца зубчатого колеса, мм	60	60	50	50	50	60	60	40	40	40
4. Обозначение подшипников	46106 46105	46106 46105	46106 46105	36103 36102	36103 36102	36103 36102	46205 46204	46205 46204	46205 46204	46205 46204
5. Класс точности подшипников	0	0	0	6	6	6	5	5	6	6
6. Перегрузка, %	100	100	120	120	150	150	150	130	130	130
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
8. Модуль зубчатых колес, m , мм	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Степень точности зубчатых колес	6-7-8	6-7-8	6-7-8	7-8-9	7-8-9	7-8-9	8-7-6	8-7-6	8-7-6	9-8-7
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	Е	В	С	В	А	Н	Е	А	С	В
11 Вид нагружения подшипников	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.
12. Вид запрессовки	Пресс.	Пресс.	Пресс.	Нагрев	Нагрев	Нагрев	Охлажд.	Охлажд.	Охлажд.	Охлажд.
13. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6	1,6	1,4
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4
16. Материал вала	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30
17. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 4

Варианты 1...10

Вращение на вале 4 передается от вала шестерни 1 (см. прилож.4)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Мощность на вале 4, кВт	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2
2. Частота вращения вала – шестерни, об/мин	2800	2800	3000	3000	2500	2500	3000	3000	2800	2800
3. Ширина венца зубчатого колеса, мм	40	40	50	50	60	50	50	50	40	40
4. Обозначение подшипников	36205 36206	36205 36206	36204 36206	36204 36206	36206 36208	36206 36208	46305 46306	46305 46306	46306 46307	46306 46307
5. Класс точности подшипников	5	6	0	6	5	0	6	5	0	6
6. Перегрузка, %	100	100	150	200	200	200	180	150	150	100
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	3	4	4	5	5	4	4	5	3	2
8. Модуль зубчатых колес, <i>т</i> . мм	2	3	3	3	4	4	4	3	3	2
9. Осевая нагрузка на вал, кН	2	3	3	4	4	5	5	4	4	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10. Степень точности зубчатых колес	6-7-8	6-7-8	6-7-8	7-8-9	7-8-9	7-8-9	8-7-6	8-7-6	8-7-6	9-8-7
11. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	Е	В	С	В	А	Н	Е	А	С	В
12 Вид нагружения подшипников	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.
13. Вид запрессовки	Механическая запрессовка									
14. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$1,5_{-1,5}^{-0,5}$	$1,5_{-1,5}^{-0,5}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$2,5_{-2,1}^{-0,5}$	$2,5_{-2,1}^{-0,5}$	$2,5_{-2,1}^{-0,5}$
15. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6	1,6	1,4
16. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4
17. Материал вала	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30	Ст 30
18. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 5

Варианты 1...10

Вращение на вал 4 передается через блоки зубчатых колес 2 и 5 (см. прилож 5)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Мощность на вале 4, кВт	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5
2. Частота вращения вала 4, об/мин	2800	2500	2200	1800	1200	1500	1300	1000	900	800
3. Ширина зубчатых колес 2 и 5, мм	30	30	40	40	50	50	60	60	50	50
4. Обозначение подшипников	46105 46108 46106	46105 46108 46106	46207 46208 46207	46207 46208 46207	36209 36210 36206	36208 36210 36206	36209 36210 36206	46307 46308 46305	46307 46308 46305	46306 46308 46305
5. Класс точности подшипников	0	6	5	4	5	6	6	0	0	5
6. Перегрузка, %	200	180	150	200	100	100	120	150	180	200
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
8. Модуль зубчатых колес m , мм	2	2	2	2,5	2,5	3	3	3	2	2

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Степень точности зубчатых	9-8-7	9-8-7	8-7-6	8-7-6	8-7-6	8-7-6	9-7-8	9-7-8	7-7-8	7-7-8
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	Н	Е	С	В	А	В	С	В	Е	Н
11 Вид нагружения подшипников	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб
12. Вид										
13. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$3_{-1,2}^{-0,2}$	$3_{-1,2}^{-0,2}$	$2,5_{-2,0}^{-0,5}$	$2,5_{-2,0}^{-0,5}$	$2_{-0,9}^{-0,1}$	$2_{-0,9}^{-0,1}$	$2_{-0,9}^{-0,1}$	$3_{-2,5}^{-0,5}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,9	1,9	1,8	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9	2,0	2,1
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. $R_{a\ldots}$, мкм	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	1,8	1,9	2,1	2,0
16. Материал вала	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45
17. Материал зубчатого колеса	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50	Ст 50

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 6

Варианты 1...10

Крутящий момент передается от вала 1 на вал3 через зубчатые колеса 2и 4 (см. прилож. 6)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Крутящий момент на вале 1, кВт	10	8	7	6	5	6	7	8	9	10
18. Частота вращения вала 3, об/мин	3000	2800	2500	2000	1800	1500	1800	2000	2500	2000
3. Ширина венца зубчатых колес, мм	25	30	35	40	40	35	30	30	25	25
4. Обозначение подшипников	7209 7211	7210 7211	7211 7212	7210 7212	7309 7311	7308 7311	7207 7209	7207 7209	7307 7309	7308 7309
5. Класс точности подшипников	0	6	5	4	4	5	6	0	0	6
6. Перегрузка, %	100	120	120	120	150	130	130	120	100	100
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	2	2	3	3	3	4	4	3	3	3
8. Модуль зубчатых колес, m мм	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2
9. Осевая нагрузка на вал, кН	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10. Степень точности зубчатых колес	6-7-8	6-7-8	6-7-8	7-8-9	7-8-9	7-8-9	8-7-6	8-7-6	8-7-6	9-8-7
11. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	С	В	Е	Н	Н	Е	Н	С	В	А
12 Вид нагружения подшипников	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.
13. Вид запрессовки	Механическая запрессовка									
14. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,7}^{-0,3}$	$2_{-1,8}^{-0,5}$	$2_{-1,8}^{-0,5}$	$1,5_{-0,9}^{-0,1}$	$1,5_{-0,9}^{-0,1}$	$1,5_{-0,9}^{-0,1}$	$1,5_{-1,2}^{-0,3}$	$1,5_{-1,2}^{-0,3}$
15. Шероховатость поверхности вала. R_a .	1,6	1,6	1,5	1,45	1,6	1,7	1,7	1,6	1,5	1,7
16. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,6	1,5	1,6	1,6	1,4	1,7	1,6	1,7	1,7	1,5
17. Материал вала	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40
18. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 7

Варианты 1...10

Вращение от вала 3 к валу 9 передается через пару цилиндрических зубчатых колес 7 или 11 (см. прилож.7)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Мощность на вале 3, N, кВт	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4
2. Частота вращения вала 9, об/мин	3000	3000	2800	2800	2500	2500	2200	2200	2000	2000
3. Ширина венца зубчатых колес, мм	80	80	80	70	70	70	60	60	50	50
4. Обозначение подшипников	7204 7205	7204 7205	7206 7207	7206 7207	7305 7306	7305 7306	7306 7306	7306 7306	7205 7206	7205 7206
5. Класс точности подшипников	6	0	5	5	0	6	6	0	5	6
6. Перегрузка, %	100	100	120	120	150	150	180	180	200	200
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	3	3	3	5	5	5	8	8	10	10
8. Модуль зубчатого колеса m , мм	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2
9. Степень точности зубчатых колес	6-7-8	6-7-8	6-7-8	7-8-9	7-8-9	7-8-9	8-9-8	8-9-8	9-8-7	9-8-7

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	A	C	B	A	B	C	B	A	C	B
11 Вид нагружения подшипников	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб	Колеб
12. Вид запрессовки	О х л а ж д а е т с я в а л									
13. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$1_{-0,2}^{-0,1}$	$1,5_{-0,5}^{-0,1}$	$1,5_{-0,5}^{-0,1}$	$1,5_{-0,6}^{-0,2}$	$1,5_{-0,6}^{-0,2}$	$2_{-0,5}^{-0,1}$	$2_{-0,5}^{-0,1}$	$2_{-0,5}^{-0,3}$	$1_{-0,8}^{-0,2}$	$1_{-0,8}^{-0,2}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,4	1,6	1,6	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,4	1,6	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3
16. Материал вала	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35
17. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 8

Варианты 1...10

Вращение от вала 3 к валу 9 передается через пару цилиндрических зубчатых колес 7 или 11
(см. прилож.7)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Мощность на вале 3, N, кВт	10	10	8	8	7	7	6	6	5	5
2. Частота вращения вала 3, об/мин	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1800	1800	2000	2000
3. Ширина венца зубчатых колес, мм	40	50	60	70	80	80	70	60	50	40
4. Обозначение подшипников	210 209	309 310	208 207	207 209	207 209	46310 46309	46310 46309	46310 46308	46308 46307	46308 46307
5. Класс точности подшипников	0	5	6	6	5	4	5	6	6	0
6. Перегрузка, %	120	120	150	150	200	200	180	180	130	130
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	6	6	5	5	6	6	4	4	5	3
8. Модуль зубчатого колеса m , мм	5	5	4	4	4	3	3	3	4	4
9. Степень точности зубчатых колес	10-8-7	10-8-7	10-8-7	11-9-8	11-9-8	11-9-8	9-8-7	9-8-7	9-8-7	9-8-7

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	В	С	Н	В	С	Е	А	В	С	Н
11 Вид нагружения подшипников	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.	Цирк.
12. Вид запрессовки	М е х а н и ч е с к а я з а п р е с о в к а									
13. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$2_{-0,5}^{-0,3}$	$2_{-0,5}^{-0,3}$	$2_{-0,6}^{-0,5}$	$2_{-0,6}^{-0,5}$	$1,5_{-0,5}^{-0,1}$	$1,5_{-0,5}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,9}^{-0,1}$	$1_{-0,8}^{-0,2}$	$1_{-0,8}^{-0,2}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,25	1,3	1,25	1,3	1,4	1,45	1,5	1,4	1,5	1,6
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,25	1,25	1,3	1,3	1,4	1,45	1,5	1,4	1,4	1,5
16. Материал вала	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35	Ст 35
17. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 9

Варианты 1...10

Вращение с вала 1 передается на вал 5 через пару цилиндрических зубчатых колес 10 и 15 (см. прилож.9)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Мощность на вале 1, кВт	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5
2. Частота вращения вала 1, об/мин	5000	4500	4000	3500	3000	3000	2500	2500	2000	2000
3. Ширина венца зубчатого колеса, мм	20	20	20	30	30	25	25	25	40	40
4. Обозначение подшипников	46208 46207	46208 46207	46209 46208	46209 46208	46210 46209	46210 46209	46211 46210	46211 46210	46212 46211	46212 46211
5. Класс точности подшипников	0	6	5	4	4	5	6	0	0	6
6. Перегрузка, %	100	120	120	130	130	140	150	150	160	160
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	5	5	5	4	4	4	3	3	2	2
8. Модуль зубчатого колеса m , мм	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
9. Степень точности зубчатых колес	7-5-6	7-5-6	8-7-6	8-7-6	8-7-6	9-8-7	9-8-7	9-8-7	9-8-7	9-8-7

Продолжение табл. 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	Н	С	А	В	С	А	В	С	А	В
11 Вид нагружения подшипников	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.	Колеб.
12. Вид запрессовки	Механическая запрессовка									
13. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$1_{-0,8}^{-0,1}$	$1_{-0,8}^{-0,1}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$2_{-1,8}^{-0,2}$	$1,5_{-1,3}^{-0,5}$	$1,5_{-1,3}^{-0,5}$	$1,8_{-1,5}^{-0,3}$	$1,8_{-1,5}^{-0,3}$	$1,2_{-1,0}^{-0,2}$	$1,2_{-1,0}^{-0,2}$
14. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,8	1,9	1,7	1,8	1,9	1,9	1,7	1,9	1,6	1,8
15. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,9	1,8	1,8	1,7	1,9	1,7	1,8	1,6	1,8	1,8
16. Материал вала	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40	Ст 40
17. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

Таблица 10

Вращение от вала 4 передается на вал 1 с помощью косозубого зубчатого колеса 5 (см. Прилож. 10)

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Передаваемая мощность на вал 4, кВт	1	2	2,5	3	4	5	5,5	6	7	8
2. Частота вращения вала 4, об/мин	2500	2000	1800	1600	1400	1200	1000	1100	1300	1500
3. Ширина зубчатого колеса 2 и 5, мм	20	22	24	26	28	30	32	34	36	40
4. Обозначение подшипников	7203 12204 7204	7204 12305 7205	7205 12207 7206	7206 12307 7207	7207 12208 7208	7203 12308 7204	7304 12209 7305	7305 12309 7306	7306 12210 7307	7307 12310 7308
5. Класс точности подшипников	0	6	5	5	6	0	0	6	5	6
6. Перегрузка, %	100	100	100	150	150	150	150	200	200	200
7 Радиальная нагрузка подшипников, кН	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0
8. Осевая нагрузка на вал, кН	0,5	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	1,3	1,2	1,0

Продолжение табл. 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Модуль зубчатого колеса m , мм	3	4	5	5	4	3	3	4	4	5
10. Степень точности зубчатых колес	9-7-8	9-7-8	8-8-7	8-7-6	7-7-8	8-6-7	7-8-7	8-8-9	6-7-8	7-8-9
11. Вид сопряжения и допуска на боковой зазор	A	B	B	B	C	C	C	A	A	B
12 Вид нагружения подшипников	Цирк.	Колеб	Местн	Местн	Колеб	Колеб	Цирк.	Цирк.	Колеб	Колеб
13. Вид запрессовки	Н а г р е в									
14. Замыкающее звено размерной цепи. A_{Σ} , мм	$0^{+0,8}_{+0,1}$	$1 \pm 0,8$	$1^{-0,2}_{-0,8}$	$2^{-0,8}_{-1,7}$	$1^{+0,8}_{-0,6}$	$1^{+0,7}_{-0,5}$	$2^{-0,6}_{-1,1}$	$0^{+1,0}_{+0,1}$	0^{+2}_{-1}	$1^{+0,6}_{-0,4}$
15. Шероховатость поверхности вала. R_a , мкм	1,7	1,7	1,8	1,6	1,8	1,4	1,5	1,4	1,6	1,6
16. Шероховатость поверхности отверстия колеса. R_a , мкм	1,8	1,7	1,7	1,8	1,6	15	1,4	1,6	1,5	1,6
17. Материал вала	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45
18. Материал зубчатого колеса	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45	Ст 45

Примечание. Диаметр вала необходимо брать на 3...4 мм больше диаметра внутреннего кольца подшипника качения

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
2. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе	3
3. Программа	4
4. Темы и задания для контрольных работ	8
5. Приложения	10
6. Библиографический список	31

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

О с н о в н а я л и т е р а т у р а

1. Пачевский В. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие/ В. М. Пачевский, А. Н. Осинцев, М. Н. Краснова. Воронеж: ВГТУ, 2003. 206 с.
2. Марков Н.Н. Нормирование точности в машиностроении: учеб. для машиностр. спец. вузов/ Н.Н. Маарков, В.В. Осипов, М.Б. Шабалина; под ред. Ю.М. Соломенцева. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия», 2001. 335 с.
3. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учеб. пособ. для машиностр. спец. вузов/ А.Д. Никифоров. М.: Высш. шк., 2000. 510 с.

Д о п о л н и т е л ь н а я л и т е р а т у р а

1. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учеб. для вузов/ Г.Д. Крылова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 711 с.
2. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения/ А.И. Якушев. М.: Машиностроение, 1987.
3. Зябрева Н.П. Пособие к решению задач по курсу "Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения"/ Н.П. Зябрева, Е.И. Перельман, М.Я. Шегал. М.: Машиностроение, 1987.
4. Палей М.А. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. / М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. Л.: Политехника. 1991. Ч. 1. 576 с.; 1991. Ч. 2. 607 с.
5. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): учеб. пособие/ И.М. Белкин. М.: Машиностроение, 1992. 528 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения контрольных работ
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов всех форм обучения

Составители:

Пачевский Владимир Морицович
Осинцев Александр Николаевич
Корнеев Валерий Иванович
Краснова Марина Николаевна

В авторской редакции

Подписано к изданию 23.04.2008.
Уч.-изд. л.1,6 «С»

ГОУВПО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14