

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина
Ю.А.» в г. Петровске



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине
ОП.03 «Метрология, стандартизация и сертификация»

специальности
15.02.10 «Мехатроника и робототехника (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
общепрофессиональных дисциплин,
и профессиональных модулей
«16» июня 2025 года, протокол №13

Председатель ПЦК /Ю.А. Табарова/

Петровск 2025

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины ОП.03 «Метрология, стандартизация и сертификация», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и робототехника (по отраслям)» и соответствующих профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ПК 1.1. Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем.

ПК 1.2. Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем.

ПК 1.3. Производить наладку и регулировку различных узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем.

ПК 2.1. Выявлять внешние дефекты узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем в результате их внешнего осмотра.

ПК 2.2. Проверять соответствие диагностируемых параметров узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных устройств и систем требованиям эксплуатационной документации

ПК 2.4. Выявлять отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем.

ПК 3.2. Проводить проверку и установку навесного оборудования на базу робототехнических средств.

ПК 3.3. Выполнять монтаж и настройку средств измерений и робототехнических устройств и систем.

ПК 3.6. Выполнять пуск и наладку средств роботизации.

ПК 3.8. Проводить диагностику, техническое обслуживание и устранение мелких неисправностей внешних и внутренних систем робототехнических средств.

Целью освоения учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является:

- приобретение знаний в области стандартизации и сертификации производства для дальнейшего использования в практической деятельности с целью обеспечения качества продукции и её конкурентоспособности на основе применения знаний, полученных при изучении основ метрологии, как базовой дисциплины, обеспечивающей качество производственных процессов и контроля готовой продукции;

•изучение современных требований по стандартизации и сертификации производства и услуг, по метрологическому обеспечению производства.

При выполнении практических работ студент должен **знать:**

- основы теории машин и механизмов;
- основы метрологии;
- стандарты, положения, методические и другие нормативные материалы по аттестации, испытаниям, эксплуатации и ремонту оборудования мехатронных систем;
- методы диагностирования, неразрушающие методы контроля;
- порядок проведения стандартных и сертифицированных испытаний
- виды и методы измерений технологических параметров средств и систем роботизации;
- основные метрологические понятия и нормируемые метрологические характеристики средств и систем роботизации;
- типовые структуры измерительных устройств, методы и средства измерений технологических параметров средств и систем роботизации;
- принципы действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения технологических параметров средств и систем роботизации.

При выполнении практических работ студент должен **уметь:**

- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;
- использовать электромеханические, гидравлические и пневматические инструменты для сборки узлов мехатронных устройств и систем;
- готовить инструмент и оборудование к сборке;
- использовать контрольно-измерительные приборы и специальные стенды для наладки и регулировки узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных систем;
- читать техническую документацию в объеме, необходимом для выполнения задания;
- соблюдать правила эксплуатации оборудования и оснастки при выполнении работ в соответствии с заданием;
- выбирать метод и вид измерения средств и систем роботизации;
- пользоваться измерительной техникой, различными приборами и типовыми элементами средств и систем роботизации;
- производить обоснованный выбор средств измерений и автоматизации;
- производить поверку, настройку приборов.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» содержит 9 практических занятий.

**Перечень практических работ
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Тема: Концевые меры длины. Гладкие калибры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.

Тема: Штангенинструменты и микрометры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Тема: Рычажные приборы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.

Тема: Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

Тема: Допуски и посадки подшипников качения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.

Тема: Шероховатость поверхностей. Размерные цепи.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7.

Тема: Методы и средства измерения углов. Допуски угловых размеров.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8.

Тема: Допуски на зубчатые колеса и соединения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.

Тема: Допуски и посадки шпоночных и шлицевых соединений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10.

Тема: Показатели качества продукции и методы их оценки.

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов:

1. Работа с измерительными инструментами

- Прежде, чем приступить к выполнению практической работы, ознакомьтесь с измерительными приборами и их конструкцией;
- с правилами обращения с измерительными устройствами;
- с последовательностью настройки измерительных приборов;
- с правилами отсчета результатов измерения.

Все измерительные приборы требуют бережного и квалифицированного обращения. Прежде, чем приступить к настройке и работе с приборами, внимательно прочитайте прилагаемую инструкцию и в процессе работы строго следуйте этой инструкции.

1. Разбирать инструменты студентам не разрешается.
2. Все измерения производить осторожно, с небольшим усилием, не допуская порчи инструмента.

После окончания измерений инструменты необходимо положить в футляр.

2. Ответы на поставленные вопросы (с аргументацией)

Прочитайте вопрос и вникните в него.

Для удобства подчеркните ту, фразу, которая, по вашему мнению, является главной. Это поможет вам быстрее сориентироваться при ответе на вопрос.

Если вы считаете, что можете ответить на вопрос без помощи лекции и дополнительной литературы – приступайте. Если же вопрос заставляет вас сомневаться, откройте лекционную тетрадь (учебник или дополнительную литературу), прочитайте необходимый пункт, вникните в содержание и после этого приступайте за работу.

ГЛАВНОЕ! Не переписывайте отрывки лекции в рабочую тетрадь! Четко отвечайте на ПОСТАВЛЕННЫЙ вопрос!

Не забудьте привести аргументацию (обоснование) вашей позиции, если вопрос предполагает личностное отношение к проблеме.

Правила оформления практической работы.

Практические работы оформляются в отдельной, соблюдая следующие требования:

- записывается дата выполнения работы, название работы, цель, объекты и результаты исследования;

-если предусмотрено оформление результатов исследования в таблице, то все результаты заносятся в таблицу;

-после каждого задания должно быть сделано заключение, вывод с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов.

Работа выполняется четко, грамотно, пастой синего или черного цвета.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Составление размеров деталей с помощью концевых мер длины.



Цель:

1. Освоить методику работы с концевыми мерами длины.
2. Рассчитать номинальный размер блока с применением концевых мер длины.
3. Рассчитать суммарную длину блока с учетом погрешностей.

Оборудование:

1. Набор плоскопараллельных концевых мер длины (ПКМД).
2. Варианты заданий.
3. Учебно-методическое пособие (таблицы).

Справочные материалы: ГОСТ 9038-90

Содержание работы

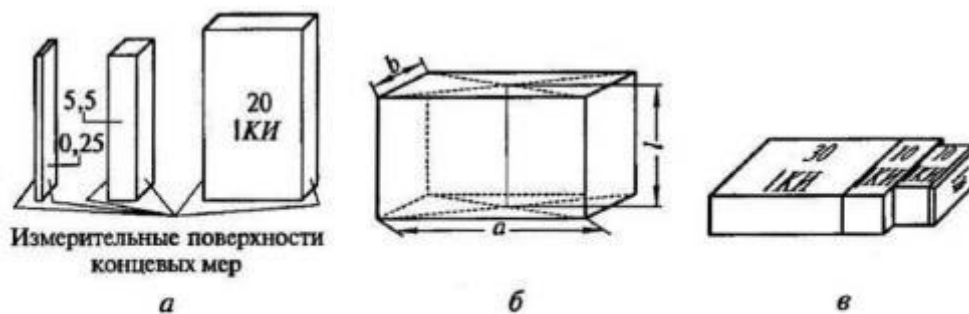
Плоскопараллельные концевые меры длины (ГОСТ 9038-90)



Плоскопараллельные концевые меры длины служат для передачи размеров от эталона изделию. В машиностроении и других отраслях промышленности их используют в таких целях:

- Согласно ГОСТ 9038-90 концевые меры длины (сокращенно КМД) выполняются в форме прямоугольного параллелепипеда с двумя взаимнопараллельными плоскими измерительными поверхностями. хранение и передача единицы длины;
- поверка калибров;
- градуировка и поверка различных мер и средств измерений;

- разметочные и координатно-расточные работ высокой точности;
- определение размеров приспособлений и изделий;
- наладка станков, инструментов и др.



Плоскопараллельные концевые меры длины

Номинальный размер КМД

В качестве размера плоскопараллельной КМД принимается ее срединная длина l (рис. б). Срединную длину определяют перпендикуляром, опущенным из середины одной из измерительных поверхностей КМД на противоположную поверхность. Номинальный размер срединной длины l влияет на определение значения сторон a и b в сечении мер.

Например, при $10 \text{ мм} < l < 0,29 \text{ мм}$ $a=30_{-0,28}$; $b=-0,20_{-0,30}$; при $10 \text{ мм} < l < 250 \text{ мм}$ $a=35_{-0,34}$; $b=-0,20_{-0,30}$.

Номинальный размер срединной длины указан на каждой мере длины.

Концевые меры изготавливаются классов точности:

- стальные 00; 01; 0; 1; 2; 3;
- твердосплавные 00; 0; 1; 2 и 3.

Самым точным является класс 00.

Наборы концевых мер длины



По ГОСТ плоскопараллельные концевые меры длины могут комплектоваться в наборы по их количеству и размерам номинальной длины. Количество КМД в наборах от №1 до №19 варьируется от 2 до 112 штук. В наборе №20 предусмотрено 23 меры длины, №21 – 20 мер, №22 – 7.

Наборы комплектуются так, чтобы из минимального количества КМД была возможность составить блок какого угодно размера до третьего десятичного знака. На основании этого требования подбираются номинальные размеры плоскопараллельных КМД и градация их размеров.

Стандартная градация в наборах концевых мер длины выглядит так: 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 1; 10; 25; 50 и 100 мм.

Номинальные значения длины КМД колеблются в пределах 1,005-100 мм. К примеру, в набор из 112 концевых мер длины входит:

- мера длины 1,005 мм – 1 шт.;
- 1-1,5 мм через 0,01 мм – 51 шт.;
- 1,6-2 мм через 0,1 мм – 5 шт.;
- 0,5 мм – 1 шт.;
- 2,5-25 мм через 0,5 мм – 46 шт.;
- 30-100 мм через 10 мм – 8 шт.

Отдельная мера длины с низшим классом точности определяет класс точности набора. Номинальная длина каждой меры длины и отклонение указываются в паспорте, который прилагается к набору КМД.

Разряды КМД

На основании погрешности измерения длины концевых мер (погрешности аттестации) и их отклонения от параллельности и плоскостности КМД делят на 5 разрядов, обозначаемых 1, 2, 3, 4, 5. Наименьшая погрешность аттестации свойственна 1-му разряду. Величины погрешностей указаны в аттестате меры длины.

Действительные отклонения в аттестате мер, для которых установлен разряд, учитывают при определении размера блока плиток наряду с номинальным значением мер.

Блоки КМД



Причиной широкого применения концевых мер длины в промышленности является их основное свойство – притираемость. КМД способны прочно сцепляться при надвижении одной меры на другую или прикладывании (рис. в).

Сцепление (или адгезия) КМД обеспечивается молекулярными силами сцепления при наличии сверхтонкой пленки смазки между мерами – от 0,05 до 0,1 мкм. Минимальное усилие сдвига одной меры длины относительно другой составляет 30...40 Н, для новых КМД величины усилия выше в 10...20 раз. По стандарту стальные концевые меры длины рассчитаны на 500 притираний при вероятности безотказной работы 0,8, твердосплавные – 30 тысяч притираний при вероятности 0,9.

Блок заданного размера составляется из наименьшего возможного количества мер. Сначала выбирают КМД, позволяющие получить тысячные доли миллиметра, после них – сотые, десятые и целые миллиметры.

К примеру, чтобы получить блок размером 28,495 мм, нужно взять из набора КМД №1 меру длины 1,005, затем 1,49, 6 и 20: $1,005 + 1,49 + 6 + 20 = 28,495$ мм.

Минимальное количество концевых мер длины в блоке повысит его точность, так как уменьшится суммарная погрешность. Также повышается надежность блока, т.е. снижается вероятность его разрушения. Количество КМД в блоке не должно превышать 5 штук.

Использование следующих принадлежностей позволяет значительно расширить область применения КМД:



- основание;
- державка (струбцина);
- стяжки для скрепления блоков размером более 100 мм;
- плоскопараллельные боковики;
- зажимной сухарь для крепления стяжками блоков концевых мер с боковиками;
- радиусные боковики, $h = R = 2$ мм (5; 15; 20 мм);
- чертильный боковик;
- центральной боковик, вершина центра которого лежит на продолжении нижней доведенной плоскости;
- плитки с рисками;
- трехгранная линейка.

Материал КМД

Концевые меры длины изготавливают преимущественно из стали с температурным коэффициентом расширения $(11,5 \pm 0,1) \cdot 10^{-6}$ мм на 1°C при изменениях температуры от 10 до 30°C . Такими характеристиками обладают хромистые стали X, 20ХГ, ШХ15, ХГ.

Твердость измерительных поверхностей таких мер длины составляет не менее HRC 62. Реже КМД изготавливают из твердого сплава марки ВК6М с температурным коэффициентом расширения $3,6 \cdot 10^{-6}$ мм на 1°C . Износостойкость таких мер повышается в 10-40 раз в сравнении со стальными. Однако следует учитывать в работе, что из-за разности температурных

коэффициентов могут возникать значительные погрешности измерения стальными и твердосплавными КМД.

Высокая износостойкость и хорошая притираемость концевых мер достигаются при шероховатости измерительных поверхностей не более 0,063 мкм по критерию Rz и шероховатости нерабочих поверхностей - Ra 0,63 мкм.

Средний срок сохраняемости стальных КМД – от 1 года, твердосплавных – от 2 лет.

Задание: Вариант_Размер блока _

1. Класс точности набора: _

2. Систематическая погрешность $\Delta_c = 0,3$ мкм (допускается от 0,1 до 0,5 мкм).

3. Случайные погрешности $\Delta_{сл}$ от номинального размера и отклонения формы определяются по таблице П1 «Допускаемые отклонения концевых мер» приложения и заносятся в таблицу расчетов (Таблица 1).

Примечание: Для составления заданного размера рекомендуется использовать не более 5-ти мер.

4. Размер блока концевых мер с учетом погрешностей определяется по формуле:

$$L_{б.л.} = \sum L_i + (n-1) \times \Delta_c \cdot 10^{-3} \pm (\sqrt{\sum \Delta_{ск i}^2}) \cdot 10^{-3}$$

$$L_{б.л.} =$$

$$L_{max} =$$

$$L_{min} =$$

Пример выполнения

Вариант: X; Размер блока: 26,025 мм
 $L_{б.л.} = \sum L_i + (n-1) \times \Delta_c \cdot 10^{-3} \pm (\sqrt{\sum \Delta_{ск i}^2}) \cdot 10^{-3}$

$$L_{б.л.} = 26,025 + (4 - 1) \times 0,3 \cdot 10^{-3} \pm (\sqrt{0,67}) \cdot 10^{-3}$$

$$L_{max} = 26,025 + 3 \times 0,0003 + (\sqrt{0,67}) \cdot 10^{-3} = 26,025 + 0,0009 + 0,0008 = 26,0277 \text{ (мм)}$$

$$L_{min} = 26,025 + 3 \times 0,0003 - (\sqrt{0,67}) \cdot 10^{-3} = 26,025 + 0,0009 - 0,0008 = 26,0251 \text{ (мм)}$$

Приложение: Варианты заданий к лабораторной работе №1

Номинальный размер блока
20,325
20,045
25,105
27,215
34,705
30,625
35,175

Номинальный размер блока
48,105
52,505
54,795
56,765
57,105
61,545
64,235

Номинальный размер блока
73,12
75,525
80,115
86,055
88,715
90,625
95,175

40,115
42,175
47,535

65,155
67,705
71,435

94,115
92,175
97,535

Отчет

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Подбор концевых мер для заданного размера.
3. Расчет максимального и минимального значений заданного размера блока с учетом погрешностей.
4. Эскиз блока из используемых мер.
5. Устно ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какое назначение имеют плоскопараллельные концевые меры длины?
2. Какой параметр принимается за размер плоскопараллельной концевой меры длины?
3. Как формируются наборы плоскопараллельных концевых мер длины?
4. Что такое класс точности и разряд КМД?
5. Как определяется класс точности набора плоскопараллельных концевых мер длины?
6. Что такое притираемость ПКМД?
7. Какое минимальное число концевых мер может быть в блоке

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Измерение величины износа соединений.

Цель: Ознакомиться с устройством и работой штангенциркуля. Научиться определять размеры деталей с точностью до 0,1 мм.

Оборудование: Штангенциркуль с точностью отсчета 0,1 мм, образцы для измерения.

Справочный материал:

Содержание работы

Основные теоретические сведения

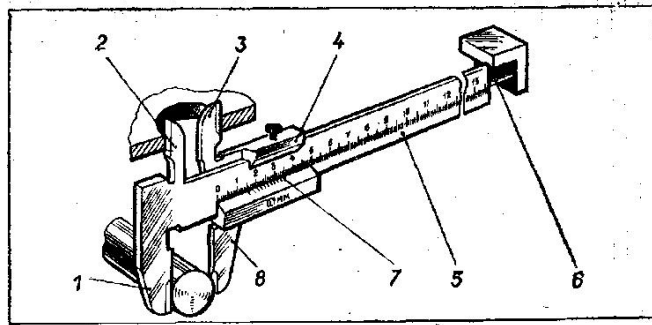


Рис. 1. Штангенциркуль с точностью измерения до 0,1 мм:

1, 2 — неподвижные губки; 3, 8 — подвижные губки; 4 — подвижная рамка;
5 — штанга; 6 — глубиномер; 7 — нониус.

Линейкой можно определить размеры деталей с точностью до 1 мм. Для измерения с большей точностью (до 0,1 мм) применяется специальный инструмент, называемый штангенциркулем (рис. 1). С его помощью можно определить и проконтролировать линейные наружные и внутренние размеры деталей (диаметр изделия, длину и глубину отверстия и т. д.).

Штангенциркуль состоит из штанги с неподвижными губками, по которой перемещается рамка с подвижными губками.

Рамку можно закреплять в нужном положении стопорным винтом. На штанге нанесены деления, которые образуют миллиметровую шкалу. Цена ее деления — 1 мм. Длина миллиметровой шкалы — 150 мм. На подвижных губках нанесена вспомогательная шкала, называемая нониусом (рис. 2). Она разделена на 10 равных частей, но вся длина нониусной шкалы составляет 19 мм.

Для того чтобы проверить штангенциркуль на точность, надо совместить губки инструмента. При этом нулевые риски обеих шкал должны совпасть. Одновременно должен совеститься десятый штрих нониуса с девятнадцатым штрихом миллиметровой шкалы.

При измерении штангенциркулем целые миллиметры отсчитываются по миллиметровой шкале, а десятые доли — по шкале нониуса, начиная от нулевой отметки до той риски, которая совпадает с какой-либо риской миллиметровой шкалы (рис. 3).

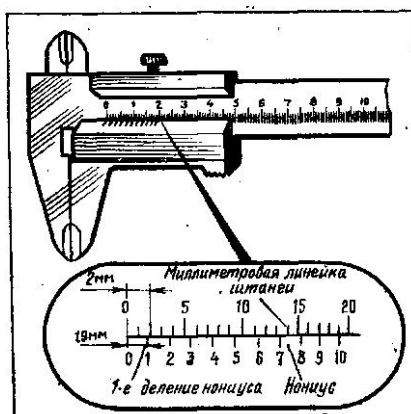


Рис. 2. Нониус штангенциркуля.

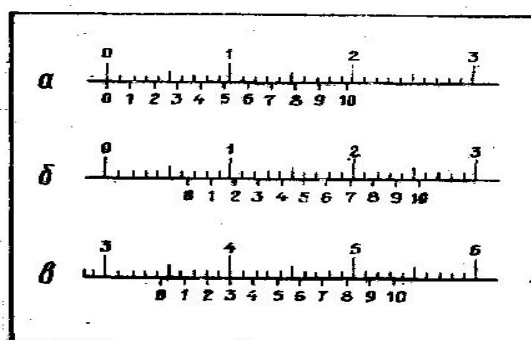
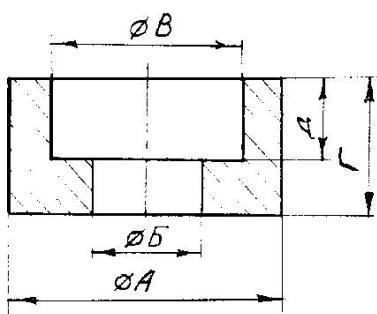


Рис. 3. Положение шкал штангенциркуля при отсчете размеров:
а)-0,9мм; б) – 6,5 мм; в) – 34,3 мм.

Задание 1. Начертить эскиз измеряемой детали.



Задание 2. Подготовить рабочую таблицу:

№ измерения	Результаты измерений:				
				Г	Д

Задание 3. Осмотреть штангенциркуль и проверить его точность.

Измерить размеры А, Б, В, Г, Д.

Примечание. Каждое измерение проводить три раза.

Задание 4. Определить среднее арифметическое каждого измеренного размера и результаты занести в таблицу.

Проставить полученные размеры на эскизе.

Контрольные вопросы.

1. С какой целью применяют штангенциркуль?
2. Сколько шкал имеет штангенциркуль?
3. Как проводится отсчет целых и десятых долей миллиметра

Практическая работа №3

Тема: Поверка средств измерения

Цель работы: Контроль точности размеров гладких валов рычажной скобой.

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия рычажно-зубчатых приборов.
2. Произвести контроль партии деталей типа «цилиндр» с помощью рычажной скобы, определить вид отклонения формы поверхности деталей.
3. Произвести контроль партии деталей типа «клапан ДВС» с помощью рычажного микрометра. Построить гистограмму распределения действительных размеров деталей.

Оборудование:

1. Скоба рычажная.
2. Скоба индикаторная.
3. Набор КМД (до 0,01 мм).
4. Комплект цилиндрических деталей с заданными размерами.

Справочный материал: таблица допусков и посадок.

Содержание работы

Рычажная скоба и рычажный микрометр относятся к группе рычажно-зубчатых измерительных приборов и широко применяются в измерительных лабораториях, контрольных пунктах и на рабочих местах, особенно при работе на шлифовальных станках для контроля наружных размеров деталей 6 и 7 квалитетов.

Основные узлы рычажно–зубчатых приборов: скоба, рычажно-зубчатый механизм, устройство перемещения регулируемой пятки и индикатор.

Рычажные микрометры и скобы часто используются вместо предельных калибров-скоб.

Основные преимущества:

1. Точность контроля выше, так как в рычажной скобе и рычажном микрометре обеспечивается постоянство измерительного давления.
2. Возможность установления абсолютной величины части припуска, которая еще подлежит снятию при обработке, в отличие от контрольных калибров, которые лишь фиксируют годность детали.
3. Возможность определения абсолютных величин отклонения от геометрической формы.
4. Применение рычажных скоб и микрометров резко (в несколько десятков раз) сокращает номенклатуру предельных калибров-скоб.

Устройство рычажной скобы

Рычажная скоба является прибором для относительных, косвенных и контактных измерений и не имеет собственного размерного (микрометрического) устройства.

Основной особенностью конструкции рычажной скобы является сочетание рычажной и зубчатой передач, которое позволяет резко уменьшить габариты прибора при сравнительно больших передаточных отношениях. Конструкция рычажной скобы показана на рис. 3.1. В цилиндрических направляющих

жесткого корпуса 10 могут перемещаться подвижная пятка 2 и регулируемая пятка 1.

Регулируемая пятка 1 служит для установки скобы на размер по блоку концевых мер 14. Для установки отвинчивается стопорный колпачок 11 и регулируемая пятка устанавливается в требуемое положение перемещением винта подачи 12 с помощью накатной гайки 13.

Подвижная пятка 2 является измерительным стержнем рычажной скобы. Перемещение подвижной пятки заставляет перемещаться стрелку индикатора с помощью рычажно-зубчатой передачи.

Пятка 2 имеет две выемки в цилиндрической поверхности. В одну из них входит рычаг 3 арретира 8, а во вторую – наконечник передаточного рычага 5, принадлежащего к преобразующей передаче отсчетной головки, вмонтированной в корпусе скобы. Эта передача использована от рычажно-зубчатой головки ИГ и отличается только тем, что компенсатор 7 здесь повернут на 80° .

В заднем торце подвижной пятки 2, противоположном измерительной поверхности этой пятки, выполнена ступень, на которую надета и упирается пружина измерительного усилия 6 рычажной скобы. Вращение стрелки осуществляется с помощью зубчатого сектора 9 и шестерни 4 на которой закреплен конец стрелки.

Возвратное движение стрелки происходит от действия спиральной пружины, которая крепится к шестерне и заставляет зубчатую передачу работать одной стороной зубьев, благодаря чему устраняется «мертвый ход».

Рычажные скобы выпускаются шести типоразмеров, охватывающих диапазон измерения от 0 до 150 мм с интервалом 25 мм. Цена деления шкалы измерительной головки может быть 0,002 мм и 0,005 мм.

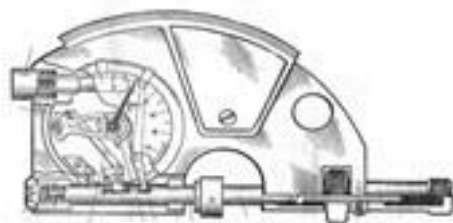


Рис1.. Скоба рычажная

1 – отсчетное устройство; 2 – отвод пятки; 3 – стрелка; 4 – скоба; 5 – колпачок; 6–переставная пятка; 7 – пятка подвижная; 8 – указатели пределов допуска

РЫЧАЖНАЯ СКОБА СР

Рычажные скобы (ГОСТ 11098– 75) предназначены для наружных измерений относительным методом. Пределы измерения от 0 до 150 мм с интервалом 25 мм.

Для контроля изделий с невысокой точностью (до 0,01 мм) вместо рычажной скобы может применяться скоба индикаторная (рис.2).

Основное конструктивное отличие от скобы рычажной в том, что вместо встроенной измерительной головки применен наружный многооборотный

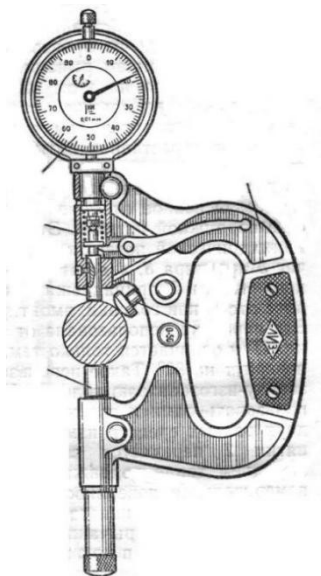


Рис.2. Скоба индикаторная: 2 - подвижная пятка, 3 – пружина измерительного усилия скобы, 4 – измерительный наконечник индикатора часового типа, 5 – колпачок, 6 – пружина измерительного усилия индикатора часового типа

Движение подвижной пятки 2 передается измерительному наконечнику индикатора часового типа 4, а не рычажно–зубчатому механизму как у скобы рычажной.

Плотность контакта измерительной поверхности подвижной пятки 2 с поверхностью детали, введенной в рабочую выемку скобы, обеспечивается суммой сил пружины измерительного усилия 3 скобы и пружины измерительного усилия индикатора часового типа 4.

Скобы индикаторные выпускаются шести типоразмеров в диапазоне от 0 до 500 мм с интервалом 50 мм.

Задания:

1. Ознакомиться с теоретической частью работы. Получить задание у преподавателя.
2. Построить в масштабе схемы расположения полей допусков партии деталей (цилиндров) и рассчитать D_{\max} , D_{\min} , $D_{\text{ср}}$, согласно нанесенной на них маркировке.
3. Протереть измерительные плоскости прибора и поверхности деталей мягкой льняной тряпкой.
4. Набрать блок измерительных плиток КМД по среднему диаметру измеряемого цилиндра.
5. Отвинтить стопорный колпачок 11 (рис.3.1).
6. Набрать блок плиток (с точностью 0,001 мм) и поместить его между измерительными плоскостями рычажной скобы.
7. Вращать накатанную гайку 13 до тех пор, пока стрелка на шкале скобы не установится против нулевого деления.
8. Затянуть колпачок 11. Если после затяжки стрелка на шкале скобы отойдет от нулевого деления повторить установку.

9. Нажав на кнопку 8 удалить блок плиток.
10. Надавливая кнопку 8 ввести деталь между измерительными плоскостями скобы.
11. Произвести замеры отклонений действительного размера детали от среднего диаметра по трем сечениям и в двух положениях, указанных на схеме.
12. Подсчитать действительный размер детали как сумму размера блока и отклонений, полученных по шкале скобы, учитывая знаки отклонений.
13. Определить отклонения от геометрической формы (овальность, бочкообразность, седлообразность, конусность).
14. Дать заключение о годности детали. Действительный размер, полученный после измерения, должен попадать в расчетный допуск (разница между максимальным и минимальным размерами детали).
15. Результаты замеров и расчетов занести в таблицу.
16. Оформить отчет по работе.

Контрольные вопросы

1. На каком принципе основано устройство приборов область их применения?
2. Существующие методы измерения и методы, применяемые при работе с данными приборами?
3. Преимущества и недостатки данного типа приборов перед другими типами приборов?
4. Порядок измерения данным прибором?
5. Факторы, влияющие на увеличение погрешности измерения данными приборами?
6. Общие узлы данного типа инструментов?
7. Методика настройки на нуль и проверка правильности настройки?
8. Нарисовать кинематическую схему рычажной скобы.
9. Нарисовать кинематическую схему рычажного микрометра.
10. Определить по техническим характеристикам погрешность приборов?
11. Указать с какой точностью возможно произвести измерения детали данным прибором?
12. Назвать или произвести (по указанию преподавателя) все необходимые расчеты для измерения партии деталей с помощью рычажной скобы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Расчет допусков и посадок гладких цилиндрических соединений.

Цель: изучение методики определения зазоров, натягов, допусков и посадок в гладких цилиндрических соединениях.

Оборудование: штангенинструменты, микрометры, деталь гладкая цилиндрическая

Справочный материал: таблица допусков и посадок

Содержание работы

Общие положения

Посадки в системе отверстия – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются сопряжением различных валов с основным отверстием (H).

Посадки в системе вала – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются сопряжением различных отверстий с основным валом (h).

Задание

Исходные данные Дана деталь гладкая цилиндрическая и ее предельные размеры. Определить поля допусков, построить схемы полей допусков.

Вариант	d max, мм	d min, мм	Вариант	d max, мм	d min, мм
1	20,975	20,855	13	15,115	15,044
2	24,970	24,922	14	19,174	19,067
3	27,975	27,885	15	17,155	17,030
4	14,984	14,914	16	8,075	8,055
5	26,935	26,883	17	24,172	24,122
6	17,950	17,911	18	18,075	18,085
7	29,975	29,955	19	12,075	12,045
8	29,988	29,934	20	26,997	26,922
9	15,015	14,885	21	23,928	23,896
10	20,05	20,005	22	13,075	13,055
11	28,097	28,007	23	34,970	34,922
12	30,475	30,185	24	26,975	26,834

1. Привести обозначение номинального размера вала с предельными отклонениями (для своего варианта);
2. Произвести замер детали;
3. Начертить схемы полей допусков по предельным размерам (не в масштабе) и по предельным отклонениям (в масштабе), показать на них действительный размер и действительное отклонение

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Расчет допусков и посадок подшипников качения.

Цель работы: Определить численные значения предельных отклонений присоединительных диаметров подшипника и посадочных мест вала и корпуса согласно выбранным посадкам.

Оборудование: подшипник качения,

Справочный материал: таблица допусков и посадок

Содержание работы

Краткие теоретические основания выполняемого задания Подшипники качения работают в самых разнообразных эксплуатационных условиях и призваны обеспечивать требуемую точность и равномерность вращения подвижных частей машин. Являясь стандартными узлами, подшипники качения имеют полную взаимозаменяемость по присоединительным поверхностям, определяемым наружным диаметром наружного и внутренним диаметром внутреннего колец. Качество самих подшипников качения определяется рядом показателей, в зависимости от величины которых стандартами ГОСТ 520-71 и СТ СЭВ 774-77 установлены пять классов точности, обозначаемых в порядке повышения точности: 0, 6, 5, 4 и 2. Класс точности подшипника выбирается исходя из требований, предъявляемых к точности вращения и условиям работы механизма. В машино- и приборостроении при средних и малых нагрузках, нормальной точности вращения обычно применяют подшипники класса точности 0. Для тех же условий, но при повышенных требованиях к точности вращения используют подшипники класса точности 6. Подшипники классов точности 5 и 4 применяют только при больших скоростях и жестких требованиях к точности вращения, а класса точности 2 – лишь в особых условиях. Класс точности (кроме класса 0) указывают через тире перед условным обозначением подшипника, например: 6 – 310.

Образец выполнения практической работы

Дано:

Подшипник № 5-209

По приложению находим основные размеры подшипника:

Подшипник №5-209

Наружный диаметр $D = 85$ мм

Внутренний диаметр $d = 45$ мм

Ширина кольца $B = 19$ мм

Для подшипника класса точности 5 принимаем поле допуска K6. Тогда посадку наружного кольца в корпус в общем виде запишем так: $\square 85K6$. По таблице приложения принимаем поле допуска вала h5. Посадка внутреннего кольца на вал в условной записи имеет вид: $45h6$.

По таблицам СТ СЭВ 144-75 или ГОСТ 25347-82 находим численные значения предельных отклонений присоединительных диаметров колец подшипника и посадочных мест вала и корпуса.

Получим:

Внутренне кольцо 45-0,008

Шейка вала 45h5 Наружное
кольцо 85-0,010Отверстие в
корпусе 85K6

Произведем расчет предельных значений присоединительных диаметров, их допусков, а также полученных в соединениях зазоров и натягов. Расчет производим аналогично расчетам выполненным в примере для посадки с зазором гладких цилиндрических соединений . Данные расчета сводим в таблицу 2.

Определяем предельные размеры и допуски на обработку деталей соединения согласно выбранной посадке:

Внутреннее кольцо подшипника: $\varnothing 45(-0,008)$

Шейка вала 45h5

Параметры отверстия внутреннего кольца подшипника: $ES=0$; $EI=-8$; $TD=8$ мкм.

Параметры шейки вала: $es=0$; $ei=-11$; $Td=11$ мкм.

Наибольший и наименьший зазоры:

$$S_{\max}=ES - ei = 0 - (-11) = 11$$

$$S_{\min}=EI - es = -8 - 0 = -8$$

Допуск посадки:

$$TS=S_{\max} - S_{\min} = 11 - (-8) = 19 \text{ мкм}$$

$$TS=ES - ei - EI + es = TD + Td;$$

$$TS=8+11=19 \text{ мкм}$$

Наружное кольцо подшипника: 85(-0,010)

Отверстие в корпусе 85K6

Параметры отверстия корпуса: $ES=4$; $EI=-18$; $TD=10$ мкм.

Параметры наружного кольца подшипника: $es=0$; $ei=-10$; $Td=22$ мкм.

$$S_{\max}=ES - ei = 4 - (-18) = 22$$

$$S_{\min}=EI - es = -18 - 0 = -18$$

Допуск посадки:

$$TS=S_{\max} - S_{\min} = 22 - (-18) = 40 \text{ мкм}$$

$$TS=ES - ei - EI + es = TD + Td;$$

$$TS=10+22=32 \text{ мкм}$$

Строим схему взаимного расположения полей допусков (рис. 3)

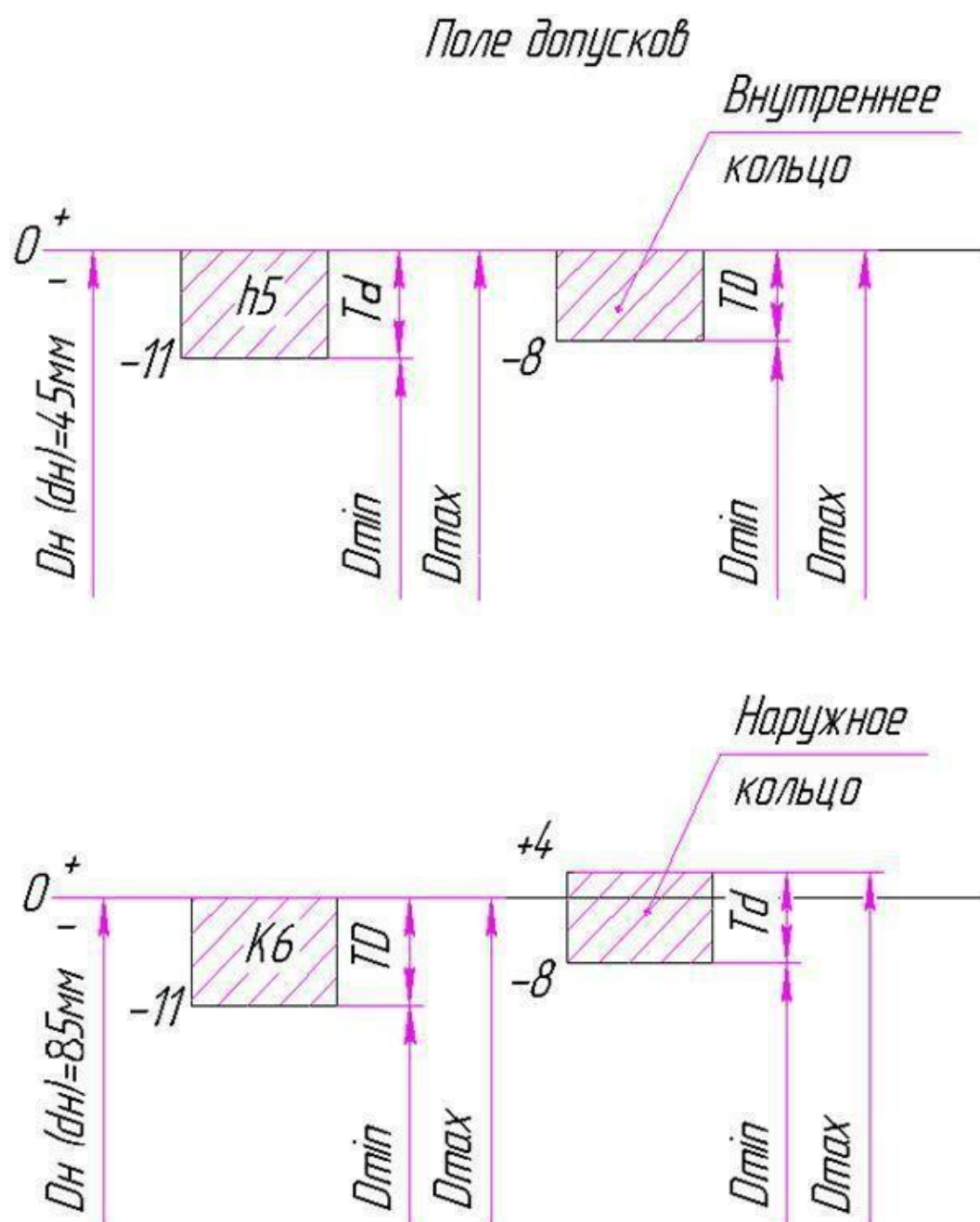


Рис.3 Схема расположения полей допусков соединения «внутреннее кольцо – вал» и «наружное кольцо – корпус».

Таблица 2

Наименование элементов и соединений подшипника	Номина ль ный размер, мм	Условное обозначение поля допуска	Предельные отклонения	
			Верхне е	Нижнее
1	2	3	4	5
Присоединительные диаметры:				
Внутреннего кольца	45	-	0	0,008
Шейки вала	45	h5	0	0,011
Наружного кольца	85	—	0	
Отверстия корпуса	85	K6	+0,004	
Соединения:				
Внутреннего кольца	45	—	—	
Шейки вала	85	—	—	

Наименование элементов соединений подшипника	Предельные размеры, мм		Доп уск размера, мкм	Зазор (натяг),мм	
	max	min		max	min
Присоединительные диаметры:					
Внутреннего кольца	45	44,99 2	0,00 8	—	—
Шейки вала	45	44,98 9	0,01 1	—	—
Наружного кольца	85	84,99 0	0,01 0	—	—
Отверстия корпуса	85,0 04	84,98 2	0,02 2	—	—
Соединения:					
«внутреннее кольцо – вал»	—	—	—	0,01 1	0,008
«наружное кольцо – корпус»	—	—	—	0,01 5	0,018

Задание:

1. Приобрести практические навыки проведения расчета посадок при конструировании подшипникового узла на примере шарикового радиального подшипника качения.

2. Вычертить эскизные изображения подшипникового узла и соединяемых с подшипником деталей с нанесением всех необходимых обозначений (рис. 4).

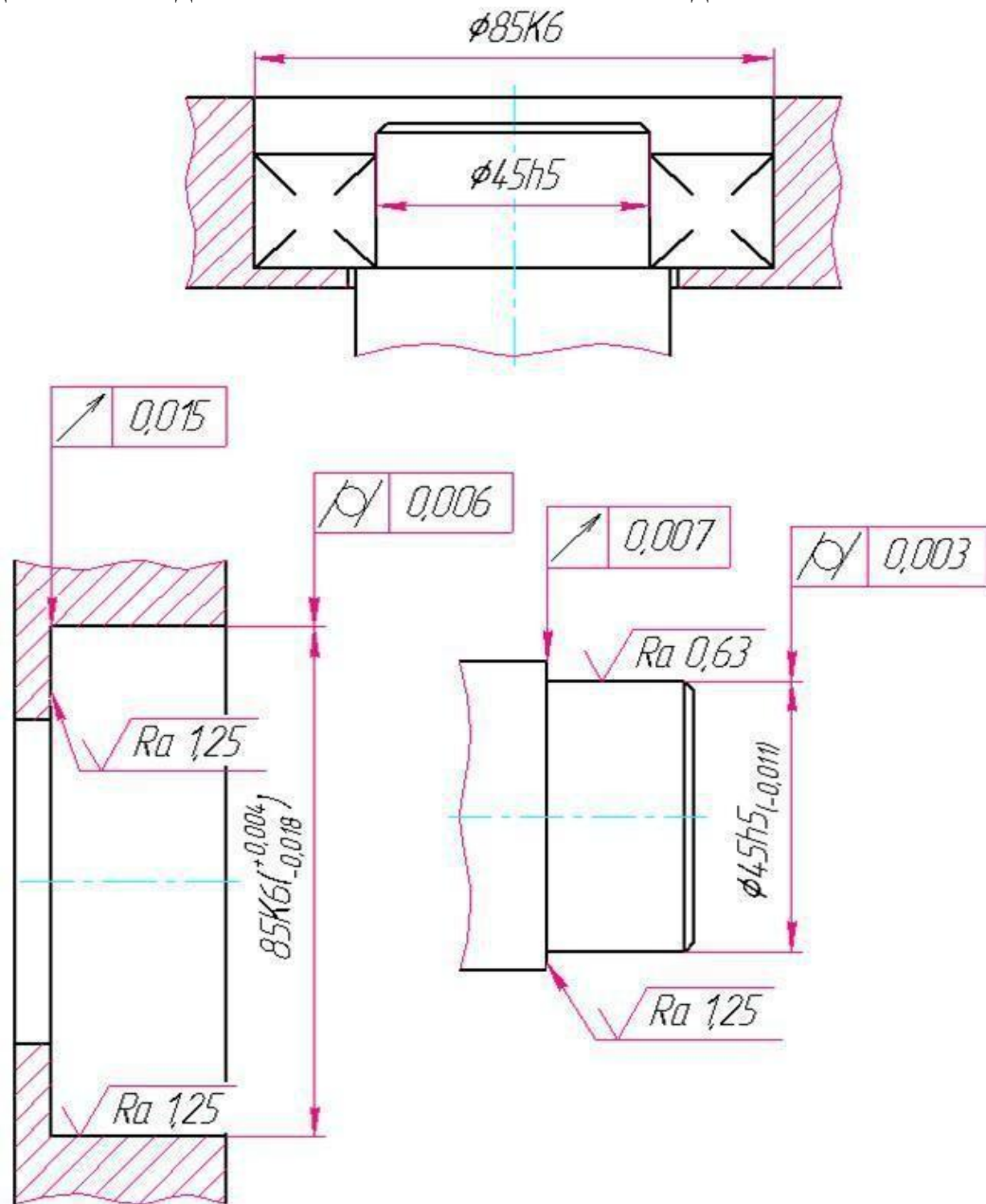


Рис.4 Эскиз подшипникового узла и его деталей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Расчет размерных цепей методом «максимум-минимум»

Цель: Закрепить знания, полученные в процессе изучения темы, развивать практические навыки в подсчёте отклонений, предельных размеров и допуска замыкающего звена.

Оборудование: карандаш, линейка, тетрадь в клеточку.

Справочный материал: таблица допусков и посадок.

Содержание работы:

Прежде, чем приступить к решению задачи, необходимо определить виды составляющих звеньев размерной цепи и параметры звеньев размерной цепи.

Расчёт произвести по формулам:

$$A_o = \sum_{i=1}^n A_i$$

1. Номинальный размер замыкающего звена:

2. Наибольший предельный размер замыкающего звена:

$$A_o(\max) = \sum_{i=1}^n A_{i \text{ ув. (max)}} - \sum_{i=1}^n A_{i \text{ ум. (min)}}$$

3. Наименьший предельный размер замыкающего звена:

$$A_o(\min) = \sum_{i=1}^n A_{i \text{ ув. (min)}} - \sum_{i=1}^n A_{i \text{ ум. (max)}}$$

4. Верхнее отклонение замыкающего звена:

$$ES(A_o) = \sum_{i=1}^n ES(A_{ув.i}) - \sum_{i=1}^n EI(A_{ум.i})$$

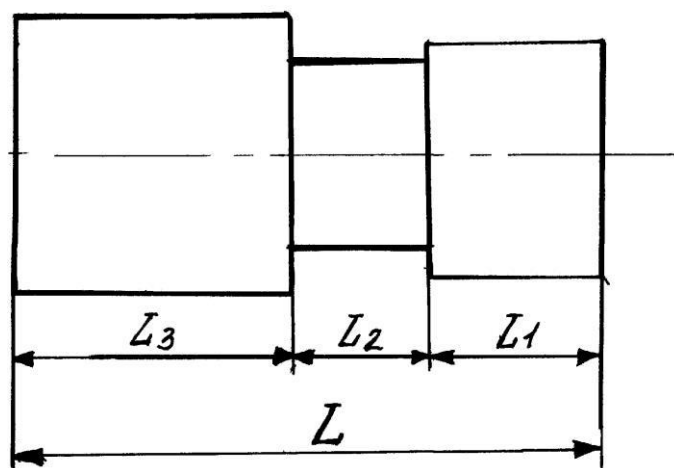
5. Нижнее отклонение замыкающего звена:

$$EI(A_o) = \sum_{i=1}^n EI(A_{ув.i}) - \sum_{i=1}^n ES(A_{ум.i})$$

6. Допуск замыкающего звена: $T(A_o) = \sum_{i=1}^n T(A_i)$

Закончив вычисления замыкающего звена, напишите ответ: $A_o = A_{\text{н.р.}}^{ES}_{EI}$

Задание: Начертить схему размерной цепи и рассчитать номинальный размер, предельные размеры, отклонения и допуск замыкающего звена по известным номинальным размерам и отклонениям составляющих звеньев.



№ варианта	L	L	L	L	№ варианта	L	L	L	L
		1	2	3			1	2	3
1	$00^{+0,5}$	$0^{-0,3}$	$0^{-0,2}$	4 3 0	6	$00^{-0,5}$	$0^{+0,2}$	$0^{+0,3}$	9 0
2	$20^{-0,3}$	3 4	5 $6^{-0,1}$	3 $0^{+0,2}$	7	$7^{+0,1}$	$7^{+0,1}$	1 $2^{-0,4}$	8
3	$20^{+0,1}$	3 $4^{+0,05}$	5 $6^{+0,2}$	3 0	8	$5^{-0,4}$	$5^{-0,3}$	1 0	2 $0^{+0,2}$
4	$5^{+0,3}$	1 5	1 $5^{-0,1}$	1 $5^{+0,2}$	9	$6^{+0,5}$	6 -0,9	3 $0^{-0,3}$	2 0
5	$5^{-0,4}$	2 $0^{+0,2}$	2 5	2 $0^{+0,2}$	10	$9^{+0,75}$	1 9	4 $5^{+0,6}$	3 $5^{-0,7}$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема: Расчёт допусков и посадок конических соединений.

Цель: освоение приемов контроля углов с помощью универсального угломера, изучить конструкцию универсального угломера, рассмотреть порядок отсчета показаний и определения результатов измерения по шкалам основания и нониуса; провести измерение углов на конкретной детали и записать их значения.

Оборудование: макет универсального угломера, угломер универсальный, изделие с поверхностями, расположенными под углами друг к другу, эскиз или чертеж изделия.

Справочный материал:

Содержание работы:

Универсальный угломер состоит из съемного угольника 2 (рис. 4.1), который фиксируется на съемной линейке 1, подвижного транспортира 4 с основной шкалой и постоянной линейкой 8, зажима 3 и сектора 6 со шкалой нониуса 7. Угол, образованный линейками 1 и 8, будет равен измеряемому углу. Величина угла определяется по шкалам транспортира 4 (градусы) и нониуса 7 (минуты). Транспортир фиксируется в нужном положении стопорным винтом 5. Цена деления основной шкалы — 1° , а шкалы нониуса — $2'$. Показания угломера в градусах отсчитывают по шкале основания 4, выбирая штрих, ближайший к нулевому штриху нониуса.

Показания в минутах отсчитывают по шкале нониуса: находят штрих на шкале нониуса, совпадающий со штрихом шкалы основания, отсчитывают его порядковый номер и умножают на цену деления шкалы нониуса $2'$. Результат измерения определяется суммированием показаний, определяемых по шкалам основания (в градусах) и нониуса (в минутах).

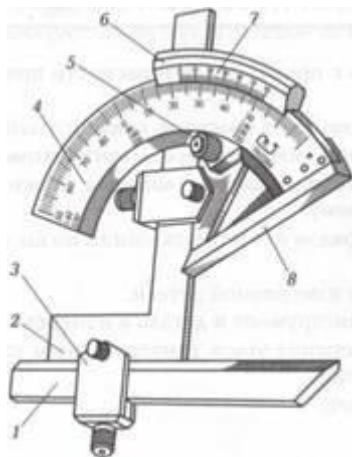
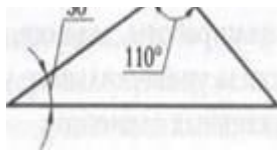


Рис. 4.1 Универсальный угломер

ИЗМЕРЯЕМАЯ ДЕТАЛЬ

Выбранное для измерения изделие (рис.4.2) имеет острые и тупой углы. Это может быть, например, резец или специальный шаблон с острыми и тупым углами. В этом случае для измерения углов можно использовать

универсальный угломер со съемными дополнительными принадлежностями - угольником и линейкой.



Ра 6,3

Рис.4.2

ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

1. Протереть поверхности контролируемых углов измеряемой детали.
2. Подобрать необходимые дополнительные съемные принадлежности — угольник или съемную линейку — в зависимости от величины контролируемого угла детали.
3. Протереть угломер и дополнительные устройства, особое внимание обратить на поверхности измерительных линеек.
4. Собрать в требуемый комплект угломер и дополнительные устройства с учетом типа детали и величины измеряемого угла.

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Если измеряются углы от 0 до 50°, то к поверхностям измеряемой детали прикладывают измерительные поверхности угломера, т.е. поверхности постоянной линейки 8 и съемной линейки /. Если требуется измерить наружные углы от 50 до 180° или внутренние углы от 130 до 180°, то пользуются угломером со съемным угольником 2. Если же нужно измерить внутренние углы от 40 до 130°, то применяют угломер без съемных линейки 1 и угольника 2. Результаты измерений записывают. Погрешности показаний угломера не должны превышать величины отсчета по нониусу.

Задание

1. Ознакомиться с правилами безопасности при выполнении работы.
2. Повторить названия элементов универсального угломера, используя при этом макет универсального угломера и средства измерения — универсальный угломер, а также дополнительные устройства к нему.
3. Повторить порядок отсчета показаний по шкалам основания и нониуса.
4. Изучить эскиз измеряемой детали.
5. Подготовить инструмент и деталь к измерению.
6. Провести измерение углов универсальным угломером и записать их значения.
7. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Указание темы, цели работы, задания, средства измерения.
2. Изображение эскиза универсального угломера с описанием названий его конструктивных элементов.
3. Указание цены деления основной шкалы и шкалы нониуса.
4. Запись порядка отсчета показаний угломеров: целых градусов по основной шкале, минут по шкале нониуса и полной величины угла.
5. Изображение эскиза контролируемой детали.

6. Указание значений измеренных углов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроены угломеры?
2. Каким образом проводится определение долей градусов в минутах?
3. Как определяется результат измерения по угломеру?
4. В каких случаях необходимо использовать съемный угольник и съемную линейку при измерениях?
5. Какие дополнительные устройства входят в комплект угломера?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Расчёт допусков и посадок зубчатых соединений.

Цель: формирование навыков выбора различных посадок в зависимости от условий работы деталей, научиться работать со справочной технической литературой и ГОСТ, научиться выбирать посадки зубчатых колес на валы в зависимости от условий работы.

Оборудование:

- комплект учебно-методической литературы;
- техническая литература и государственные стандарты;
- методические указания к выполнению лабораторной работы.

Справочный материал: таблица допусков и посадок.

Содержание работы

1. Изучить теоретическую часть.

Зубчатое колесо представляет собой деталь сложной геометрической формы в виде диска с зубьями на внутренней или наружной цилиндрической или конической поверхности, входящими в зацепление с зубьями другого зубчатого колеса. Зубчатыми передачами называются механизмы, состоящие из зубчатых колес, которые сцепляются между собой и передают вращательное движение, обычно, преобразуя угловые скорости и крутящие моменты.

Наибольшее распространение имеют цилиндрические зубчатые колеса и передачи, т.е. передачи с параллельными осями.

Посадки выбирают в зависимости от назначения и условий работы оборудования и механизмов, их точности, условий сборки. При этом необходимо учитывать и возможность достижения точности при различных методах обработки изделия. В первую очередь должны применяться предпочтительные посадки. В основном применяют посадки в системе отверстия. Посадки системы вала целесообразны при использовании некоторых стандартных деталей (например, подшипников качения) и в случаях применения вала постоянного диаметра по всей длине. Во многих случаях посадки могут назначаться по аналогии с ранее спроектированными изделиями, сходными по условиям работы.

Краткая характеристика и примеры применения посадок, относящиеся главным образом к предпочтительным посадкам в системе отверстия при размерах 1 - 500 мм.

Посадки с зазором. Сочетание отверстия H с валом h применяют главным образом в неподвижных соединениях при необходимости частой разборки (сменные детали), если требуется легко передвигать или поворачивать детали одну относительно другой при настройке или регулировании, для центрирования неподвижно скрепляемых деталей.

Посадки $H8/h8$; $H9/h8$; $H9/h9$ применяют для неподвижно закрепляемых деталей при невысоких требованиях к точности механизмов, небольших нагрузках и необходимости обеспечить легкую сборку (зубчатые колеса, муфты, шкивы и другие детали, соединяющиеся с валом на шпонке), а также в подвижных соединениях при медленных или редких поступательных и

вращательных перемещениях (перемещающиеся зубчатые колеса, зубчатые торцовые муфты).

Переходные посадки. Предназначены для неподвижных соединений деталей, подвергающихся при ремонтах или по условиям эксплуатации сборке и разборке. Взаимная неподвижность деталей обеспечивается шпонками, штифтами, нажимными винтами и т. п. Менее тугие посадки назначают при необходимости в частых разборках соединения, при неудобствах разборки и возможности повреждения соседних деталей; более тугие - если требуется высокая точность центрирования, при ударных нагрузках и вибрациях.

Посадка H7/n6 дает наиболее прочные соединения. Примеры применения: а) для зубчатых колес, муфт, кривошипов и других деталей при больших нагрузках, ударах или вибрациях в соединениях, разбираемых обычно только при капитальном ремонте; б) посадка кондукторных втулок, установочных пальцев, штифтов. Сборка производится под прессом.

Посадки с натягом. Выбор посадки производится из условия, чтобы при наименьшем натяге была обеспечена прочность соединения и передача нагрузки, а при наибольшем натяге - прочность деталей. Для применения посадок с натягом, особенно в массовом производстве, рекомендуется предварительная опытная проверка.

Посадки H7/g6; H7/s6; H8/s7 используют в соединениях без крепежных деталей при небольших нагрузках и с крепежными деталями при больших нагрузках (посадка на шпонке зубчатых колес и муфт в прокатных станах).

Контрольные вопросы

1. Что называется посадкой, и что она характеризует?
2. Перечислите типы посадок и их характеристики.
3. По каким показателям производят выбор посадок зубчатых колес на валы?
4. В каких случаях применяют посадки переходные, с зазором, с натягом? Приведите примеры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема: Расчёт допусков и посадок шпоночных соединений.

Цель: выбрать посадки шпонки в паз вала и паз втулки. Найти численные значения предельных отклонений ширины шпонки и пазов, допуски и предельные отклонения

Оборудование: шпонка призматическая, вал, втулка.

Справочный материал: таблица допусков и посадок

Содержание работы:

Краткие теоретические основания выполняемого задания

В общем машиностроении, а также в автотранспортном и сельскохозяйственном машиностроении наиболее широкое распространение получили шпоночные соединения с призматической и сегментной шпонками.

Размеры элементов шпоночных соединений зависят от диаметра вала и регламентируются соответствующими стандартами. Для шпоночных соединений с призматической шпонкой размеры элементов установлены стандартом СЭВ СТ СЭВ 189-75, а система допусков и посадок – стандартами СТ СЭВ 57-73 и ГОСТ 23360-78. Размеры и система допусков элементов шпоночных соединений с сегментной шпонкой установлены СТ СЭВ 647-77 и ГОСТ 24071-80.

Сочетание полей допусков пазов с полем допуска шпонки должно быть таким, чтобы образовывались три следующих вида соединений:

а) свободное соединение. Обеспечивающее относительное осевое перемещение втулки на валу (шпонка направляющая) или применяемое для образования неподвижных соединений втулок свалами при затрудненных условиях сборки и действие небольших по величине равномерных нагрузок;

б) нормальное соединение, используемое при благоприятных условиях сборки для обеспечения относительной неподвижности соединяемых между собой втулок и валов, работающее без нагрузок или с небольшими неперевесивными нагрузками;

в) плотное соединение, применяемое для получения неподвижных соединений втулок и валов, не требующее частых разборок и работающее со значительными знакопеременными нагрузками; это соединения характеризуется наличием между шпонкой и пазами примерно одинаковых натягов.

Образец выполнения практического задания Дано: диаметр вала 45 мм., шпонка призматическая, соединение свободное. Выбираем

основные конструктивные размеры элементов шпоночного соединения с призматической шпонкой диаметр вала $\Phi 45$.

Сечение шпонки $b \times h = 14 \times 9$

Длина шпонки $l = 100 \text{ мм}$

Глубина паза вала $t_1 = 5.5 \text{ мм}$

паза втулки $t_2 = 3.8 \text{ мм}$

Устанавливаем посадки шпонки в паз вала и паз втулки. Согласно СТ СЭВ 57-73 ширина шпонки и пазов при свободном соединении имеет следующие поля допусков:

Шпонки – $b=14h9$

Паз вала – $b=14H9$

Паз втулки – $b=14D10$

Тогда посадки шпонки в паз вала и паз втулки в общем виде можно записать так:

В паз вала – 14

В паз втулки – 14

Численные значения предельных отклонений ширины шпонки и пазов выбираем из таблицы стандарта СТ СЭВ 144-75:

Для шпонки – $14h9(-0,043)$

Для паза вала – $14H9(+0,043)$

Для паза втулки – $14D10\left(\begin{smallmatrix} +0,120 \\ +0,050 \end{smallmatrix}\right)$

Допуски и предельные отклонения несопрягаемых размеров элементов шпоночного соединения находим из таблицы

Высота шпонки $h=9h9-0,036$

Длина шпонки $l=100h14-0,87$

Длина паза вала $l1=100H15^{+1,4}$

Глубина паза вала $t1=5.5^{+0,1}$

Глубина паза втулки $t2=3.8^{+0,1}$

Произведем расчет предельных значений всех основных размеров и получаемых в соединении шпонки с пазами зазоров или натягов. Результаты расчетов сводим в таблицу 3.

Параметры:

Ширина шпонки – $14h9$; $es=0$; $ei=-43$; $Td=-43$ мкм.

Ширина паза вала – $14H9$; $ES=43$; $EI=0$; $TD=43$ мкм.

Наибольший и наименьший зазоры:

$S_{max}=ES - ei = +43 - (-43)=86$ мкм

$S_{min}=EI - es=0 - 0=0$ мкм.

Допуск посадки:

$TS=S_{max} - S_{min} = 86 - 0=86$ мкм

$TS=ES - ei - EI + es=TD+Td$;

$TS=43+(-43)=86$ мкм

Параметры:

Ширина шпонки – $14h9$; $es=0$; $ei=-43$; $Td=43$ мкм.

Ширина паза втулки – $14D10$; $ES=120$; $EI=50$; $TD=70$ мкм.

Наибольший и наименьший зазоры:

$S_{max}=ES - ei = 120 - 43=77$ мкм

$S_{min}=EI - es=50-0=50$ мкм.

Допуск посадки:

$TS=S_{max} - S_{min} = 77 - 50=27$ мкм

$TS=ES - ei - EI + es=TD+Td$;

$$TS=70+43=27 \text{ мкм}$$

Наименование размеров элементов шпоночного соединения	Номинальный размер, мм	Условное обозначение поля допуска	Предельные отклонения		Предельные размеры, мм		Допуск размера, мм	Зазор (натяг), мм	
			верхнее	нижнее	max	min		ax	in
Шпонки:									
Ширина	14	h9		-0.043	14	13.93	0.043		
Высота	9	h9		-0.036	9	8.96	0.036		
Длина	100	h14		-0.87	100	99.13	0.87		
Паз вала:									
Ширина	14	H9	0.043	0	14.043	14	0.043		
Глубина	5,5	—	0,1	0	5,6	5,5	0,1		
Длина	100	H15	1,4	0	101,4	100	1,4		
Паз втулки:									
Ширина	14	D10	0.120	+0.050	14.12	14.05	0.07		
Глубина	3.8	—	0.1	0	3,9	3,8	0,1		
Соединения:									
Шпонка – паз вала	14	—		—	—	—	—	,086	,043
Шпонка – паз втулки	14	—		—	—	—	—	,165	,093

Строим схему взаимного расположения полей допусков (рис. 5).

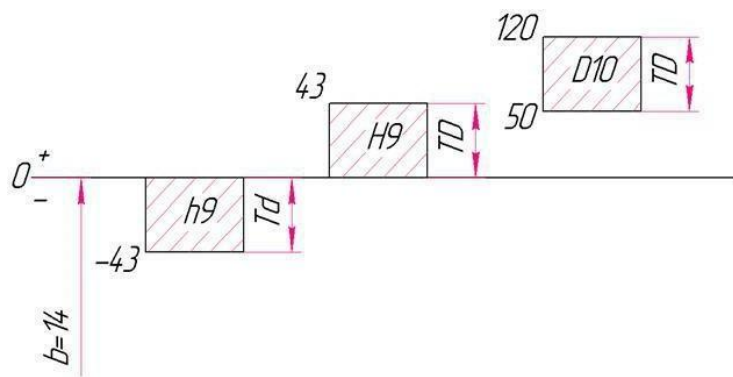
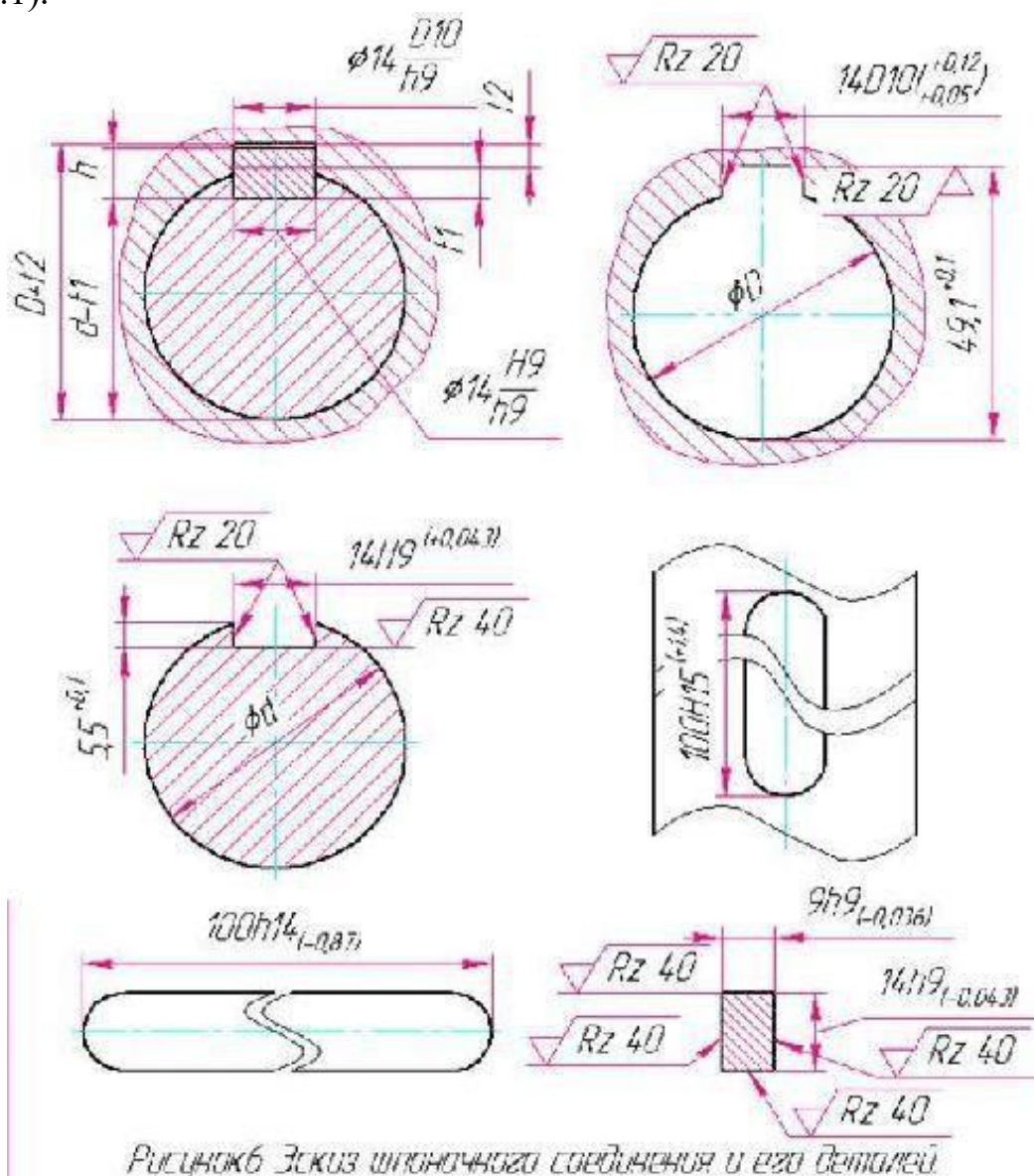


Рис.5 Схема полей допусков шпоночного соединения.

Вычертим эскизы изображения шпоночного соединения и его деталей (рис.1).



Форма отчета

Отчёт по выполнению практической работы №6 «Расчет допусков и посадок шпоночных соединений» выполняется, в соответствии с ГОСТ 2.106-68, как конструкторский документ рукописным или машинописным способом на стандартных листах формата А4, сшитых в тетрадь с плотной обложкой. Образец титульного листа приведен в приложении 2

Если отчет выполняется на ПК то шрифт должен быть 12 Times New Roman интервал 1 .

Если отчет выполняется рукописным способом , то он должен быть выполнен черной пастой.

Отчет выполняется с одной стороны листа. Нумерация страниц вверху листа.

В отчете необходимо отразить следующие пункты.

1. Записать тему, цели практической работы.
2. Выполнить расчет задания согласно варианта
3. Начертить схему полей допусков
4. Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Какой принцип образования полей допусков, принятый в ЕСДП СЭВ?
2. Виды шпонок, преимущество и недостатки шпоночных соединений.
3. Виды шпоночных соединений, их назначение.

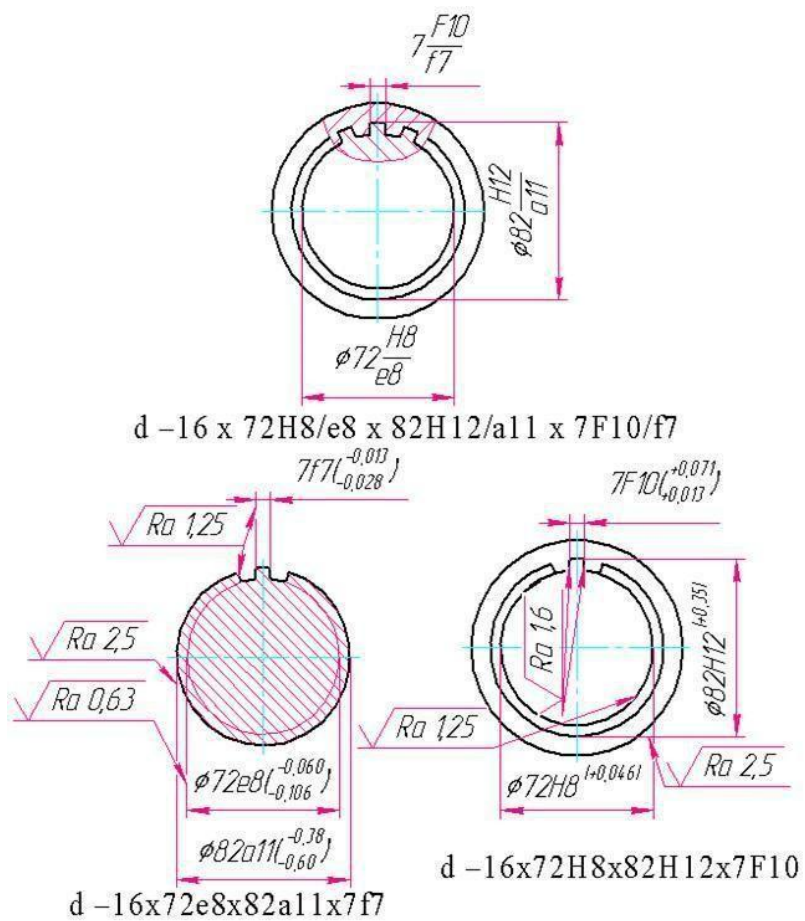


Рисунок 8 Эскиз шлицевого соединения и его деталей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема : «Показатели качества продукции и методы их оценки».

Цель: определение качества труда по саратовской системе бездефектного изготовления продукции.

Оборудование:

Справочный материал: ГОСТ 15467-79

Содержание работы:

Краткие теоретические сведения

Качество труда содержит три основных компонента: трудовой потенциал работника, уровень организации труда и её эффективность.

В трудовом потенциале выделяют следующие составляющие: социально-демографические (пол, возраст, социальное положение); квалификационные (уровень образования, стаж работы, наличие учёной степени и звания); социально-психологические (способности, отношение к труду, ценностная ориентация в труде, удовлетворённость специальностью и трудом и т.д.).

Уровень организации труда включает: форму организации труда, степень централизации научно-технического и бытового обслуживания, рациональность структуры рабочего времени, содержание труда.

Показатель содержательности труда в свою очередь может содержать единичные показатели как: объём информации; разнородность информации; новизна информации; сложность решения задач.

Качество труда по саратовской системе бездефектного изготовления продукции (БИП) оценивают коэффициентом:

$$K_{\text{кт}} = 1 - K_{\text{с}} + K_{\text{п}} = 1 - \sum_{i=1}^{n_1} K_{\text{с}i} + \sum_{i=1}^{n_2} K_{\text{п}i}, \quad (1)$$

где $K_{\text{с}i}$ – коэффициент снижения вознаграждения за несоблюдение установленного значения i -го показателя качества труда; $K_{\text{п}i}$ – коэффициент поощрения за превышение установленного значения i -го показателя качества труда.

Для расчета $K_{\text{с}}$ и $K_{\text{п}}$ разрабатывают классификаторы $K_{\text{с}i}$ и $K_{\text{п}i}$.

Пример такого классификатора приведен в табл. 2.

2. Показатели качества работы

Показатели качества работы	Нормативный коэффициент
Коэффициент поощрения $K_{\text{п}i}$	
Сдача готовой продукции цехом в ОТК только с первого предъявления	0,01
Повышение технологического выхода готовой продукции относительно планового (за каждый процент)-	0,03
Снижение процента потерь от брака относительно	0,03

планируемого (за каждый процент)	
Снижение процента рекламации по сравнению с плановым в отчётном периоде (за каждый процент)	0,05
Улучшение ритмичности выпуска готовой продукции в отчётном периоде по отношению к предыдущему (за каждый процент) и т.д.	0,05
Коэффициент снижения K_{ci}	
Снижение уровня сдачи продукции с первого предъявления относительно планового в отчётном периоде	0,03
Межцеховой возврат (для заготовительных цехов) и замена продукции без оформления актов о браке (за каждый процент)	0,01
Нарушение технологической дисциплины (за каждый случай)	0,1
Неудовлетворительные технологические испытания (за каждый случай)	0,1
Нарушение ритмичности производства (за каждый процент)	0,05
Неудовлетворительное состояние культуры производства (за каждый случай)	0,05
Увеличение процента рекламаций по сравнению с плановым в отчётном периоде (за каждый процент)	0,1
Наличие замечаний и претензий по экспертным поставкам	0,1
Представление ложной информации о качестве продукции	0,2

Задание:

1. Определить единичные показатели качества труда студента.
2. Определить комплексные показатели качества труда студента.
3. Построить многоуровневую структуру показателей качества.
4. Разработать классификаторы K_{ci} и K_{pi} качества работы студента.
5. Оценить качество своего труда по разработанному классификатору

и формуле.

Требования к отчёту Отчёт по работе должен содержать:

- тему и цель работы;
- многоуровневую структуру показателей качества труда студента;
- классификаторы коэффициентов поощрения и снижения;
- вывод.

Контрольные вопросы

1. Классификация производственных задач.
2. Какие типы трудового процесса Вы знаете?
3. Какие категории работников относятся к каждому типу трудового

процесса?

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Хрусталева, З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учебное пособие / Хрусталева З.А. — Москва: КноРус, 2025. — 171 с. — ISBN 978-5-406-03241-1. — URL: <https://book.ru/book/937033>. — Текст: электронный.
2. Шишмарев, В.Ю. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Шишмарев В.Ю. — Москва: КноРус, 2025. — 304 с. — ISBN 978-5-406-08290— URL: <https://book.ru/book/940950> — Текст: электронный.

Дополнительные учебные издания:

3. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Мельников В.П., под ред., Шулепов А.В., Васильева Т.Ю. — Москва: КноРус, 2025. — 441 с. — ISBN 978-5-406-08785-5. — URL: <https://book.ru/book/940990>. — Текст: электронный.
4. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Зайцев С.А., под ред., Вячеславова О.Ф., Парфеньева И.Е. — Москва: КноРус, 2025. — 174 с. — ISBN 978-5-406-01901-6. — URL: <https://book.ru/book/938687> Текст: электронный.
5. Николаева, М. А. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия. Практикум : учебное пособие / М.А. Николаева, Л.В. Карташова, Т.П. Лебедева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 115 с. — DOI 10.12737/1160867. - ISBN 978-5-16-016472-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1160867>
6. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2025. — 791 с. — ISBN 978-5-4487-0335-5. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/79771>

Интернет ресурсы

7. <http://www.asms.ru/> Академия стандартизации, метрологии и сертификации
8. <http://metro.ru/> Метрология. Метрологическое обеспечение производства
9. <http://www.gost.ru/wps/portal/> Росстандарт

Электронно-библиотечная система:

10. ЭБС «PROFобразование»
11. ЭБС «Book.ru»
12. ЭБС «Znanium»