Каспийский институт морского и речного транспорта
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Волжский государственный университет водного транспорта»

(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по учебной работе

_____М.В. Карташов

от «01» сентября 2015г.

Методические указания
по выполнению практических работ

по дисциплине «Метрология и стандартизация»

для курсантов 2 курса

специальности 26.02.05 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

РАССМОТРЕНО
на заседании цикловой методической комиссии общепрофессиональных дисциплин

Протокол № 1

от «30» августа 2015 года
Председатель ЦМК
_____ Вербовская Г.В.
(подпись) (ф.и.о.)

СОСТАВИЛ

_____ Вербовская Г. В.
(подпись) (ф.и.о.)

ОДОБРЕНО
учебно-методическим отделом СПО
Начальник В.А.Овсянников
Ст. методист О.Н. Вербицкая

2015 г.

Пояснительная записка

Специалист со средним профессиональным образованием должен обладать как теоретической, так и хорошей практической подготовкой, отвечающей требованиям современного быстро развивающегося производства.

Практика показывает, что знания, приобретенные самостоятельно, оказываются наиболее прочными. Курсанты учатся работать самостоятельно, развивая познавательные способности, обобщая и сопоставляя выводы по дисциплине «Метрология и стандартизация».

Работа с данными сети Интернет развивает у курсантов познавательные способности, умение анализировать, обобщать, сопоставлять и делать выводы по дисциплине «Метрология и стандартизация».

В методических указаниях по проведению практических работ по дисциплине «Метрология и стандартизация» имеются различные виды работ: работы со справочной литературой, поиск информации, упражнения, расчетные задачи и т.д.

Перечень практических работ по дисциплине

«Метрология и стандартизация»

№ п/п	№ раздела и темы	Задание для практической работы	Количество часов
1 2	Раздел№4 «Стандартизация основных норм взаимозаменяемости» Тема 4.1 «Общие положения основных норм взаимозаменяемости»	Практическая работа №1: «Определение годности детали» Практическая работа №2: «Графическое изображение поля допуска вала и отверстия»	1 1
3	Тема 4.2 «Модель стандартизации основных норм взаимозаменяемости».	Практическая работа №3: «Расчет посадок»	1
4	Раздел №5 «Основы метрологии» Тема 5.2. «Стандартизация в системе технического контроля и измерения»	Практическая работа №4: «Моделирование размерных цепей»	1
5 6	Тема 5.3. «Средства, методы и погрешности измерений»	Практическая работа №5: «Измерение детали штангенциркулем» Практическая работа №6: «Определение погрешностей измерения»	1 1

	Итого:		6час.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА№1

«Определение годности детали»

Цель занятия: Ознакомиться с системой допусков и посадок , расширить формирование умений и навыков работы со справочной литературой:

Оснащение: методические указания по выполнению практической работы, конспект по теме, справочная литература, варианты заданий.

Теоретическая часть :

Условие годности детали: если действительный размер окажется между наибольшим и наименьшим предельными размерами или равен любому из них, то размер годен.

Для внутреннего элемента детали (отверстия):

- если действительный размер окажется меньше наименьшего предельного размера - брак исправимый;
- если действительный размер окажется больше наибольшего предельного размера - брак неисправимый.

Для наружного элемента детали (вала):

- если действительный размер окажется больше наибольшего предельного размера – брак исправимый;
- если действительный размер окажется меньше наименьшего предельного размера – брак неисправимый.

Упражнение:

На чертеже:		Действительный размер:
$30^{+0,5}_{-0,1}$	брак исправ.	30,6
$15^{+0,2}$	брак исправ.	15,2
$15 \pm 0,4$	брак исправ.	14,5
$15^{+0,5}_{+0,3}$	брак исправ.	15,5

Порядок выполнения работы:

1.Ознакомиться с целью работы, внимательно изучить теоретический

материал.

2. По вариантам определить годность детали.

3. Ответить на вопросы.

Практическая часть:

Задание: определить годность действительного размера.

Действительн	**Обозначение размеров**					
	$\mathbf{30^{+0,5}_{-0,1}}$	$\mathbf{30^{+0,4}}$	$\mathbf{30_{-0,3}}$	$\mathbf{30 \pm 0,1}$	$\mathbf{30^{+0,3}_{+0,2}}$	$\mathbf{30^{-0,3}_{-0,5}}$
30,6						
30,5						
30,0						
29,8						
29,5						
29,4						

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Почему при изготовлении изделий неизбежны погрешности?

2. Какие размеры называют предельными?

3. Что определяет допуск?

4. Как понимать обозначение $50^{+0,6}$ на чертеже?

5. Какие элементы деталей имеют обобщенное название «отверстие»?

6. Какие элементы деталей имеют обобщенное название «вал»?

7. Сформулируйте условия годности действительного размера вала и отверстия?

8. В каком случае действительный размер, равный номинальному, окажется бракованным?

Литература: Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. –М., 1982.

Практическая работа №2
«Графическое изображение поля допуска вала и отверстия»

Цели занятия: Ознакомиться со схемой расположения полей допусков, и научиться определять допуск размера с графическим изображением.

Оснащение: методические указания по выполнению практической работы, конспект по теме, варианты заданий.

Теоретическая часть.

Основные термины и определения установлены ГОСТ 25346-89.

Номинальный размер-размер, служащий началом отсчета отклонений. Относительно номинального размера определяются предельные размеры.

Действительный размер – размер, установленный при измерении с допустимой погрешностью.

Предельные размеры- два предельно допустимых размера, которым может быть равен или между которыми должен находиться действительный размер годной детали.

Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Поле допуска- это поле, ограниченное верхним и нижним предельными отклонениями относительно номинального размера- нулевой линии. Нулевая линия- это линия ,соответствующая номинальному размеру. От нее откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок.

Порядок выполнения работы:

1.Ознакомиться с целью работы, внимательно изучить теоретический материал.

2. По вариантам графически изобразить поля допуска вала и отверстия.

3. Ответить на вопросы.

Практическая часть:

Задание: Графически изобразить поля допусков вала и отверстия, определить номинальный размер, верхнее отклонение, нижнее отклонение, наибольший и наименьший предельный размер, допуск.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
$56^{+0.036}_{+0.020}$	$12^{+0,044}_{+0.020}$	$32^{+0,54}_{+0,44}$	$56^{+0.036}_{+0.020}$
$93^{-0,18}_{-0,23}$	$94^{+0.036}_{+0.020}$	$16^{-0,016}_{-0,022}$	$40^{-0,013}_{-0,260}$
$18^{-0,20}_{-0,23}$	$13^{-0,54}_{-0,72}$	$40^{+0,012}_{-0,010}$	$11_{-0,018}$
$44^{+0,13}$	$80^{+0,6}$	$38^{+0,010}$	$62^{+0.036}_{+0.020}$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое охватывающая поверхность и охватываемая?

2. Что такое номинальный размер, действительный и предельные размеры?

3.Что такое отклонения размеров и как оно указывается на чертежах?

4. Что такое единица допуска и как она определяется?

5.Что определяет нулевая линия?

Литература: Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М., 1982.

Практическая работа № 3

« РАСЧЕТ ПОСАДОК »

Цели занятия: Ознакомиться с системой допусков и посадок , расширить формирование умений и навыков работы со справочной литературой, научиться определять посадки.

Оснащение: методические указания по выполнению практической работы, конспект по теме, варианты заданий.

Теоретическая часть:

ГОСТ 25346-82 «Единая система допусков и посадок СЭВ» установлены следующие основные положения.

Поле допуска нормируется квалитетом и основным отклонением. Установлено 20 квалитетов: 01,0,1,2,…18.

Квалитеты устанавливают точность изготовления, чем больше номер квалитета, тем грубее требования к изготовлению.

Например Н6- обозначает поле допуска отверстия с основным отклонением Н, 6 квалитета.

d7-обозначает поле допуска вала с отклонением d, 7 квалитета. Вместе с полем допуска указывается и номинальный размер: 40Н6, 74g6 и т.д.

В обозначении посадки входит номинальный размер общий для соединяемых элементов (отверстия и вала), за которым следует обозначение полей допусков для каждого элемента.

Поле допуска, относящееся к отверстию, пишется в числителе, а вала в знаменателе $64\frac{E11}{g7}$

Порядок выполнения работы:

1.Ознакомиться с целью работы, внимательно изучить теоретический материал.

2. По вариантам графически изобразить поля допуска вала и отверстия и определить предельные размеры с допуском.

3. Ответить на вопросы.

Практическая часть:

Задание: Графически изобразить посадку , определить предельные размеры вала и отверстия , допуски и посадку(с зазором , с натягом, переходная)

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
$18\frac{\mathrm{P7}}{h6}$	$18\frac{\mathrm{F8}}{\mathrm{d9}}$	$88\frac{\mathrm{P7}}{\mathrm{n6}}$	$80\frac{\mathrm{H11}}{\mathrm{e8}}$
$122\frac{\mathrm{N7}}{\mathrm{h7}}$	$44\frac{\mathrm{H11}}{\mathrm{s6}}$	$36\frac{\mathrm{N7}}{s6}$	$44\ \frac{\mathrm{K7}}{\mathrm{g6}}$
$64\frac{\mathrm{H7}}{\mathrm{r6}}$	$7\frac{\mathrm{H8}}{f7}$	$28\frac{\mathrm{K7}}{\mathrm{h6}}$	$26\frac{\mathrm{F8}}{\mathrm{s6}}74$
$12\frac{\mathrm{K7}}{n6}$	$12\frac{\mathrm{E9}}{h8}$	$22\frac{\mathrm{F8}}{\mathrm{s6}}$	$26\frac{\mathrm{F8}}{\mathrm{s6}}$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое посадка?

2.Какие бывают посадки?

3. Что такое квалитет?

4. Для чего предназначены системы допусков и посадок?

Литература: Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М., 1982.

Практическая работа№4

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ.

Цели: Ознакомиться с основными понятиями размерных цепей, составе размерных цепей, научиться определять увеличивающие и уменьшающие звенья.

Оснащение: методические указания по выполнению практической работы, конспект по теме, варианты заданий.

Теоретическая часть:

Состав размерной цепи:

На рис. 1 дано изображение вала во втулке с зазором. Вал с размером *d* расположен во втулке с размером отверстия *D* ,а между ними имеется зазор величиной *S* . Эти размеры взаимосвязаны: если увеличим размер вала *d* , то размер зазора 5 уменьшится, а если увеличим размер отверстия *D* , то размер зазора *S* увеличится. В данном случае мы имеем замкнутый контур, составленный из трех размеров, последовательно примыкающих друг к другу. Размеры *D, d* и *S* составляют размерную цепь.

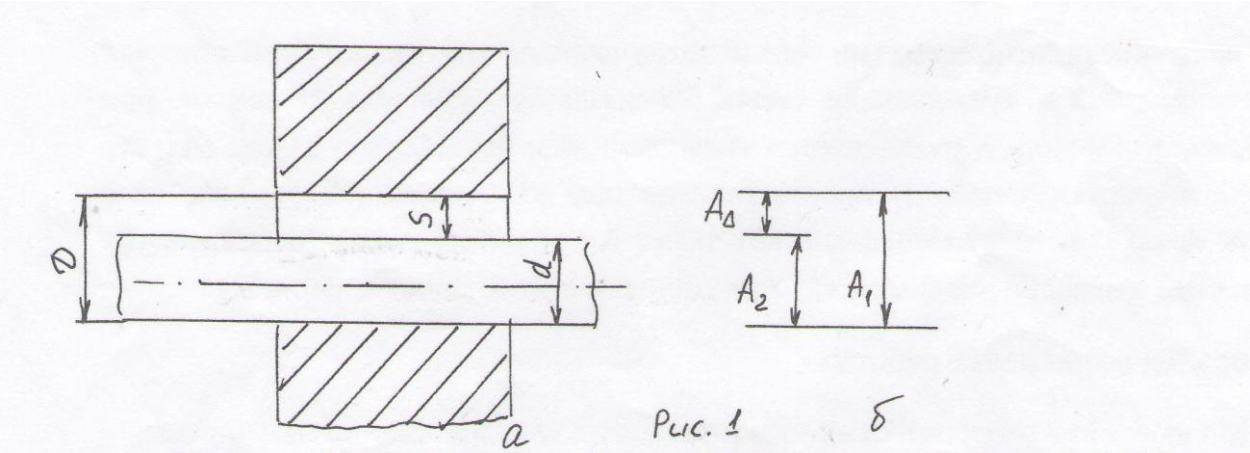


Рис.1

Размерной цепью называется совокупность взаимосвязанных размеров, образующих замкнутый контур и определяющих взаимное положение поверхностей одной или нескольких деталей (ГОСТ 16319-80).

Размеры, входящие в размерную цепь, называются звеньями. На рис.1 А1, А2, АΔ являются звеньями.

Звенья размерной цепи разделяются на составляющие звенья и на замыкающее звено. Замыкающее звено- это звено, которое получается последним при сборке или при изготовлении. Когда ведется расчет размерной цепи, то к этому звену предъявляются основные требования в отношении точности данной сборки или данной детали.

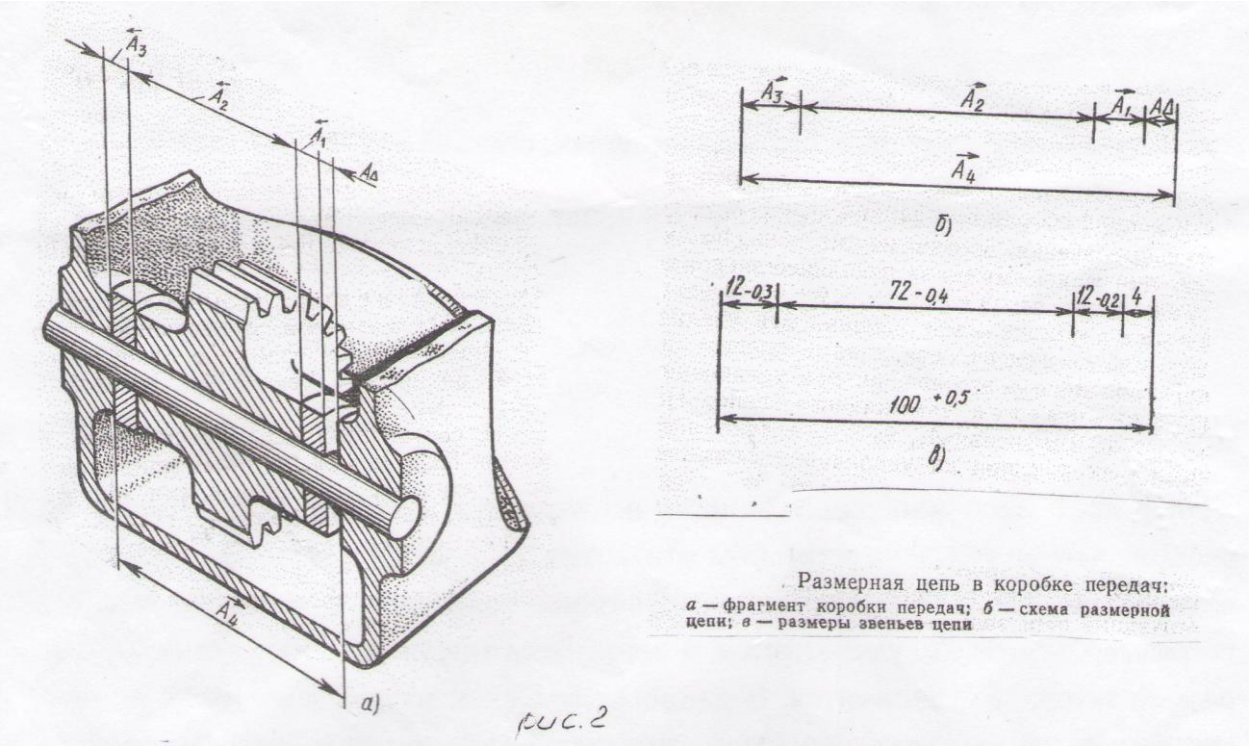


Рис.2

Остальные звенья, составляющие цепь, по своему влиянию, оказываемому на замыкающее звено, делятся на увеличивающие и уменьшающие.

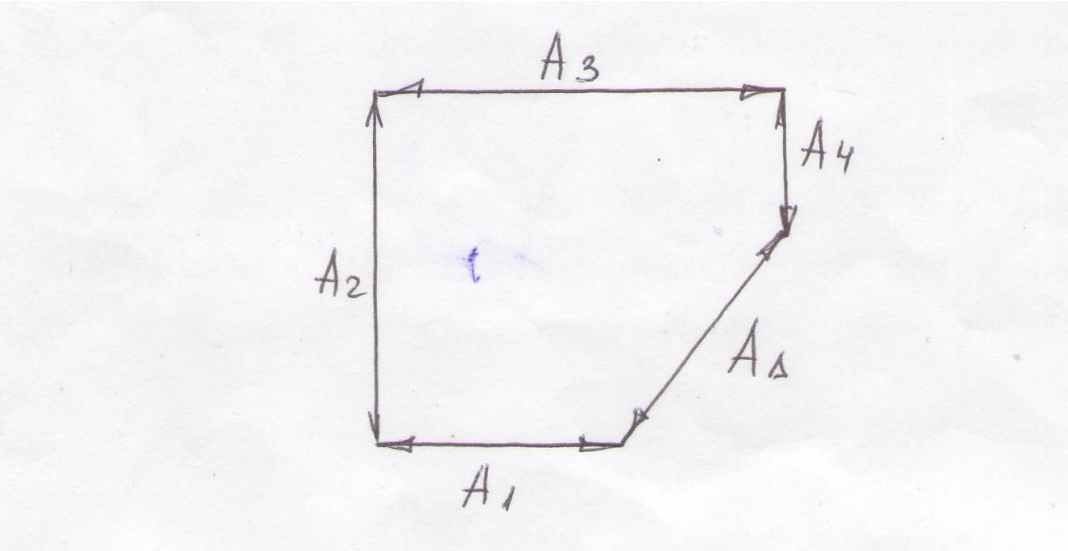
Увеличивающими звеньями называются звенья, при увеличении которых увеличивается и замыкающее звено. Уменьшающим называют звенья, при увеличении которых уменьшается замыкающее звено. На рис. 2 звеньяА1, А2 и А3 являются уменьшающими, так как при их увеличении замыкающий цепь зазор АΔ станет меньше, а вот звено А4 является увеличивающим, так как если это звено увеличится, то увеличится и замыкающее звено АΔ.

Порядок выполнения работы:

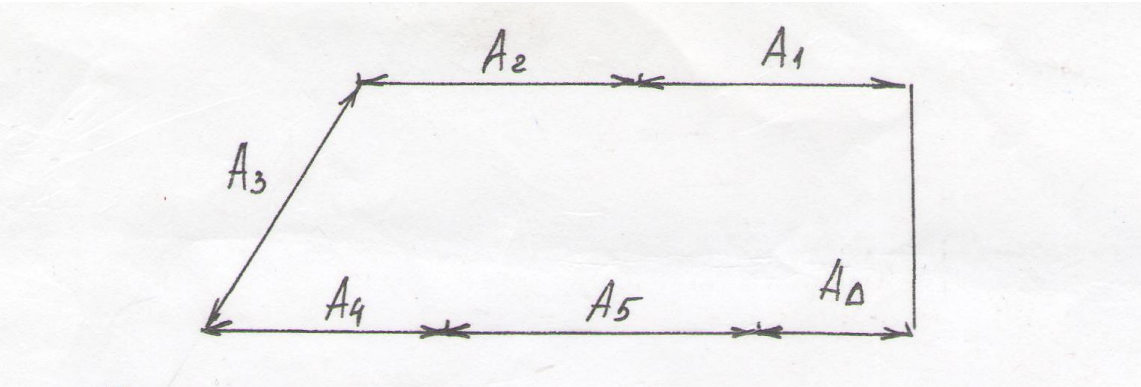
1. Проработайте теоретический материал и ответить письменно на вопросы.

2. Выполнить практические задания № 1 и № 2.

Задание № 1: Назвать увеличивающие звенья и уменьшающие суппорта.



Задание №2: Определить уменьшающие и увеличивающие звенья толкателя.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что называется размерной цепью?
2. К какому звену размерной цепи предъявляются основные требования в отношении точности данной сборки?
3. Когда звено получается увеличивающим и уменьшающим?

4. Что называют замыкающим звеном?

Литература: Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М., 1982.

Практическая работа №5

«Измерение детали штангенциркулем»

Цели: Ознакомиться с устройством и принципом работы штангенциркуля, научиться производить измерение детали.

Оснащение: методические указания по выполнению практической работы, штангенциркули, конспект по теме, варианты заданий.

Теоретическая часть:

Виды средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и измерительные системы.

Меры длины: это средства измерений, имеющие постоянную длину, выполненную с высокой точностью. Они делятся на штриховые и концевые.

Штриховые меры это многозначные меры, на которые нанесены шкалы с высокой точностью интервалов.

Концевые меры это однозначные меры- пластина с двумя противоположными плоскопараллельными измерительными

Поверхностями (размеры от 0,1 до 1000мм)

Штангенинструменты:- это средства измерений линейных размеров, основными частями которых являются штанга со шкалой и нониус- вспомогательная шкала для уточнения отсчета показаний.

Штангенциркули. Устройство ШЦ зарисовать в тетрадь. ЩЦ выпускаются следующих типов: ШЦ-1, ШЦ-1С, ШЦТ-1, ШЦ-11 и ШЦ-111.

ШЦ-1 имеет губки для наружных измерений, губки для внутренних измерений и линейку глубиномера.

ШЦ-1 С со стрелочным отсчетом(это проще, чем чтение отсчета по нониусу).

ШЦТ-1 не имеет губок для внутренних измерений, а измерительные

поверхности губок для наружных измерений оснащены пластинами из твердых сплавов для повышения износостойкости.

ШЦ-11 не имеет линейки глубиномера, а губки для наружных измерений имеют острые окончания для выполнения плоскостной разметки.

ШЦ-111 имеет губки только для наружных и внутренних измерений.

Задание: Измерить штангенциркулем диаметр элемента вала.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1.Назовите основные части ШЦ1 и область применения ШЦ1?.

2.Что такое нониус и его устройство и каков принцип действия?

Литература: Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М., 1982.

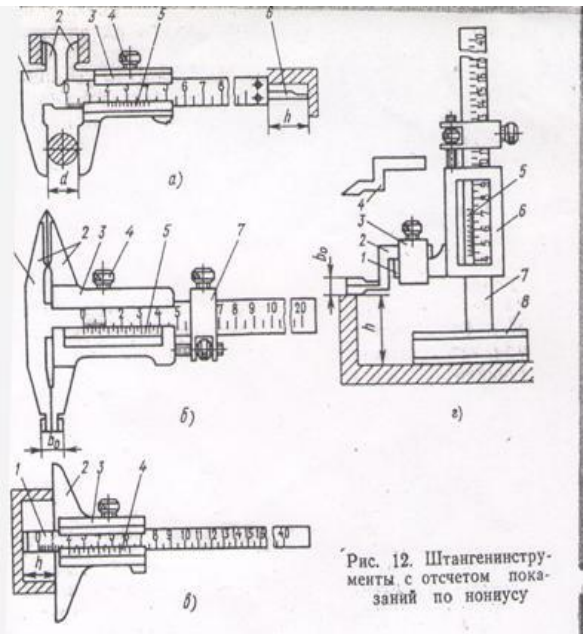


Рис. 12. Штангенинструменты с отсчетом показаний по нониусу

Штангенциркули, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров изделий, выпускаются четырех типов: ШЦ-I (рис. 12, *а*); ШЦТ-I (ШЦ-I — без верхних губок и с нижними губками, выполненными из твердого сплава); ШЦ-II (рис. 12, *б*) и ШЦ-III (ШЦ-I без верхних губок). Они состоят из штанги *1*, измерительных губок *2* (верхних и нижних), рамки *3*, зажима рамки *4*, нониуса *5*, глубомерной линейки *6* и микрометрической подачи *7* для установки рамки на точный размер.

Штангенглубиномеры (рис. 12, *в*), применяемые для измерения глубины отверстий и пазов, имеют штангу *1* без губок и рамку *3* с основанием *2* и нониусом *4*. Измерительными поверхностями являются торцы штанги и основания *2*.

Штангенрейсмассы (рис. 12, *г*) используются для измерения высот и разметки изделий, установленных на плите. Штанга *7* установлена в массивном основании *8*, нижняя плоскость которого является началом шкалы. Рамка *6* с нониусом *5* имеет кронштейн *1*, на котором хомутом *3* крепится измерительная *2* или разметочная *4* ножки.

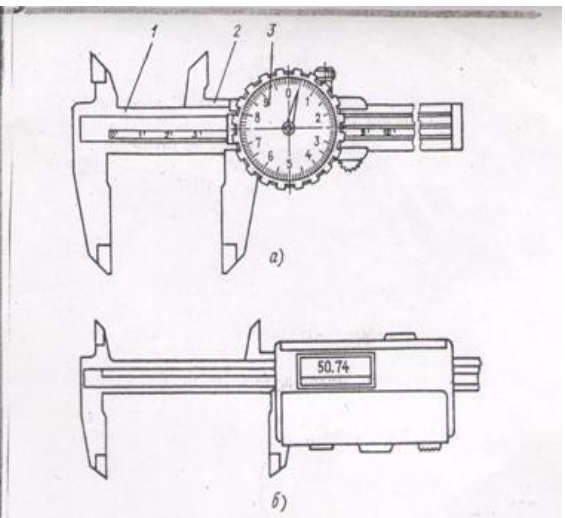


Рис. 13. Штангенциркули:
а — с индикаторным отсчетом; *б* — с электронным цифровым отсчетом

Штангенинструменты с автоматическим отсчетом показаний повышают качество и производительность измерений. В штангу *1* индикаторного штангенциркуля (рис 13, *а*) вмонтирована зубчатая рейка. Зубчатое колесо индикатора *3*, закрепленного на рамке *2* с подвижной губкой, перемещается по зубчатой рейке. Поворот зубчатого колеса преобразуется в перемещение стрелки индикатора. По шкале, нанесенной на штанге, отсчитывают десятки миллиметров, по шкале индикатора — единицы, десятые и сотые доли миллиметра. Инструмент с электронным цифровым отсчетом показан на рис. 13, *б*.

§ 16. УСТРОЙСТВО НОНИУСА

Нониус — это равномерная дополнительная шкала с пределом измерений, равным цене деления основной

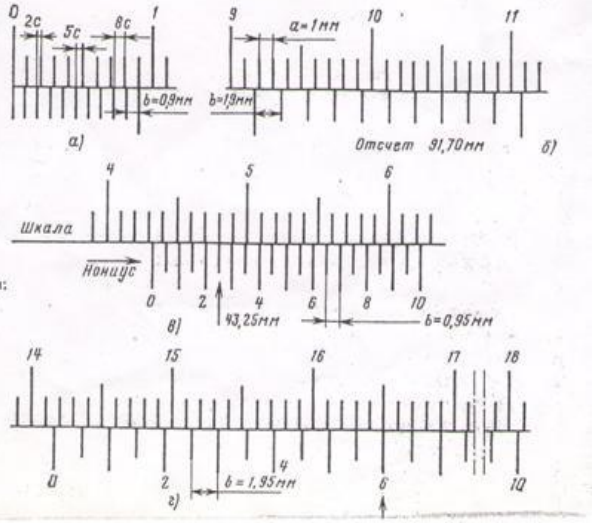


Рис. 14. Отсчет по нониусам штангенинструментов:
— $C=0{,}1$ мм; $\gamma=1$; $n=10$; *б* — $C=0{,}1$ мм; $\gamma=2$; $n=10$; *в* — $C=0{,}05$ мм; $\gamma=1$; *г* — $C=0{,}05$ мм; $\gamma=2$; $n=20$

Практическая работа №6

«Определение погрешностей измерения»

Цели: Познакомиться с видами погрешностей, причинами возникновения погрешностей, научиться определять погрешности.

Оснащение: методические указания по выполнению практической работы, конспект по теме, варианты заданий, справочная литература.

Теоретическая часть:

ПОГРЕШНОСТИ.

Погрешности измерения - разность между результатами измерения и истинным значением измеряемой величины. Погрешности измерений подразделяют на систематические, случайные и грубые.

Систематической называется погрешность постоянная по величине и знаку, значение которой при повторных измерениях повторяется или закономерно изменяется.

Случайной называется погрешность, принимающая при повторных измерениях одной и той же величины и в тех же условиях разные значения по величине и знаку.

Случайная погрешность является частью погрешности измерения и оценивается средним квадратическим отклонением, определяемым по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{(x1-\overline{x})^2 + (x2-\overline{x})^2 + \cdots + (xN-\overline{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum(xN-\overline{x})^2}{N}}$$

где δ - среднее квадратичное отклонение;

x_1, x_2, x_N - результаты измерений;

N - число измерений;

X - среднее арифметическое значение ряда измерений

$$\overline{x} = \frac{x1+x2+\cdots+xN}{N}$$

Погрешность появляется по причине:

1. Инструментальная погрешность.
2. Погрешность, вносимая в процесс мерами или образцами.
3. Погрешность, возникающая от измерительного усилия при контактном измерении.
4. Погрешности, возникающие из-за термического расширения(сжатии) объекта измерения.
5. Субъективные погрешности человека, выполняющие процесс измерения.

Отклонение температуры помещений от нормальной (20°*C)* вызывает в основном систематические погрешности измерения, а колебания температуры в помещении за время измерения - случайные погрешности.

$\Delta l = l\,[\alpha g\,(tg - 20°) - \alpha k(tk - 20°)]$

где l- измеряемый размер детали;

αg - коэффициент линейного расширения материала детали;

tg - температура детали; αk - коэффициент линейного расширения измерительного средства;

tk - температура калибра

Порядок выполнения работы:

1. Проработайте теоретический материал и ответить письменно на вопросы.

2. Выполнить практические задания по вариантам.

ЗАДАНИЕ:

1. Определить предельную случайную погрешность измерения.

1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
12,000	16,01	24,95	11,998
12,002	16,03	24,97	12,003
11,999	16,05	24,99	12,001
11,998	16,02	24,93	12,003
12,001	16,03	24,94	12,002

Даны результаты измерений в мм.

2. Определить предельную погрешность измерения линейных размеров. Найти

1 вариант:

Измеряемый размер детали - 120 мм

Материал детали - бронза

Температура детали - 22 С

Температура калибра - 22 С

Погрешность индикатора – 3 мкм

Погрешность концевой меры - 2,8 мкм

Погрешность отсчета - 0,2 мкм

2 вариант:

Измеряемый размер детали- 20 мм

Материал детали- сталь

Температура детали- 23 С

Температура калибра- 23 С

Погрешность микрометра - 0,5 мкм

Погрешность концевой меры - 1,1 мкм

Погрешность отсчета- 0,2 мкм

3 вариант:

Измеряемый размер детали - 50 мм

Материал детали - титан

Температура детали- 21 С

Температура калибра- 21 С

Погрешность оптикатора- 0,5 мм

Погрешность концевой меры- 0,8 мкм

Погрешность отсчета- 0,1 мкм

4 вариант:

Измеряемый размер детали - 150 мм

Материал детали - чугун

Температура детали и калибра - 24 С

Погрешность оптиметра - 0,2 мкм

Погрешность концевой меры- 3 мкм

Погрешность отсчета- 0,2 мкм

3.Определить температурную погрешность измерения.

1 вариант:

Материал меры - сталь Х

Температура меры - 24 С

Длина детали- 120 мм

Температура детали- 25 С

Материал детали- бронза

2 вариант:

Материал меры – бронза

Температура меры -25 С

Длина детали- 80 мм

Температура детали- 23 С

Материал детали - вольфрам

3 вариант:

Материал меры – инвар

Температура меры- 23 С

Длина детали-60 мм

Температура детали- 21 С

Материал детали- стекло

4 вариант:

Материал меры- чугун

Температура меры- 22 С

Длина детали- 52 мм

Температура детали- 24 С

Материал детали- титан

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что называется погрешностью?

2. По каким причинам появляется погрешность?

3. Назвать виды погрешностей?

4. Как определяется случайная и температурная погрешность?

Литература: Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М., 1982.