

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СЛИ)

Кафедра «Машины и оборудование лесного комплекса»

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебно-методический комплекс по дисциплине
для студентов направления 110000 «Сельское и рыбное хозяйство»
специальностей 110301 «Механизация сельского хозяйства»
и 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»
всех форм обучения

Самостоятельное учебное электронное издание

УДК 006.9
ББК 30.10
М 54

Рекомендован к изданию в электронном виде кафедрой машины и оборудование
лесного комплекса
Сыктывкарского лесного института

Утвержден к изданию в электронном виде советом лесотранспортного факультета
Сыктывкарского лесного института

Составители:

Ст. преподаватель **А. В. Андронов**

Отв. редактор:

кандидат технических наук, доцент **В. Ф. Свойкин**

М54 **Метрология, стандартизация и сертификация** [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс по дисциплине для студ. спец. 110301 «Механизация сельского хозяйства» и спец. 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» всех форм обучения : самоств. учеб. электрон. изд. / Сыкт. лесн. ин-т ; сост.: А. В. Андронов – Электрон. дан. – Сыктывкар : СЛИ, 2012. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с экрана.

В издании помещены материалы для освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» Приведены рабочая программа курса, сборник описаний лабораторных работ, методические указания по различным видам работ, библиографический список

УДК 006.9
ББК 30.10

Самостоятельное учебное электронное издание

Составители: **Андронов Александр Викторович**

Метрология, стандартизация и сертификация

Электронный формат – pdf. Объем 4,0 уч.-изд. л.

Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ),

167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39, institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com

Редакционно-издательский отдел СЛИ

© СЛИ, 2012

© Андронов А. В., составление, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Рабочая программа для студентов специальности 110301 «Механизация сельского хозяйства»	4
Материально-техническое обеспечение дисциплины 110301 «Механизация сельского хозяйства»	10
Рабочая программа для студентов специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»	10
Материально-техническое обеспечение дисциплины 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»	16
Методические рекомендации по подготовке и проведению занятий	16
Описание лабораторных работ	16
Приложение А	78
Приложение Б	80
Приложение В	84
Приложение Г	86
Приложение Д	87
Библиографический список	88

**Рабочая программа для студентов специальности
110301 «Механизация сельского хозяйства»**

1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе.

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Целью преподавания дисциплины "Метрология, стандартизация и сертификация" является обеспечение теоретической подготовки инженеров сельскохозяйственного производства в области метрологии, стандартизации, сертификации продукции и услуг и организации трудовой деятельности на основе взаимозаменяемости.

1.2. Задачи изучения дисциплины.

В результате изучения курса студент должен иметь представление:

- об основах метрологии;
- об основных понятиях, связанных с объектами и средствами измерений;
- о принципах построения средств измерения и контроля;
- о закономерностях формирования результатов измерений;
- о метрологической аттестации и поверке средств измерений;
- об основных положениях Закона РФ по стандартизации;
- о комплексных системах общетехнических стандартов;
- о стандартизации и нормоконтроле технической документации;
- о ЕСДП как основе взаимозаменяемости;
- об управлении качеством;
- о международных стандартах ИСО серии 9000 на системы качества;
- о технико-экономической эффективности и правовых основах стандартизации;
- о терминах и определениях в области сертификации; о Законе РФ "О сертификации продукции и услуг";
- "об управлении качеством продукции и услуг;
- о государственной защите прав потребителей"
- о Российской, региональной и международных схемах и системах сертификации;
- об организационно-методических принципах сертификации в РФ;
- о государственном контроле и надзоре за соблюдением правил сертификации.

Знать и уметь использовать:

- основные понятия, законы и положения метрологии, стандартизации, сертификации и взаимозаменяемости на производстве.
- методы теоретических и экспериментальных исследований в научной работе и при разработке новых технологических процессов и изделий для сельского хозяйства.

1.3. Перечень дисциплин и тем, усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины.

Для полноценного усвоения учебного материала по метрологии, стандартизации и сертификации студентам необходимо иметь знания по высшей математике, материаловедению и технологии конструкционных материалов. В дальнейшем знания по метрологии, стандартизации и сертификации будут использоваться при изучении курсов деталей машин, технологии машиностроения, курсовом и дипломном проектировании.

2. Нормы Госстандарта.

Метрология. Основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений (СИ). Средства, методы и погрешности измерений. Принципы построения средств измерения и контроля. Измерения физических величин. Оптимизация точности и

выбор средств измерения. Закономерности формирования результата измерения, алгоритмы обработки многократных измерений, показатели качества измерительной информации. Метрологическая аттестация и поверка средств измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий, структура и функции метрологической службы АПК. Калибровка и сертификация средств измерений. Стандартизация. Понятие стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Законодательство РФ по стандартизации. Научные и методические основы стандартизации. Организация работ по стандартизации, нормативные документы и требования к ним. Комплексные системы общетехнических стандартов (ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, ЕСДП и др.). Стандартизация норм взаимозаменяемости. ЕСДП – основа взаимозаменяемости. Статистические методы оценки качества сборки изделий. Обоснование точностных параметров машин и оборудования. Размерный анализ и функциональная взаимозаменяемость. Стандартизация и нормоконтроль технической документации, международные организации по стандартизации, работа по стандартизации в рамках Содружества независимых государств. Стандартизация в управлении качеством. Международные стандарты ИСО серии 9000 на системы качества, разработка документов системы качества. Техничко-экономическая эффективность стандартизации. Правовые основы стандартизации. Сертификация продукции и услуг. Термины и определения в области сертификации. Закон Российской Федерации "О сертификации продукции и услуг", нормативные документы по сертификации. Продукция, свойства продукции, квалиметрические методы оценки уровня качества продукции и услуг. Управление уровнем качества продукции и услуг. Государственная защита прав потребителей. Российская, региональная и международные схемы и системы сертификации. Практика сертификации систем обеспечения качества в России и за рубежом. Организационно-методические принципы сертификации в РФ. Сущность и содержание сертификации. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Государственный контроль и надзор за соблюдением правил сертификации.

3. Содержание дисциплины.

Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий.

3.1. Введение. – 2 ч. (1)[1]

3.1.1. Понятие о дисциплине. Составные элементы: метрология, стандартизация, квалиметрия, сертификация, взаимозаменяемость. Взаимосвязь между ними и их влияние на качество выпускаемой продукции

3.2. Метрология. – 10 ч. (3) [1]

3.2.1. Основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений. 3.2.2. Основные положения Закона РФ "Об обеспечении единства измерений".

3.2.3. Средства, методы и погрешности измерений.

3.2.4. Принципы построения средств измерения и контроля.

3.2.5. Измерения физических величин. Оптимизация точности и выбор средств измерений. Обоснование точностных параметров машин и оборудования.

3.2.6. Закономерности формирования результата измерений, показатели качества измерительной информации. Алгоритмы обработки многократных измерений.

3.2.7. Метрологическая аттестация и поверка средств измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений.

3.2.8. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий, структура и функции метрологической службы агропромышленного комплекса.

3.2.9. Калибровка и сертификация средств измерений.

3.3. Стандартизация. – 8 ч. (2) [1]

- 3.3.1. Понятие стандартизации, цели и задачи стандартизации.
- 3.3.2. Основные положения Закона РФ "О стандартизации".
- 3.3.3. Научные и методические основы стандартизации.
- 3.3.4. Организация работ по стандартизации.
- 3.3.5. Нормативные документы по стандартизации и требования к ним.
- 3.3.6 Понятие о ЕСКД, ЕСДП, ЕСТПП, ЕСДП и др.
- 3.3.7. Комплексные системы общетехнических стандартов.
- 3.3.8. Нормирование отклонений формы, расположения поверхностей, шероховатость и волнистость поверхностей деталей.
- 3.3.9. Понятие о взаимозаменяемости и ее видах, стандартизация норм взаимозаменяемости. Единые принципы построения допусков и посадок для типовых соединений деталей машин.
- 3.3.10. Функциональная взаимозаменяемость. Принципы выбора допусков и посадок.
- 3.3.11. Взаимозаменяемость гладких цилиндрических соединений. Основные эксплуатационные требования ЕСДП, Методика построения посадок. Обозначения предельных отклонений и посадок на чертежах. Расчет и выбор посадок.
- 3.3.12. Допуски и посадки подшипников качения, выбор посадок на валы и корпуса.
- 3.3.13. Расчет допусков и размеров, входящих в размерные цепи, размерный анализ. Классификация размерных цепей. Расчеты, обеспечивающие полную взаимозаменяемость. Теоретико - вероятностной способ расчета размерных цепей.
- 3.3.14. Статистические методы оценки качества сборки изделий. Метод групповой взаимозаменяемости, селективная сборка. Способы регулирования и пригонки.
- 3.3.15. Взаимозаменяемость резьбовых, шпоночных, шлицевых, зубчатых соединений.
- 3.3.16. Допуски углов и конических соединений.
- 3.3.17. Стандартизация и нормоконтроль технической документации.
- 3.3.18. Работы по стандартизации в рамках СНГ.
- 3.3.19. Стандартизация и управление качеством. Разработка документов системы качества.
- 3.3.20. Международные организации по стандартизации. Международные стандарты ИСО серии 9000 на системы качества.
- 3.3.21. Техничко-экономическая эффективность стандартизации. Правовые основы стандартизации.

3.4. Сертификация продукции и услуг. – 8 ч. (2) [1]

- 3.4.1. Термины и определения в области сертификации.
- 3.4.2. Сущность и содержание сертификации.
- 3.4.3. Закон РФ "О сертификации продукции и услуг".
- 3.4.4. Нормативные документы по сертификации.
- 3.4.5. Продукция, свойства продукции. Квалиметрические методы оценки уровня качества продукции и услуг. Управление уровнем качества продукции и услуг.
- 3.4.6. Государственная защита прав потребителей.
- 3.4.7. Российская региональная и международная схемы и системы сертификации.
- 3.4.8. Сертификация систем обеспечения качеством в России и за рубежом.
- 3.4.9. Организационно-методические принципы сертификации в РФ.
- 3.4.10. Аккредитация органов сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий.
- 3.4.11. Государственный контроль и надзор за соблюдением правил сертификации.

Всего часов 28 (8) [4]

3.5. Практические занятия, их наименование и объем в часах

Пр. 1. Обозначение и назначение посадки с зазором или переходной - 2 ч. (2) [2]

Пр. 2 Расчет посадок для заданного варианта – 2ч. (2)

Пр. 3. Расчет рабочего калибра для элемента соединения. - 2 ч.

Пр.4. Назначение посадки в соединении с подшипником качения и требований к точности сопряженных поверхностей и требований к точности сопряженных поверхностей деталей - 2 ч.(2) [2]

Пр. 5. Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости - 2 ч.

Пр. 6. Расчет размерной цепи теоретико-вероятностным методом - 2 ч.

Пр. 7. Расчет посадки с зазором для подшипника скольжения - 2 ч.

Пр. 8. Расчет посадки переходной - 2 ч.

Пр. 9. Эскиз детали с обозначением линейных размеров, допусков форм и расположения поверхностей, параметров шероховатости - 2 ч.

Пр. 10. Измерения высотных параметров шероховатости производственным методом - 2 ч.

Пр.11. Измерения угловых размеров угломерами - 2 ч.(2)

Пр.12. Основы стандартизации(решение задач) – 2ч.

Пр.13. Основы сертификации (решение задач) – 2ч.

Пр. 14. Основы квалиметрии (решение задач) – 2ч.

Всего часов – 28 (8) [4]

3.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах:

Специализированная аудитория "Технология машиностроения"

1. Измерения линейных размеров штангенинструментом - 4 ч. (2) [2]

2. Измерения линейных размеров микрометрическим инструментом - 4 ч. (2) [2]

3. Измерения линейных размеров рычажно-механическими приборами - 4 ч. (2)

Всего часов – 12 (6) [4]

Содержание и методика выполнения лабораторных работ изложены в методических указаниях к лабораторным работам по метрологии, стандартизации и сертификации.

3.7. Самостоятельная работа и контроль успеваемости студентов

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов			Вид контроля успеваемости
		очное	заочное	сокр.	
		3	4	5	6
1.	Проработка лекционного материала по конспекту и учебной литературе	21	5	3	ФО, экзамен
2.	Изучение отдельных вопросов и тем не рассматриваемых на лекциях	-	21	10	
3.	Подготовка к экзамену	15	15	7	Э
4.	Подготовка к зачету	-	-	-	
5.	Подготовка к лабораторным работам	6	2	1	ОЛР
6.	Подготовка к практическим занятиям	12	2	1	ФО
7.	Выполнение контрольных работ		53	26	Защита к.р.
8.	Подготовка и проведение промежуточной аттестации	12	16	8	тестирование
	Итого	68	114	56	

Текущая успеваемость студентов контролируется опросом по лабораторным и практическим работам (ОЛР). Итоговая успеваемость студентов определяется на экзамене.

3.8. Распределение часов по темам и видам занятий (очное)

№ и наименование	Объем работы студента, ч	Форма кон-
------------------	--------------------------	------------

темы дисциплины	Объем работы студента, ч					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
Введение	2	-	-	-	2	
Метрология	10	12	12	16	50	ОЛР, зачет
Стандартизация	8	8	-	14	30	КО
Сертификация продукции и услуг	8	8	-	13	29	КО
Подготовка к экзамену	-	-	-	15	15	
Всего	28	28	12	68	136	экзамен

Распределение часов по темам и видам занятий (заочное)

№ и наименование темы дисциплины	Объем работы студента, ч					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
Введение	1	-	-	2	3	
Метрология	3	8	6	10	27	ОЛР
Стандартизация	2	-	-	6	8	ФО
Сертификация продукции и услуг	2	-	-	6	8	ФО
Взаимозаменяемость	-	-	-	22	22	ФО
Подготовка к экзамену	-	-	-	15	15	
Выполнение контрольных работ	-	-	-	53	53	
Всего	8	6	8	114	136	экзамен

Распределение часов по темам и видам занятий (сокр)

№ и наименование темы дисциплины	Объем работы студента, ч					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
Введение	1	-	-	2	3	
Метрология	1	4	4	5	19	ОЛР
Стандартизация	1	-	-	5	10	ФО
Сертификация продукции и услуг	1	-	-	5	10	ФО
Взаимозаменяемость	-	-	-	8	24	ФО
Подготовка к экзамену	-	-	-	7	15	
Выполнение контрольных работ	-	-	-	26	55	
Всего	4	4	4	56	136	экзамен

4. Вопросы к экзамену.

1. Составные элементы дисциплины, взаимосвязь между ними и их влияние на качество выпускаемой продукции.
2. Метрология, основные положения и задачи.
3. Основные понятия, связанные с объектами измерений.
4. Основные понятия, связанные со средствами измерений.
5. Метрологическая служба России, состав, функции, задачи.
6. Методы измерений.
7. Основные параметры средств измерений.
8. Свойство, величина, количественное и качественное проявление свойств объектов материального мира.
9. Закономерности формирования результатов измерений.
10. Понятие погрешности измерений.
11. Классификация погрешностей измерений.
12. Источники проявления погрешностей.
13. Понятие многократного измерения.
14. Алгоритмы обработки многократных измерений.
15. Организационные основы метрологического обеспечения.
16. Научные основы метрологического обеспечения.
17. Методические основы метрологического обеспечения.
18. Правовые основы обеспечение единства измерений.
19. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений".
20. Структура и функции метрологических служб предприятий, организаций, учреждений.
21. Цели и объекты стандартизации.
22. Основные положения Закона РФ "О стандартизации".
23. Правовые основы стандартизации.
24. Международная стандартизация.
25. Основные положения государственной системы стандартизации.
26. Научная база стандартизации.
27. Унификация и агрегатирование.
28. Нормативные документы по стандартизации и требования к ним.
29. Комплексные системы общетехнических стандартов.
30. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований Госстандартов.
31. Сертификация, ее роль в повышении качества продукции.
32. Закон РФ "О сертификации продукции и услуг".
33. Основные цели и объекты сертификации.
34. Обязательная и добровольная сертификация.
35. Схемы и системы сертификации.
36. Правила и порядок проведения сертификации.
37. Органы по сертификации.
38. Испытательные лаборатории и их функции.
39. Сертификация систем качества.
40. Классификация отклонений геометрических параметров деталей.
41. Отклонение формы поверхностей.
42. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей.
43. Шероховатость поверхности. Высотные параметры.
44. Обозначение параметров шероховатости на чертежах.
45. Волнистость поверхности.
46. Посадки. Охватываемые и охватываемые поверхности.
47. Единицы допуска и интервалы размеров.
48. Зазор и натяг. Определение, графическое изображение.
49. Квалитеты точности.

50. Единая система допусков и посадок.

Материально-техническое обеспечение дисциплины 110301 «Механизация сельского хозяйства»

Для проведения лабораторных и практических занятий на кафедре МиОЛК используется специализированная аудитория "Технология машиностроения". Для выполнения лабораторных работ кафедра оснащена штангенинструментом, микрометрическим угломерным инструментом, рычажно-механическими приборами. При выполнении лабораторной работы по определению высотных параметров шероховатости производственным методом используются образцы шероховатости.

Рабочая программа для студентов специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

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

1.2. Цель преподавания дисциплины.

Целью преподавания дисциплины "Метрология, стандартизация и сертификация" является обеспечение теоретической подготовки инженеров сельскохозяйственного производства в области метрологии, стандартизации, сертификации продукции и услуг и организации трудовой деятельности на основе взаимозаменяемости.

1.3. Задачи изучения дисциплины.

В результате изучения курса студент должен иметь представление:

- об основах метрологии;
- об основных понятиях, связанных с объектами и средствами измерений;
- о принципах построения средств измерения и контроля;
- о закономерностях формирования результатов измерений;
- о метрологической аттестации и поверке средств измерений;
- об основных положениях Закона РФ по стандартизации;
- о комплексных системах общетехнических стандартов;
- о стандартизации и нормоконтроле технической документации;
- о ЕСДП как основе взаимозаменяемости;
- об управлении качеством;
- о международных стандартах ИСО серии 9000 на системы качества;
- о технико-экономической эффективности и правовых основах стандартизации;
- о терминах и определениях в области сертификации; о Законе РФ "О сертификации продукции и услуг";
- "об управлении качеством продукции и услуг;
- о государственной защите прав потребителей"
- о Российской, региональной и международных схемах и системах сертификации;
- об организационно-методических принципах сертификации в РФ;
- о государственном контроле и надзоре за соблюдением правил сертификации.

Знать и уметь использовать:

- основные понятия, законы и положения метрологии, стандартизации, сертификации и взаимозаменяемости на производстве.
- методы теоретических и экспериментальных исследований в научной работе и при разработке новых технологических процессов и изделий для сельского хозяйства.

1.4. Перечень дисциплин и тем, усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины.

Для полноценного усвоения учебного материала по метрологии, стандартизации и сертификации студентам необходимо иметь знания по высшей математике, материаловедению и технологии конструкционных материалов. В дальнейшем знания по метрологии, стандартизации и сертификации будут использоваться при изучении курсов деталей машин, технологии машиностроения, курсовом и дипломном проектировании.

4. Нормы Госстандарта.

Метрология. Основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений (СИ). Средства, методы и погрешности измерений. Принципы построения средств измерения и контроля. Измерения физических величин. Оптимизация точности и выбор средств измерения. Закономерности формирования результата измерения, алгоритмы обработки многократных измерений, показатели качества измерительной информации. Метрологическая аттестация и поверка средств измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий, структура и функции метрологической службы АПК. Калибровка и сертификация средств измерений. Стандартизация. Понятие стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Законодательство РФ по стандартизации. Научные и методические основы стандартизации. Организация работ по стандартизации, нормативные документы и требования к ним. Комплексные системы общетехнических стандартов (ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, ЕСДП и др.). Стандартизация норм взаимозаменяемости. ЕСДП – основа взаимозаменяемости. Статистические методы оценки качества сборки изделий. Обоснование точностных параметров машин и оборудования. Размерный анализ и функциональная взаимозаменяемость. Стандартизация и нормоконтроль технической документации, международные организации по стандартизации, работа по стандартизации в рамках Содружества независимых государств. Стандартизация в управлении качеством. Международные стандарты ИСО серии 9000 на системы качества, разработка документов системы качества. Техничко-экономическая эффективность стандартизации. Правовые основы стандартизации. Сертификация продукции и услуг. Термины и определения в области сертификации. Закон Российской Федерации "О сертификации продукции и услуг", нормативные документы по сертификации. Продукция, свойства продукции, квалиметрические методы оценки уровня качества продукции и услуг. Управление уровнем качества продукции и услуг. Государственная защита прав потребителей. Российская, региональная и международные схемы и системы сертификации. Практика сертификации систем обеспечения качества в России и за рубежом. Организационно-методические принципы сертификации в РФ. Сущность и содержание сертификации. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Государственный контроль и надзор за соблюдением правил сертификации.

5. Содержание дисциплины.

Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий.

3.1. Введение. – 2 ч. (1) [1]

3.1.1. Понятие о дисциплине. Составные элементы: метрология, стандартизация, квалиметрия, сертификация, взаимозаменяемость. Взаимосвязь между ними и их влияние на качество выпускаемой продукции

3.2. Метрология. – 12 ч. (3) [1]

3.2.1. Основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений. 3.2.2. Основные положения Закона РФ "Об обеспечении единства измерений".

- 3.2.3. Средства, методы и погрешности измерений.
 - 3.2.4. Принципы построения средств измерения и контроля.
 - 3.2.5. Измерения физических величин. Оптимизация точности и выбор средств измерений. Обоснование точностных параметров машин и оборудования.
 - 3.2.6. Закономерности формирования результата измерений, показатели качества измерительной информации. Алгоритмы обработки многократных измерений.
 - 3.2.7. Метрологическая аттестация и поверка средств измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений.
 - 3.2.8. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий, структура и функции метрологической службы агропромышленного комплекса.
 - 3.2.9. Калибровка и сертификация средств измерений.
- 3.3. Стандартизация. – 10 ч. (2) [1]
- 3.3.1. Понятие стандартизации, цели и задачи стандартизации.
 - 3.3.2. Основные положения Закона РФ "О стандартизации".
 - 3.3.3. Научные и методические основы стандартизации.
 - 3.3.4. Организация работ по стандартизации.
 - 3.3.5. Нормативные документы по стандартизации и требования к ним.
 - 3.3.6. Понятие о ЕСКД, ЕСДП, ЕСТПП, ЕСДП и др.
 - 3.3.7. Комплексные системы общетехнических стандартов.
 - 3.3.8. Нормирование отклонений формы, расположения поверхностей, шероховатость и волнистость поверхностей деталей.
 - 3.3.9. Понятие о взаимозаменяемости и ее видах, стандартизация норм взаимозаменяемости. Единые принципы построения допусков и посадок для типовых соединений деталей машин.
 - 3.3.10. Функциональная взаимозаменяемость. Принципы выбора допусков и посадок.
 - 3.3.11. Взаимозаменяемость гладких цилиндрических соединений. Основные эксплуатационные требования ЕСДП, Методика построения посадок. Обозначения предельных отклонений и посадок на чертежах. Расчет и выбор посадок.
 - 3.3.12. Допуски и посадки подшипников качения, выбор посадок на валы и корпуса.
 - 3.3.13. Расчет допусков и размеров, входящих в размерные цепи, размерный анализ. Классификация размерных цепей. Расчеты, обеспечивающие полную взаимозаменяемость. Теоретико - вероятностной способ расчета размерных цепей.
 - 3.3.14. Статистические методы оценки качества сборки изделий. Метод групповой взаимозаменяемости, селективная сборка. Способы регулирования и пригонки.
 - 3.3.15. Взаимозаменяемость резьбовых, шпоночных, шлицевых, зубчатых соединений.
 - 3.3.16. Допуски углов и конических соединений.
 - 3.3.17. Стандартизация и нормоконтроль технической документации.
 - 3.3.18. Работы по стандартизации в рамках СНГ.
 - 3.3.19. Стандартизация и управление качеством. Разработка документов системы качества.
 - 3.3.20. Международные организации по стандартизации. Международные стандарты ИСО серии 9000 на системы качества.
 - 3.3.21. Техничко-экономическая эффективность стандартизации. Правовые основы стандартизации.
- 3.4. Сертификация продукции и услуг. – 10 ч. (2) [1]
- 3.4.1. Термины и определения в области сертификации.
 - 3.4.2. Сущность и содержание сертификации.
 - 3.4.3. Закон РФ "О сертификации продукции и услуг".
 - 3.4.4. Нормативные документы по сертификации.
 - 3.4.5. Продукция, свойства продукции. Квалиметрические методы оценки уровня качества продукции и услуг. Управление уровнем качества продукции и услуг.

- 3.4.6. Государственная защита прав потребителей.
 3.4.7. Российская региональная и международная схемы и системы сертификации.
 3.4.8. Сертификация систем обеспечения качеством в России и за рубежом.
 3.4.9. Организационно-методические принципы сертификации в РФ.
 3.4.10. Аккредитация органов сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий.
 3.4.11. Государственный контроль и надзор за соблюдением правил сертификации.

Всего часов 34 (8) [4]

3.5. Практические занятия, их наименование и объем в часах

Пр. 1. Обозначение и назначение посадки с зазором или переходной - 2 ч. (2)

Пр. 2 Расчет посадок для заданного варианта – 2ч. (2)

Пр. 3. Расчет рабочего калибра для элемента соединения. - 2 ч.

Пр.4. Назначение посадки в соединении с подшипником качения и требований к точности сопряженных поверхностей и требований к точности сопряженных поверхностей деталей - 2 ч.(2)

Пр. 5. Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости - 2 ч.

Пр. 6. Расчет размерной цепи теоретико-вероятностным методом - 2 ч.

Пр. 7. Расчет посадки с зазором для подшипника скольжения - 1 ч.

Пр. 8. Расчет посадки переходной - 2 ч.

Пр. 9. Эскиз детали с обозначением линейных размеров, допусков форм и расположения поверхностей, параметров шероховатости - 1 ч.

Всего часов – 16 (6)

3.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах:

Специализированная аудитория "Технология машиностроения"

4. Измерения линейных размеров штангенинструментом - 4 ч. (2) [2]

5. Измерения линейных размеров микрометрическим инструментом - 4 ч. (2) [2]

6. Измерения линейных размеров рычажно-механическими приборами - 4 ч.

7. Измерения высотных параметров шероховатости производственным методом - 2 ч.

8. Измерения угловых размеров угломерами - 2 ч.

Всего часов – 16 (4)[4]

Содержание и методика выполнения лабораторных работ изложены в методических указаниях к лабораторным работам по метрологии, стандартизации и сертификации.

3.7. Самостоятельная работа и контроль успеваемости студентов

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов			Вид контроля успеваемости
		очное	заочное	с.о.	
1	2	3	4	5	6
1.	Проработка лекционного материала по конспекту и учебной литературе	20	6	3	ФО, экзамен
2.	Изучение отдельных вопросов и тем не рассматриваемых на лекциях	-	23	15	
3.	Подготовка к экзамену	15	15	7	Э
4.	Подготовка к зачету	-	-	-	
5.	Подготовка к лабораторным работам	10	4	2	ОЛР
6.	Подготовка к практическим занятиям	10	4	-	ФО
7.	Выполнение контрольных работ		51	25	Защита к.р.

8.	Подготовка и проведение промежуточной аттестации	15	15	7	тестирование
	Итого	70	118	60	

Текущая успеваемость студентов контролируется опросом по лабораторным работам (ОЛР). Итоговая успеваемость студентов определяется на экзамене.

3.8. Распределение часов по темам и видам занятий (очное)

№ и наименование темы дисциплины	Объем работы студента, ч					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
Введение	2	-	-	-	2	
Метрология	12	16	16	19	63	ОЛР, зачет
Стандартизация	10	-	-	18	28	КО
Сертификация продукции и услуг	10	-	-	18	28	КО
Подготовка к экзамену	-	-	-	15	15	
Всего	34	16	16	70	136	экзамен

Распределение часов по темам и видам занятий (заочное)

№ и наименование темы дисциплины	Объем работы студента, ч					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
Введение	1	-	-	2	3	
Метрология	3	8	4	10	25	ОЛР
Стандартизация	2	-	-	10	12	ФО
Сертификация продукции и услуг	2	-	-	8	10	ФО
Взаимозаменяемость	-	-	-	22	22	ФО
Подготовка к экзамену	-	-	-	15	15	
Выполнение контрольных работ	-	-	-	51	51	
Всего	8	6	4	118	136	экзамен

Распределение часов по темам и видам занятий (сокращенное)

№ и наименование темы дисциплины	Объем работы студента, ч					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	
Введение	1	-	-	2	3	
Метрология	1	-	4	5	15	ОЛР
Стандартизация	1	-	-	5	11	ФО

Сертификация продукции и услуг	1	-	-	5	11	ФО
Взаимозаменяемость	-	-	-	13	23	ФО
Подготовка к экзамену	-	-	-	7	15	
Выполнение контрольных работ	-	-	-	25	58	
Всего	4	-	4	60	136	экзамен

4. Вопросы к экзамену

1. Составные элементы дисциплины, взаимосвязь между ними и их влияние на качество выпускаемой продукции.
2. Метрология. Основные положения и задачи.
3. Виды измерений.
4. Методы измерений.
5. Основные понятия, связанные со средствами измерений.
6. Меры длины и угловые меры. Эталоны.
7. Преобразователи, используемые при измерениях.
8. Основные понятия, связанные с электроизмерительными установками.
9. Основные понятия, связанные с информационно-измерительными системами.
10. Основные параметры средств измерений.
11. Алгоритмы обработки результатов измерений.
12. Понятие погрешностей измерений.
13. Источники появления погрешностей.
14. Суммирование погрешностей.
15. Роль измерений в системе управления качеством выпускаемой продукции.
16. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений".
17. Структура и функции метрологических служб предприятий.
18. Поверка средств измерений.
19. ГОСТы и нормативно-технические документы, регламентирующие поверку средств измерений.
20. Основные положения Закона Российской Федерации "О стандартизации".
21. Цели и объекты стандартизации.
22. Правовые основы стандартизации.
23. Государственная система стандартизации.
24. Международная система стандартизации (ИСО).
25. Основные положения государственной системы стандартизации.
26. Нормативные документы по стандартизации и требования к ним.
27. Комплексные системы общетехнических стандартов.
28. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований и стандартов.
29. Сертификация, ее роль в повышении качества продукции.
30. Основные положения закона Российской Федерации "О сертификации продукции и услуг".
31. Основные цели и объекты сертификации.
32. Обязательная и добровольная сертификация.
33. Основные положения квалиметрии.
34. Контроль качества продукции
35. Основные положения комплексной системы управления качеством.

Материально-техническое обеспечение дисциплины 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Для проведения лабораторных и практических занятий на кафедре МиОЛК используется специализированная аудитория "Технология машиностроения". Для выполнения лабораторных работ кафедра оснащена штангенинструментом, микрометрическим угломерным инструментом, рычажно-механическими приборами. При выполнении лабораторной работы по определению высотных параметров шероховатости производственным методом используются образцы шероховатости.

Методические рекомендации по подготовке и проведению занятий

К занятиям допускаются студенты, прослушавшие теоретический курс метрологии:

- 1) и изучившие по настоящему пособию устройство, принципы настройки и измерения с помощью средств, указанных в конкретной лабораторной работе;
- 2) определившие основные метрологические показатели измерительных средств;
- 3) определившие предельные значения заданных размеров (параметров), их допуски, допускаемую погрешность измерения и предельную погрешность средства измерения.

Перед началом лабораторной работы следует получить все необходимые для измерения инструменты и материалы:

- объект измерения (деталь);
- измерительные средства;
- смазочно-притирочные материалы.

Необходимо внимательно ознакомиться с устройством и принципами действия всех инструментов и приборов, их отсчетных устройств, научиться брать отсчеты по шкалам.

Нельзя трогать руками рукоятки и винты, назначение которых Вам неизвестно. Вы этим нарушите юстировку приборов.

Перед началом измерений на профилометре модели 283 необходимо пройти инструктаж работы на приборе и расписаться в журнале по технике безопасности. Измерения параметров шероховатости на профилометре выполнять под наблюдением преподавателя.

После окончания измерений тщательно протереть чистой мягкой тканью все измерительные поверхности инструментов и приборов. Балки плиток разбираются предварительно.

Инструменты уложить в футляры, концевые меры – каждую в свою ячейку. Закрывать приборы чехлами и привести в порядок свое рабочее место.

Описание лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

4 часа

Измерения линейных размеров детали штангенинструментами

Цель работы: практически ознакомиться с устройством и приемами измерений линейных размеров штангенинструментами с нониусным и электронным отсчетом, определить погрешности формы цилиндрической детали.

Задачи работы:

1. Изучить устройство, овладеть правильными приемами измерений штангенинструментами с нониусным и электронным отсчетом.
2. Научиться определять отклонения формы цилиндрической детали при использовании штангенинструментов.

Обеспечивающие устройства: деталь измеряемая, штангенциркули с нониусным и электронным отсчетом, штангенрейсмас, штангенглубиномер, плита измерительная.

ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ С НОНИУСНЫМ ОТСЧЕТОМ. ТИПЫ, НАЗНАЧЕНИЕ

К группе штангенинструментов общего назначения относят штангенциркули ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III ГОСТ 166-89 (рис. 1, *в*, *а*, *б*, соответственно), штангенглубиномер ШГ ГОСТ 162-99 (рис. 1, *з*), штангенрейсмас ШР ГОСТ 164-90 (рис. 1, *д*). Основой этих инструментов является линейка-штанга, на которой нанесена основная штриховая шкала с интервалом деления 1 мм и отсчетное приспособление (дополнительная штриховая шкала) нониус.

В приложении А приведены характеристики и назначение основных типов выпускаемых в настоящее время штангенинструментов с нониусным отсчетом.

Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров изделий и для разметки. Основанием инструмента является штанга (7) с неподвижной губкой. По штанге перемещается рамка (3) с передвигающейся губкой, нониусом (10) и зажимным винтом рамки (4). Перемещение рамки осуществляется вручную при освобожденных винтах (4 и 5). Окончательное (точное) перемещение рамки на штангенциркулях ШЦ-II (рис. 1, *а*) выполняется с помощью микрометрической подачи, состоящей из движка (6), гайки (9) и стопорного винта (5). Для перемещения рамки с помощью микрометрической подачи движок (6) стопорится винтом (5). Измерительные губки имеют плоские поверхности для наружных измерений и закругленные – для внутренних.

Конструктивно штангенциркули различаются пределами измерений, форме измерительных губок и подвижной рамки, а также по точности измерений. В штангенциркулях типа ШЦ-I (рис. 1, *в*) губки имеют ножевую форму, в результате чего можно сразу получить измеряемый размер. Эти штангенциркули оборудованы линейками глубиномера (13), выполненными совместно с подвижной рамкой для измерения глубин и высот изделий.

В штангенциркулях типа ШЦ-II (рис. 1, *а*) и ШЦ-III (рис. 1, *б*) губки выполнены ступенчатыми и имеют определенный суммарный размер, который следует прибавлять к отсчитываемому размеру. Для разметки концы измерительных губок штангенциркулей типа ШЦ-III остро заточены.

Кроме моделей общего назначения инструментальная промышленность по заказам выпускает ряд моделей штангенциркулей, имеющих дополнительные возможности, например, для выполнения разметочных работ (для разметки плоскостей на разных высотах от базового отверстия, для построения углов).

Штангенглубиномер (рис. 1, *з*) предназначен для измерения глубин, высот, расстояний до буртиков или выступов. Торцевой плоский конец штанги (7) является одной из измерительных поверхностей. Штанга перемещается в траверзе с основанием (14), нижняя поверхность которого является другой измерительной поверхностью, нониусом (10) и зажимным винтом (4). Устройство для микроподачи такое же, как и у штангенциркуля.

Штангенрейсмас (рис. 1, *д*) предназначен для измерения высот и разметки. На рамке (3) штангенрейсмаса с помощью хомутика (15) устанавливаются сменные ножки (17) – острозаточенные для разметки, (16) – с двумя измерительными поверхностями (верхняя – ножевидная, нижняя – плоская) для измерения высот. На ножке маркируется размер, который

обычно выражается целым числом. При использовании верхней измерительной поверхности к показаниям инструмента необходимо прибавлять толщину ножки. Устройство для микроподдачи такое же, как в штангенциркуле или штангенглубиномере.

Штангенинструменты изготавливаются с величинами отсчета по нониусу (ценой деления нониуса) равной 0,1, 0,05 и 0,02 мм.

Отсчет показателей по нониусу. Отсчет дробных долей миллиметра основан на разной величине интервала между делениями основной шкалы и нониуса (рис. 2). Пусть, например, шкала нониуса разделена на 10 равных частей и занимает длину, равную 9 делениям основной шкалы. Следовательно, одно деление нониуса равно 0,9 мм, т. е. оно короче каждого деления на 0,1 мм. Если сомкнуть вплотную губки штангенциркуля, то нулевой штрих нониуса будет точно совпадать с нулевым штрихом штанги. Остальные штрихи нониуса, кроме последнего, такого совпадения иметь не будут. Первый штрих нониуса не дойдет до первого штриха штанги на 0,1 мм, второй штрих нониуса не дойдет до второго штриха штанги на 0,2 мм и т. д. Десятый штрих нониуса точно совпадет с девятым штрихом штанги (см. рис. 2). Такое положение будет повторяться каждый раз, когда нулевой штрих нониуса будет точно совпадать с одним из штрихов штанги. Если сдвинуть рамку таким образом, чтобы первый штрих нониуса (не считая нулевого) совпал с первым штрихом штанги (см. рис. 2), то между губками штангенциркуля образуется зазор, равный 0,1 мм. При совпадении второго штриха нониуса со вторым штрихом штанги зазор между губками уже составит 0,2 мм, при совпадении третьего штриха – 0,3 мм и т. д. Следовательно, тот штрих нониуса, который точно совпадает с каким-либо штрихом штанги, показывает число десятых долей миллиметра.

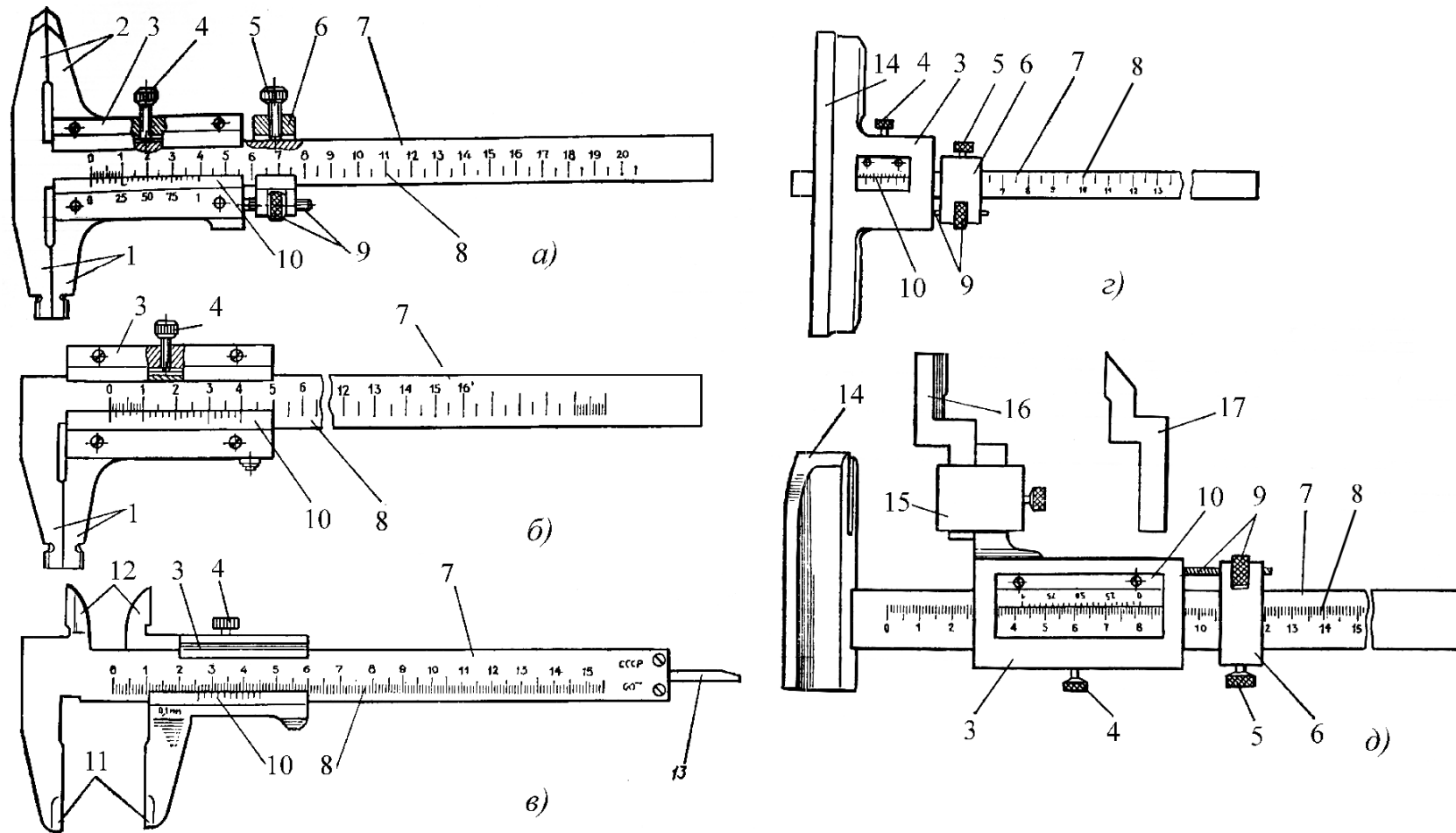
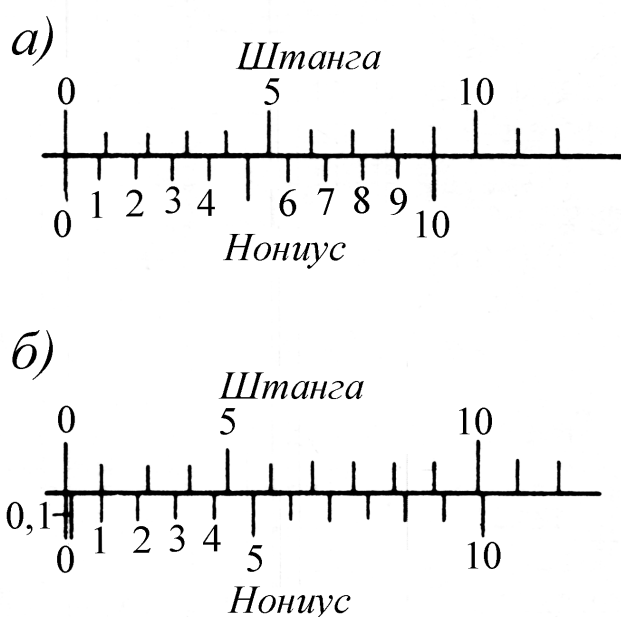


Рисунок 1 – Штангенциркули (а – в), штангенглубиномер (г) и штангенрейсмас (д):

1 – губки для наружных и внутренних измерений; 2 – губки для наружных измерений и разметки; 3 – рамка; 4 – стопорный винт для зажима рамки; 5 – стопорный винт для зажима рамки микрометрической подачи; 6 – рамка микрометрической подачи; 7 – штанга; 8 – шкала штанги; 9 – гайка и винт микрометрической подачи; 10 – нониус; 11 – губки для наружных измерений; 12 – губки для внутренних измерений; 13 – линейка глубиномера; 14 – основание; 15 – хомутик; 16 – измерительная ножка; 17 – разметочная ножка



При отсчете показаний на штангенинструментах определяют сначала целое число миллиметров, которое равно числу миллиметров, расположенных слева от нулевого (крайнего левого) штриха нониуса. Если нулевой штрих нониуса окажется между двумя штрихами основной шкалы, то к целому числу миллиметров надо прибавить десятые и сотые доли. Для этого определяют, какой штрих нониуса совпадает с каким-либо штрихом основной шкалы и умножают порядковый номер этого штриха на цену деления нониуса (0,1; 0,05; 0,02).

Рисунок 2 – Нониус:
 а – размер равен 0 мм;
 б – размер равен 0,1 мм

ШТАНГЕНЦИРКУЛИ С ЭЛЕКТРОННЫМ ОТСЧЕТОМ (РАЗДВИЖНЫЕ КАЛИБРЫ)

Основой этих инструментов, как и штангенциркулей с нониусным отсчетом, является линейка-штанга, на которой нанесены две штриховые шкалы: одна – с интервалом деления 1 мм (метрическая система мер), другая – с интервалом деления 1 дюйм (королевская система мер). Общий вид инструментов изображен на рис. 3.

Штанга выполнена с верхней и нижней неподвижными губками и пазом. По штанге перемещается рамка с верхней и нижней подвижными губками, глубиномером и аттестованным роликом. На рамке располагаются микропроцессор, блок питания, дисплей, зажимной винт и два переключателя. Один служит для установки показаний «на ноль», второй – для проведения измерений в метрической или королевской системах.

С помощью этих инструментов можно измерять размеры валов, отверстий, глубин и высот, они имеют точность измерений до 0,01 мм.

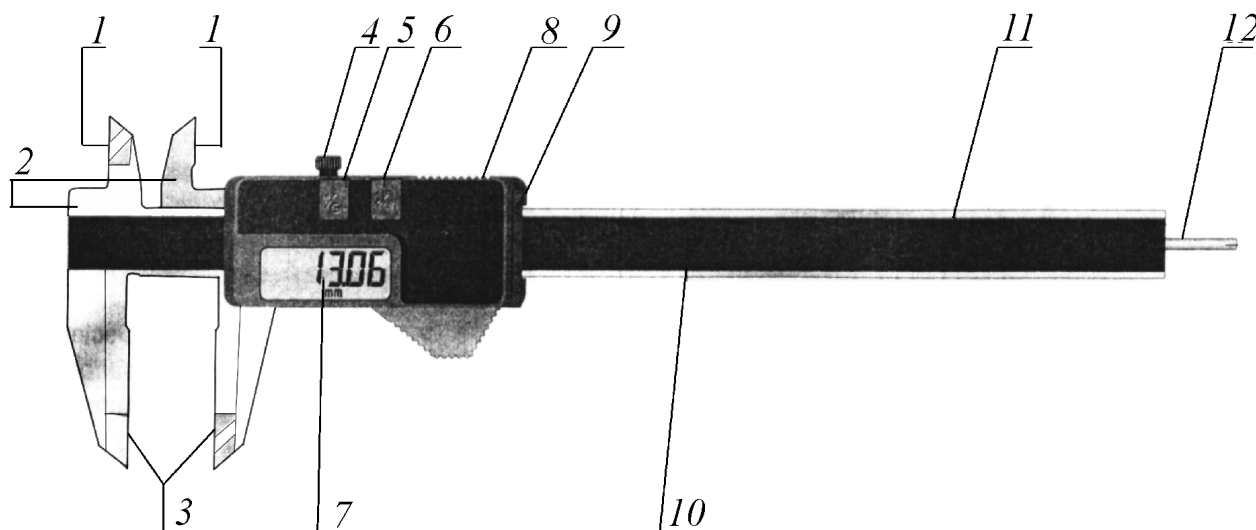


Рисунок 3 – Штангенциркуль с электронным отсчетом:

1 – поверхности для внутренних замеров; 2 – поверхности для замеров расстояний; 3 – поверхности для внешних замеров; 4 – стопорный винт; 5 – кнопка «M/O→»; 6 – кнопка «C/ON»; 7 – ЖК-индикатор; 8 – разъем для вывода данных; 9 – крышка батарейного отсека; 10 – дискретная шкала с защитой; 11 – планка; 12 – штырь глубиномера

ШТАНГЕНРЕЙСМАС С ЭЛЕКТРОННЫМ ОТСЧЕТОМ

Штангенрейсмас с электронным отсчетом (рис. 4) предназначен для измерения и разметки размеров. Применяется в машиностроении и других областях промышленности.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Задание на выполнение лабораторной работы включает следующие операции:

1. Изобразить чертеж детали с указанием всех измеряемых размеров.
2. Измерить линейные размеры штангенинструментом с нониусным и электронным отсчетом, записать полученные данные в протокол измерений.
3. Определить абсолютную и относительную погрешности измеряемых размеров и занести их в протокол измерений.
4. Занести в протокол измерений основные метрологические характеристики инструментов, используемых при измерениях.
5. Сделать заключение о выполненной работе.
6. Предъявить полностью оформленный протокол измерений преподавателю для проверки и защиты лабораторной работы.

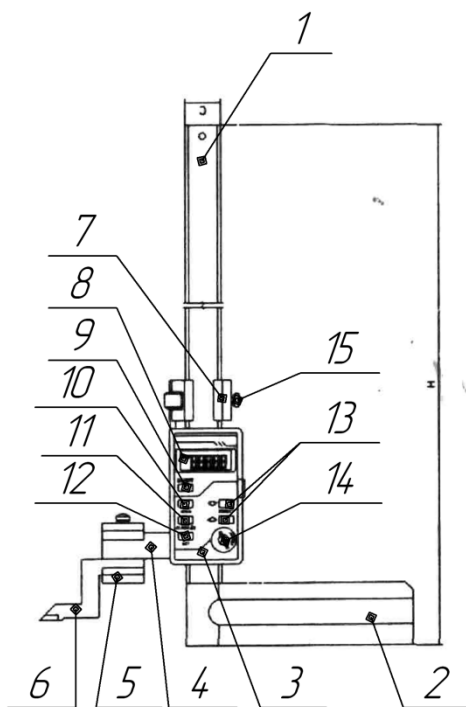


Рисунок 4 – Штангенрейсмас с электронным отсчетом:

1 – штанга; 2 – основание; 3 – рамка; 4 – подвижная губка; 5 – хомут; 6 – комбинированная ножка; 7 – рамка микрометрической подачи; 8 – ЖК-дисплей; 9 – кнопка «on/off» – включение и выключение дисплея; 10 – кнопка «in/mm» – переключение показаний дисплея с метрической системы измерений на дюймовую и обратно; 11 – кнопка «zero/abs» – установка нулевого значения на дисплее в любом месте измерительной шкалы, переключение между режимами абсолютных и относительных измерений в любом месте измерительной шкалы; 12

– кнопка «set»; 13 – кнопки «preset», ▲ ▼; 14 – крышка батарейного отсека; 15 – стопорный винт

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ

Штангенциркуль с нониусным отсчетом

Перед началом измерений необходимо выполнить поверку инструмента. В том случае, если штангенциркуль имеет перекошенные губки, игру рамки, забоины, царапины, продукты коррозии на рабочих поверхностях, стертые штрихи штанги и нониуса, им пользоваться нельзя. Затем необходимо проверить правильность нулевого показателя инструмента. При соприкасающихся измерительных поверхностях губок нулевые штрихи штанги и нониуса должны совпадать, просвет между измерительными поверхностями губок для наружных измерений у исправного инструмента не должен превышать 0,003 мм при величине отсчета по нониусу 0,05 мм и 0,006 мм при величине отсчета 0,1 мм. Величина просвета определяется визуально по составленному из концевых мер длины образцу просвета.

Смещение нулевых штрихов штанги и нониуса не допускается. С целью его устранения нониус у штангенциркулей ШЦ-II и ШЦ-III может перемещаться вдоль рамки, для чего отверстия под крепежные винты изготавливаются эллипсной формы. При смещении нулевого штриха нониуса относительно нулевого штриха штанги необходимо произвести переустановку нониуса, для чего надо отпустить винты крепления нониуса к рамке, передвинуть нониус в нулевое положение и закрепить его винтами. Освободив зажимные винты рамки, проверить плавность ее хода – рамка должна перемещаться по штанге свободно, без качки.

Для измерений штангенциркуль необходимо взять правой рукой за штангу и, перемещая рамку большим пальцем правой руки за выступ на рамке, развести губки инструмента на размер несколько больший размера детали (при измерении наружных размеров) или на размер меньше размера отверстия (при измерении внутренних размеров). Далее привести рабочие поверхности губок инструмента в соприкосновение с измеряемой поверхностью и проверить правильность положения измерительных губок относительно измеряемых поверхностей. Необходимо следить за тем, чтобы губки штангенциркуля прилегали к измеряемой поверхности по всей длине и не перекашивались. При правильной установке инструмента линия измерения 1 перпендикулярна оси детали и проходит через ее центр, а линия измерения 2 перпендикулярна плоскости (рис. 4, а, в, д). Перекос губок и замер по хорде недопустимы: при измерении наружных поверхностей это приведет к увеличению, а при измерении внутренних – к уменьшению размеров (рис. 5, соответственно б, з, е).

При измерении незакрепленной детали левая рука должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (рис. 6), при измерении закрепленной детали левая рука должна слегка прижимать губку штанги к измерительной поверхности (рис. 7). Правой рукой необходимо держать штангенциркуль за штангу (примерно в горизонтальном положении) и большим пальцем этой руки перемещать выступ до соприкосновения с измеряемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия.

Измерительное усилие определяется на ощупь – измерительные поверхности инструмента должны быть прижаты к измеряемой поверхности детали плотно и вместе с тем должно быть обеспечено их относительное скольжение легким трением детали с поверхностью без качения (рис. 8, а, б). При измерении внутреннего диаметра большого размера измерительное усилие проверяется перемещением губок в вертикальной плоскости. Во избежание перекоса при проверке следует опираться на средние пальцы рук, расположив их возле губок (рис. 8, в). После окончательной установки штангенциркуля большим и указательным пальцами правой руки при необходимости закрепляется рамка. При этом штанга поддерживается остальными пальцами этой руки, а губки – левой руки. Отсчет показаний производится по основной шкале и нониусу (рис. 9). При измерениях внутренних размеров к показаниям штангенциркулей типов ШЦ-II и ШЦ-III прибавляется толщина губок, указанная на них (рис. 10).

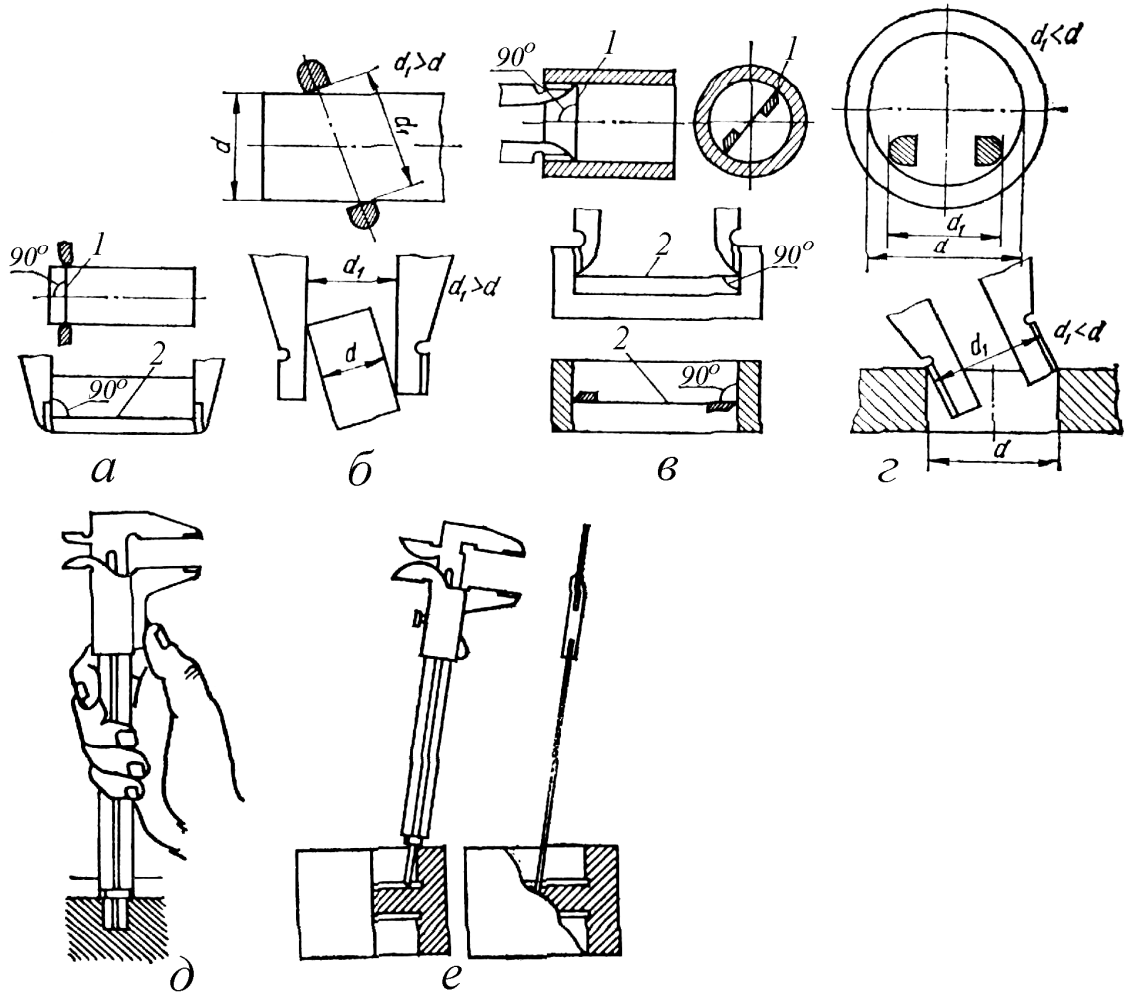


Рисунок 5 – Правильная (а, в, д) и неправильная (б, г, е) установка штангенциркуля при измерениях

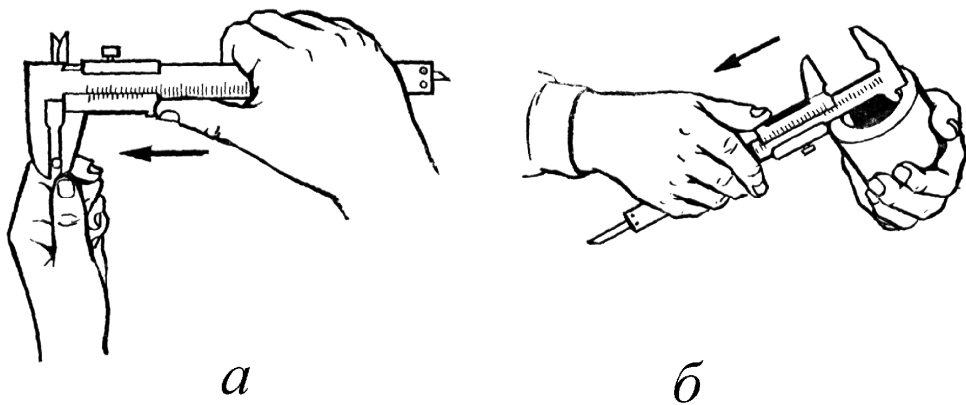


Рисунок 6 – Измерение штангенциркулем наружных (а) и внутренних (б) размеров незакрепленной детали

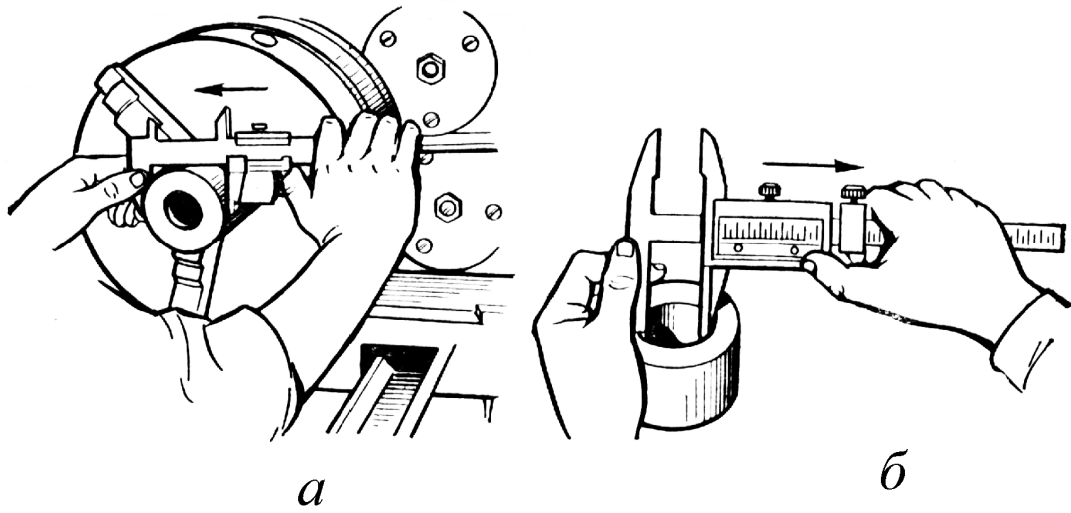


Рисунок 7 – Измерение штангенциркулем наружных (а) и внутренних (б) размеров закрепленной детали

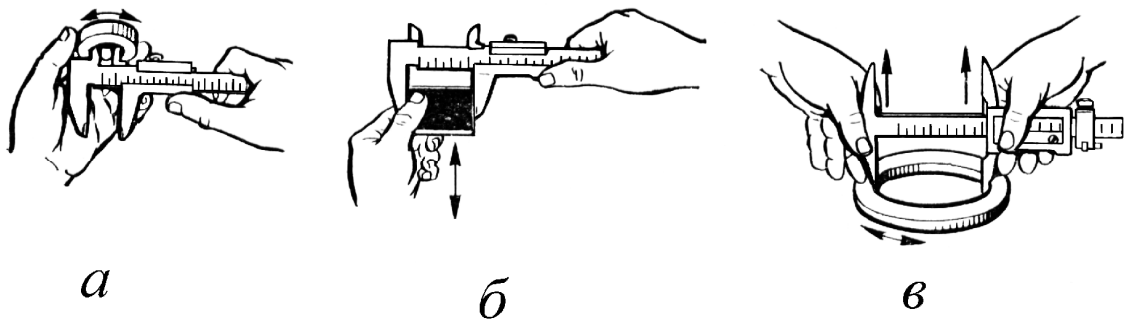


Рисунок 8 – Проверка измерительного усилия

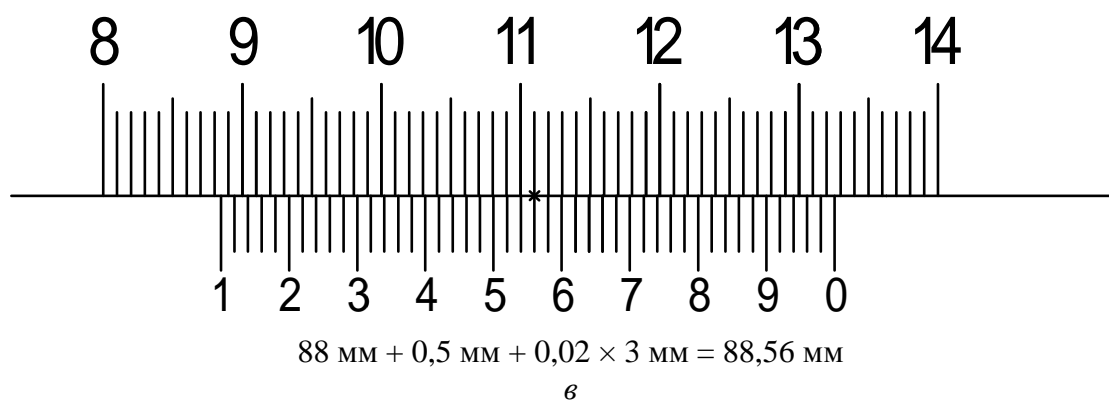
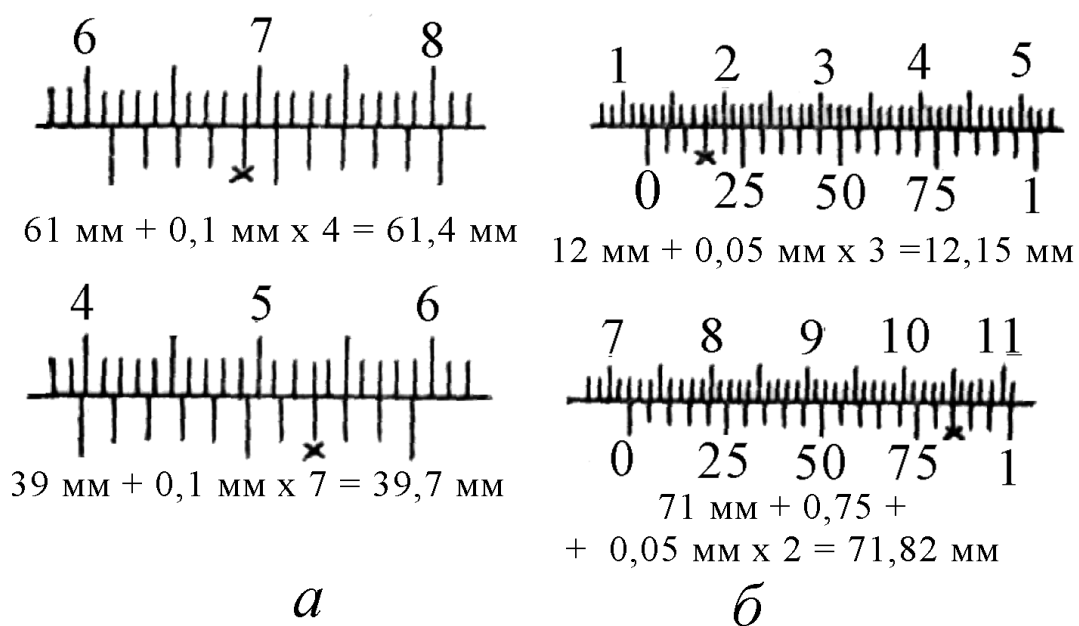


Рисунок 9 – Примеры отсчета показаний по нониусам штангенинструментов

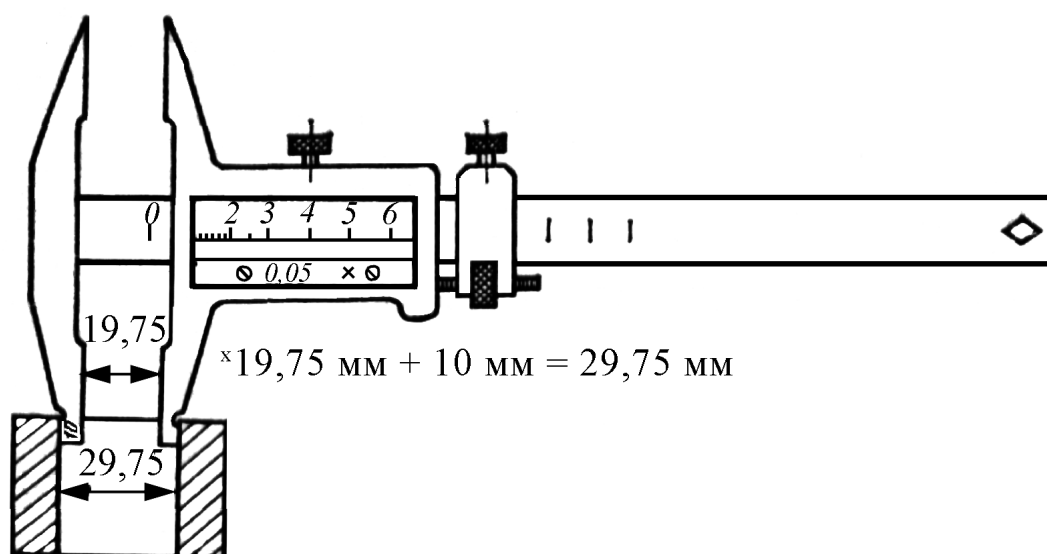


Рисунок 10 – Отсчет показаний измерений внутренних размеров

При измерении глубины глухих отверстий, пазов, уступов штангенциркуля типа ШЦ-I штанга торцом устанавливается на плоскость детали у измеряемого отверстия или уступа.

Нажимом на рамку линейка глубиномера перемещается до упора в дно отверстия или уступа. Необходимо при этом следить, чтобы линейка глубиномера была перпендикулярна поверхностям, между которыми измеряется глубина (см. рис. 5, *д*). При удалении глубиномера от этого направления измеренный размер будет больше действительного (см. рис. 5, *е*).

Штангенциркуль с электронным отсчетом

Перед началом измерений необходимо произвести поверку инструмента. Если инструмент имеет деформированные губки, игру рамки, забоины, царапины, стертые штрихи, им пользоваться нельзя. Убедившись в исправности инструмента, необходимо открыть крышку гнезда блока питания пальцем правой руки, установить аккумулятор в гнездо и закрыть крышку. Затем необходимо убедиться в правильности нулевого показания инструмента. При соприкасающихся поверхностях нижних губок на дисплее должно быть нулевое значение. Если это условие не выполняется, необходимо нажать пальцем на кнопку, расположенную в нижней части рамки, и добиться, чтобы это условие было выполнено.

Переключением соответствующей кнопки можно выполнять измерения линейных размеров в метрической (мм) или королевской (дюйм) системах мер.

Технология измерения деталей (сборочных единиц) штангенциркулями с электронным отсчетом такая же, как и у аналогичных инструментов с нониусным отсчетом. Значения измерений высвечиваются на дисплее.

Штангенглубиномер

Перед выполнением измерений проверяется правильность нулевого показания двумя способами:

1. Инструмент опорной плоскостью основания устанавливается на поверочную плиту, затем торец штанги соприкасается с плитой (рис. 11, *а*).

2. Измерительные поверхности основания и штанги соприкасаются с ребром лекальной линейки (рис. 11, *б*). Нулевые штрихи основной шкалы и нониуса должны совпадать. При смещении штрихов нониуса и штанги следует произвести переустановку нониуса (см. измерения штангенциркулем).

Для выполнения измерений опорная плоскость основания устанавливается на базовую плоскость детали и плотно прижимается левой рукой, затем штанга правой рукой опускается в отверстие или паз, глубину которого требуется измерить, до соприкосновения торцом с дном отверстия (паза) (рис. 11, *в*). Отсчет показаний аналогичен отсчету по штангенциркулю.

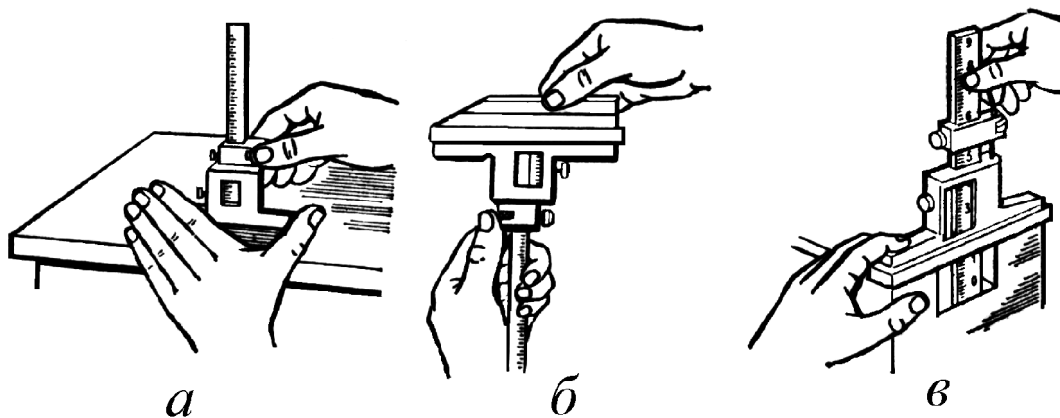


Рисунок 11 – Проверка нулевого показания штангенглубиномера (*а*, *б*) и измерение штангенглубиномером (*в*)

Штангенрейсмас

Правильность нулевой установки инструмента проверяется по совпадению нулевых штрихов шкал штанги нониуса при опускании рамки до соприкосновения ножки с поверочной плитой (при пределах измерений 0–250 мм) (рис. 12, *а*) или с поверхностью, установленной на плиту плоскопараллельной концевой меры, длина которой соответствует нижнему пределу измерения инструмента (рис. 12, *б*). Если нулевые штрихи не совпадают, то необходимо освободить винты, крепящие нониус, передвинуть его в нулевое положение, после чего закрепить винты.

Для измерений деталь и инструмент устанавливаются на поверочной плите, левой рукой основание штангенрейсмаса прижимается к плите, а правой рукой измерительная ножка доводится до соприкосновения с измерительной поверхностью (рис. 12, *б*, *в*). После этого рамка закрепляется стопорным винтом. Измеряемый размер определяется по основной шкале и нониусу. При измерениях внутренних размеров к показаниям шкалы необходимо прибавить толщину измерительной ножки (размер находится на детали).

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Результаты выполнения лабораторной работы представить в виде чертежа измеряемой детали, таблицы с результатами измерений, расчетов абсолютной и относительной погрешностей и метрологических характеристик инструментов, используемых в работе, заключения.

Пример отчета приведен ниже (рис. 13, табл. 1).

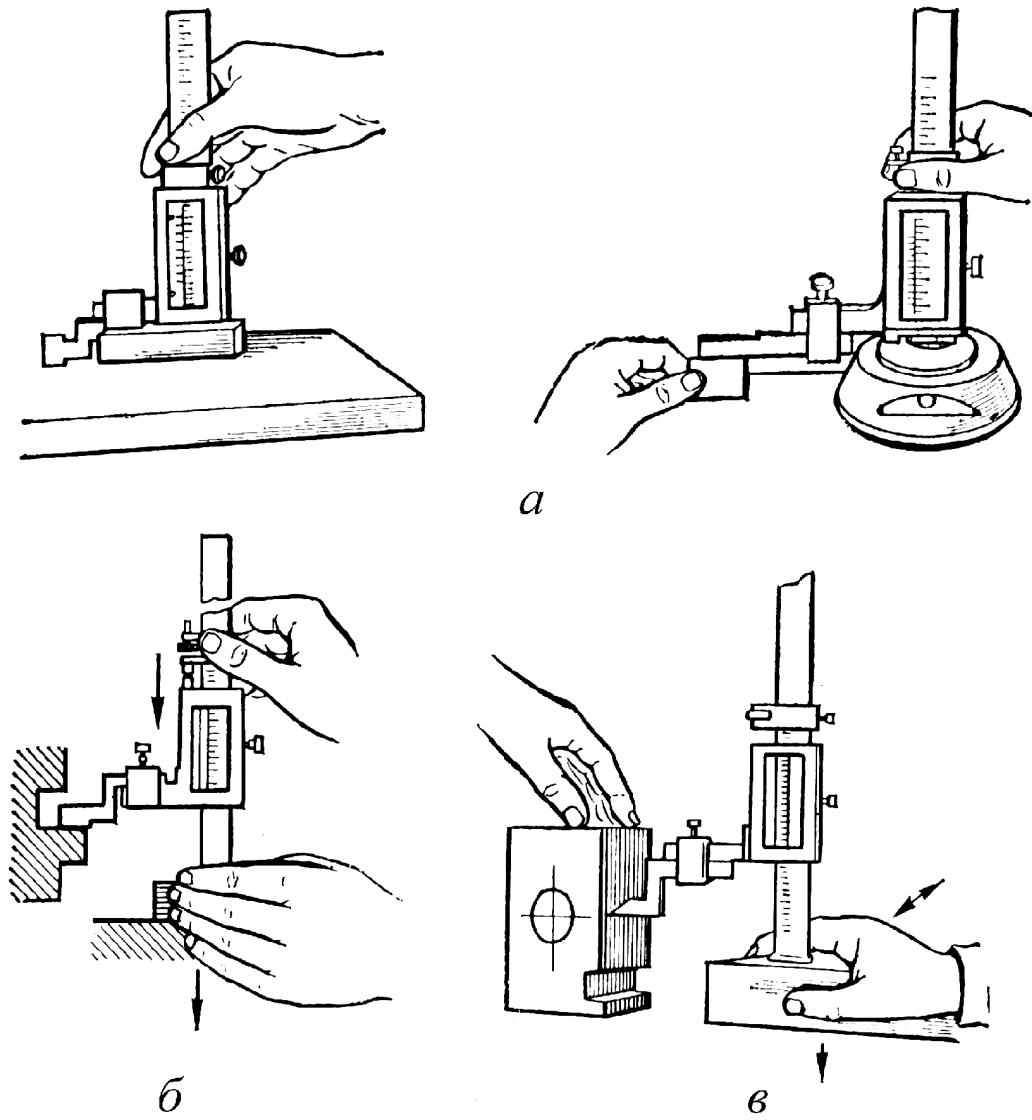


Рисунок 12 – Проверка нулевого показания штангенрейсмаса (а), измерение (б) и разметка (в) с помощью штангенрейсмаса

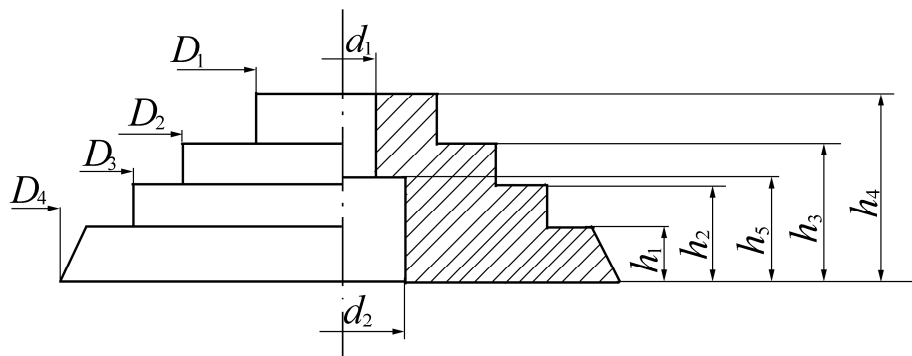


Рисунок 13 – Чертеж измеряемой детали

Таблица 1 – Протокол измерений

№ п/п	Инструмент	Измеряемый размер	Значения размера, мм		Величина абсолютной погрешности	Величина относительной погрешности	Основные метрологические характеристики инструментов
			I–I	II–II			
1.	Штангенциркуль	d_1					
			()	()			
		d_2					
			()	()			
		D_1					
			()	()			
D_2							
	()	()					
D_3							
	()	()					
D_4							
	()	()					
2.	Штангенрейсмас	h_1					
			()	()			
		h_2					
			()	()			
h_3							
	()	()					
h_4							
	()	()					
3.	Штангенглубиномер	h_5					
			()	()			
Примечание. Размеры в скобках для штангенинструментов с электронным отсчетом.							

При измерениях необходимо:

1. Штангенциркулями с нониусным и электронным отсчетами выполнять замеры в двух взаимно перпендикулярных плоскостях одного сечения (замеры I–I и II–II).

2. Штангенрейсмасом и штангенглубиномером с нониусным и электронным отсчетами замеры выполнять в одной плоскости сначала одной, а затем другой стороны детали. После окончания измерений по известным зависимостям определяют значения абсолютной и относительной погрешности, принимая условно за истинное минимальное значение размера детали.

К основным метрологическим характеристикам инструментов относят диапазон показаний, цену деления и инструментальную погрешность.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните устройство и принцип работы:

- штангенциркуля с нониусным отсчетом;

- штангенциркуля с электронным отсчетом;
 - штангенрейсмаса с нониусным отсчетом;
 - штангенрейсмаса с электронным отсчетом;
 - штангенглубиномера с нониусным отсчетом;
 - штангенглубиномера с электронным отсчетом;
2. Какие методы измерений применяются при использовании штангенинструментов с нониусным и электронным отсчетами?
 3. Почему у штангенинструментов с нониусным отсчетом инструментальная погрешность значительно выше, чем у штангенинструментов с электронным отсчетом?
 4. Что такое диапазон измерений, длина и цена деления шкалы?
 5. Можно ли (если можно, то как) убедиться в том, что при измерениях диаметра отверстия был измерен диаметр, а не хорда?
 6. Из каких параметров складывается инструментальная погрешность?
 7. Как проверить и отрегулировать штангенинструмент?
 8. Можно ли штангенциркулем с отсчетом по нониусу 0,05 мм измерить размер с точностью 0,03; 0,01; 0,1 мм?
 9. Как будут выглядеть нониусные шкалы (количество делений и цена деления), если:
 - цена деления основной шкалы 1 мм, отсчет по нониусу 0,01 мм;
 - цена деления основной шкалы 1,5 мм, отсчет по нониусу 0,03 мм;
 - цена деления основной шкалы 1,2 мм, отсчет по нониусу 0,04 мм?
 10. Можно ли при измерении диаметра вала (отверстия) пользоваться микровинтом перемещения нониусной шкалы?
 11. Можно ли штангенциркулем с отсчетом по нониусу 0,05 мм измерить размер с точностью 0,03; 0,01; 0,1 мм?
 12. При смыкании измерительных поверхностей штангенциркуля с ценой деления 0,05 мм получается отсчет 0,1 мм. Можно ли устранить эту неисправность, если основная и нониусная шкалы не имеют погрешностей (измерительные поверхности губок чистые и не имеют забоин)?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

4 часа

**Измерения линейных размеров детали
микрометрическими инструментами**

Цель работы: практически ознакомиться с устройством и приемами измерений линейных размеров микрометрическими инструментами, определить погрешности формы цилиндрической детали.

Задачи работы:

1. Изучить устройство, овладеть правильными приемами измерений микрометрическими инструментами.
2. Научиться определять отклонения формы цилиндрической детали при использовании микрометрическими инструментами.

Обеспечивающие устройства: деталь измеряемая, микрометры гладкие, микрометры с электронным отсчетом, микрометрический глубиномер, микрометрический нутромер.

ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ.
ТИПЫ, КОНСТРУКЦИИ, НАЗНАЧЕНИЕ**

К группе микрометрических инструментов общего назначения относят:

1. Микрометры:

- гладкие МК ГОСТ 6507-90;
 - гладкие с плоскими вставками МВП ГОСТ 4380-93;
 - листовые с циферблатом МЛ ГОСТ 6507-90;
 - настольные со стрелочным отсчетным устройством МН-1, МН-2 ГОСТ 10387-81;
 - рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством МР ГОСТ 4381-87;
 - рычажные, оснащенные отсчетным устройством, МРИ ГОСТ 4381-87;
 - трубные МТ ГОСТ 6507-90;
 - зубомерные МЗ ГОСТ 6507-90;
 - резьбовые со вставками МВМ ГОСТ 4380-93.
2. Глубиномеры микрометрические ГМ ГОСТ 7470-92.
3. Нутромеры микрометрические НМ, НМИ ГОСТ 10-88.

В приложении Б приведены характеристики и назначение основных типов выпускаемых в настоящее время микрометрических инструментов.

У всех микрометрических инструментов измерительным элементом является микрометрический винт, имеющий резьбу с точным шагом (обычно шаг резьбы $P = 0,5$ мм). Микрометрическая пара конструктивно выполняется в виде резьбовой (микрометрической) гайки и микрометрического винта, соединенного с отсчетным барабаном. Винтовая пара используется для преобразования продольного перемещения винта в окружное движение шкалы барабана. Измеряемый размер определяется по углу поворота барабана. Для отсчета целого числа оборотов микрометрического винта служит продольная (основная) шкала, которая расположена на запрессованной в корпус втулке, называемой стеблем. Стебель является гайкой для микрометрического винта и одновременно обеспечивает его центрирование и направление по измеряемому размеру. Основная шкала сдвоенная, состоит из двух шкал с интервалом в 1 мм (для облегчения отсчета), сдвинутых одна относительно другой на 0,5 мм и расположенных по обе стороны от продольного штриха на стебле, т. е. длина деления основной шкалы равна шагу микрометрического винта.

Для отсчета долей оборота микрометрического винта, т. е. десятых и сотых долей миллиметра, служит круговая шкала с радиальными штрихами (50 делений), нанесенными на круглой части барабана. Указателем для отсчета по этой шкале является продольный штрих, нанесенный на стебле. Отсчет определяется по порядковому номеру штриха барабана (не считая нулевого), совпадающего с продольным штрихом стебля. Счет всегда ведется в сторону нарастания номеров штрихов.

Микрометр гладкий

На рис. 14, а показана конструкция гладкого микрометра.

Основным элементом инструмента является подковообразная скоба 1. С одной стороны в нее запрессована измерительная пятка 2, торцевая поверхность которой является рабочей поверхностью для измерений. У микрометров с верхним пределом диапазона измерений более 300 мм пятка выполнена переставной с ходом 75 мм или сменной, что обеспечивает совместно с микровинтом диапазон измерений 100 мм.

С другой стороны в отверстие скобы запрессован стебель 3. Микрометрический винт 5 перемещается по резьбе микрометрической гайки 4 и гладкой направляющей стебля 3. Передняя торцевая поверхность микрометрического винта образует вторую измерительную поверхность. Микрометрическая гайка, запрессованная в стебель, имеет продольные прорези (как у цанги) и наружную коническую резьбу. В результате навинчивания регулировочной гайки 10 на цанговую часть микрометрической гайки 4 можно регулировать зазор в паре микровинт – микрогайка и компенсировать износ резьбы. Такая регулировка возможна только тогда, когда износ резьбы винта является равномерным по всей длине. Микрометрический винт имеет посадочную поверхность для барабана 6, выполненную в виде цилиндрического пояса с буртиком (рис. 14, а) или конуса (рис. 14, б), или цилиндрической втулки 16 (рис. 14, в), напрессованной на тело микрометрического винта. В первом и втором случаях трещотка 9 навинчивается на барабан, в результате чего он удерживается на микрометрическом винте, в третьем – барабан закрепляется с помощью пружинного кольца 14 и при навинчивании гайки 15.

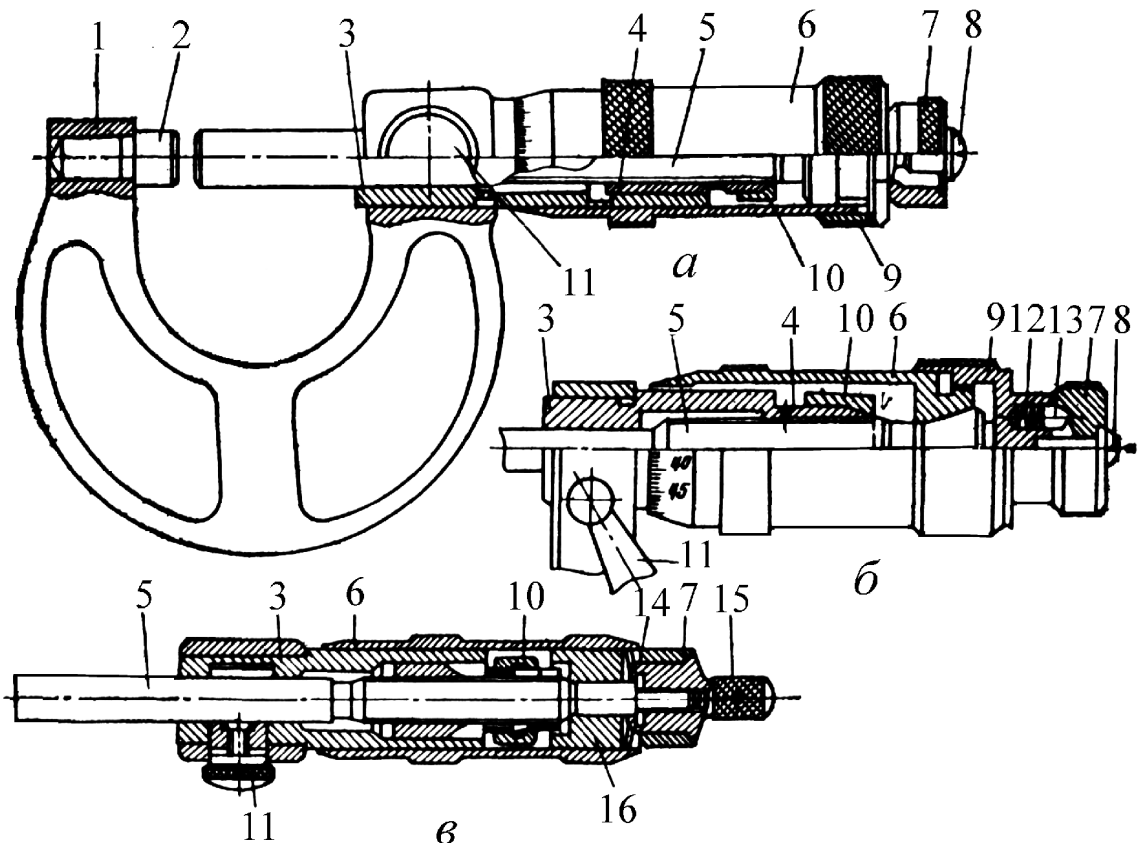


Рисунок 14 – Микрометр гладкий:

1 – подковообразная скоба; 2 – измерительная пятка; 3 – стержень; 4 – микрометрическая гайка; 5 – микрометрический винт; 6 – барабан; 7 – храповик; 8 – крепежный винт; 9 – трещотка; 10 – регулировочная гайка; 11 – стопорное устройство; 12 – тарированная пружина; 13 – штифт со скосом; 14 – пружинное кольцо; 15 – гайка; 16 – цилиндрическая втулка

Механизм трещотки, предназначенный для обеспечения постоянства измерительного усилия, состоит из тарированной пружины 12 (рис. 14, б), штифта со скосом 13, кольца трещотки (храповика) 7 с зубцами на торце (или внутренней поверхности) и крепежного винта 8 трещотки.

Работа трещотки основана на том, что храповик 7 выходит из зацепления, когда сила трения между измерительной поверхностью микрометрического винта с измеряемой деталью будет превышать силу сцепления храповика 7 и штифта 13. Сцепление храповика и штифта обеспечивается пружиной 12, рассчитанной на передачу определенного крутящего момента. Когда это усилие достигнуто, трещотка перестает вращать микрометрический винт и начинает вращаться вхолостую, проскальзывая с характерным треском.

Для закрепления микрометрического винта в определенном положении предусмотрено стопорное устройство 11, которое может быть выполнено в виде винтового, цангового или эксцентрикового зажима.

Микрометр с электронным отсчетом

Основные составные части микрометра с электронным отсчетом приведены на рис. 15.

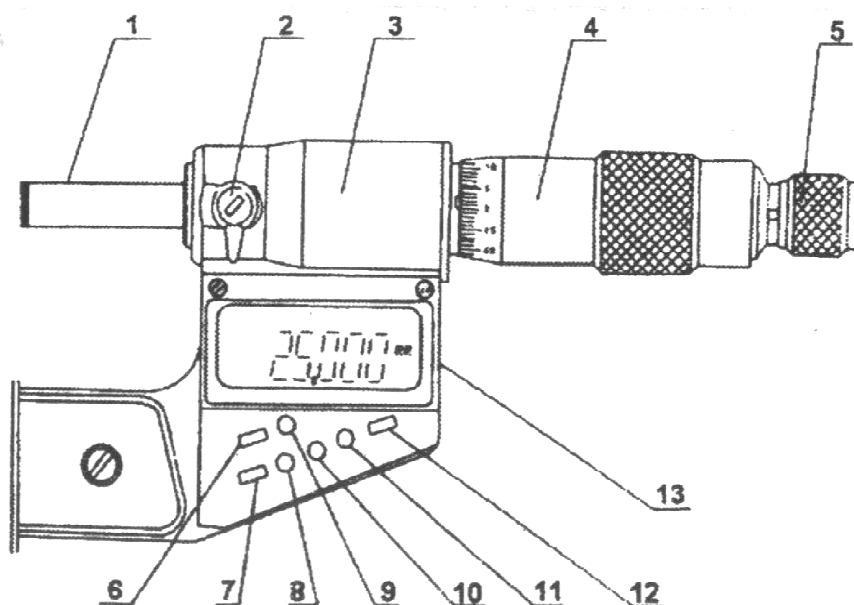


Рисунок 15 – Микрометр с электронным отсчетом:

1 – микрометрический винт; 2 – стопор; 3 – скоба; 4 – барабан; 5 – трещотка; 6 – кнопка «in/mm»; 7 – кнопка «hold»; 8 – кнопка «R/A»; 9 – кнопка «tol»; 10 – кнопка «+>»; 11 – кнопка «<->»; 12 – кнопка «reset»; 13 – разъем для вывода результатов измерений

Микрометрический глубиномер

Конструкция инструмента показана на рис. 16. Основным элементом является основание 1, нижняя поверхность которого служит рабочей поверхностью измерений. В верхнюю поверхность основания 1 запрессован стержень 2. Конструкция барабана 4, микрометрического винта 5, корпуса трещотки 6 и трещотки 7 аналогична конструкции соответствующих деталей и сборочных единиц гладкого микрометра, за исключением разметки основной шкалы

стебля 2. Если на стебле гладкого микрометра отсчет показаний выполняется слева направо, то на стебле микрометрического глубиномера – справа налево. В нижней части микрометрического винта 5 имеется отверстие, в которое устанавливаются сменные измерительные стержни 3 разрезными пружинными концами. Настройка инструмента осуществляется по установочным мерам 9. Ход винта микрометрической головки составляет, как и у микрометров, 25 мм. Сменные измерительные стержни глубиномеров позволяют производить измерения в пределах 0–25, 25–50, 50–75, 75–100, 100–125, 125–150 мм.

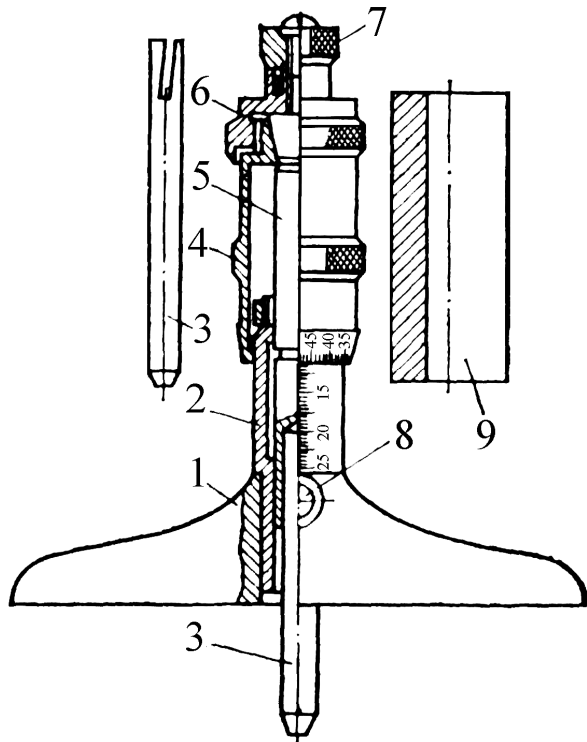


Рисунок 16 – Микрометрический глубиномер:

1 – основание; 2 – стебель; 3 – сменные измерительные стержни; 4 – барабан; 5 – микрометрический винт; 6 – корпус трещотки; 7 – трещотка; 8 – стопор; 9 – установочная мера

Микрометрический нутромер

Инструмент состоит из микрометрической головки 3, комплекта удлинителей 2 и измерительных наконечников 1 (рис. 17). На удлинителях размером 300 мм и более предусмотрены теплоизолирующие накладки 6. В комплект нутромера входит установочная мера 4.

Микрометрическая головка нутромера (рис. 18, а) состоит из стебля 3, в который запрессован наконечник 1. На цилиндрическую часть стебля запрессована гильза 6 с продольной (основной) шкалой. Левая часть отверстия в стебле служит гладкой направляющей для цилиндрического хвостовика микрометрического винта 5, перемещающегося в резьбовой части стебля микрометрической гайки. Зазоры в микрометрической паре регулируются в результате навинчивания регулировочной гайки 8 на разрезную часть стебля, имеющую наружную коническую резьбу. Барабан 7 устанавливается на цилиндрическую часть микрометрического винта 5 до упора в буртик (с правой стороны) и соединяется с винтом затяжной гайкой 9. Измерительные поверхности микрометрического винта 10 и измерительного

наконечника 1 – сферические. На конусе барабана 7 нанесена круговая шкала 11. Стопор фиксирует микрометрический винт в требуемом положении.

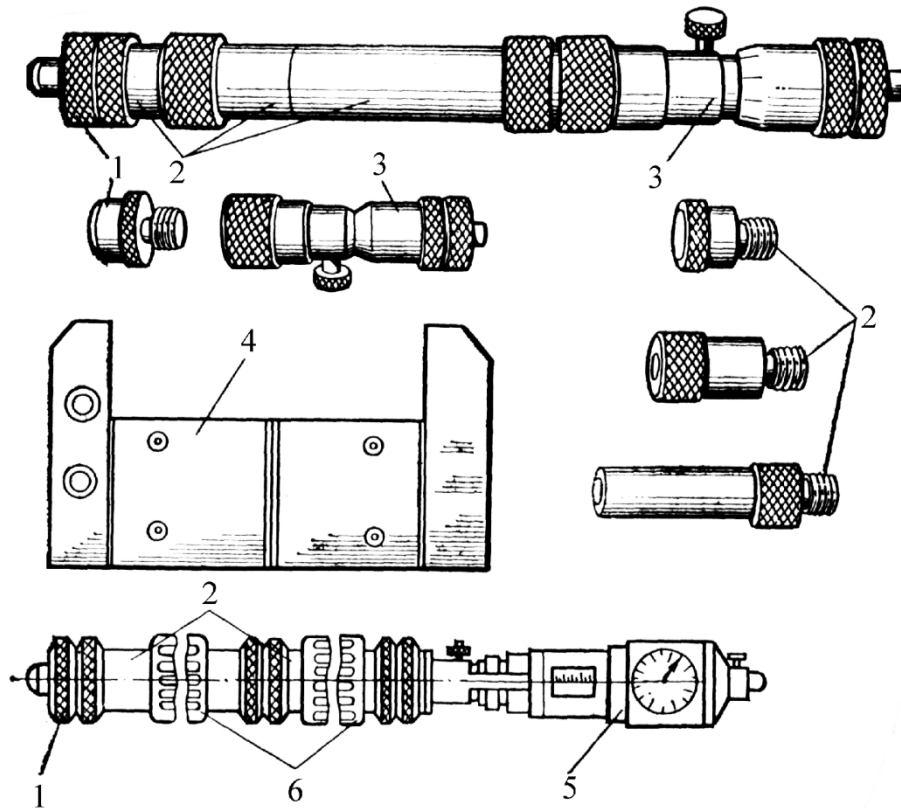


Рисунок 17 – Микрометрические нутромеры:

1 – наконечник; 2 – удлинитель; 3 – микрометрическая головка; 4 – мера установочная; 5 – головка микрометрическая; 6 – гильза

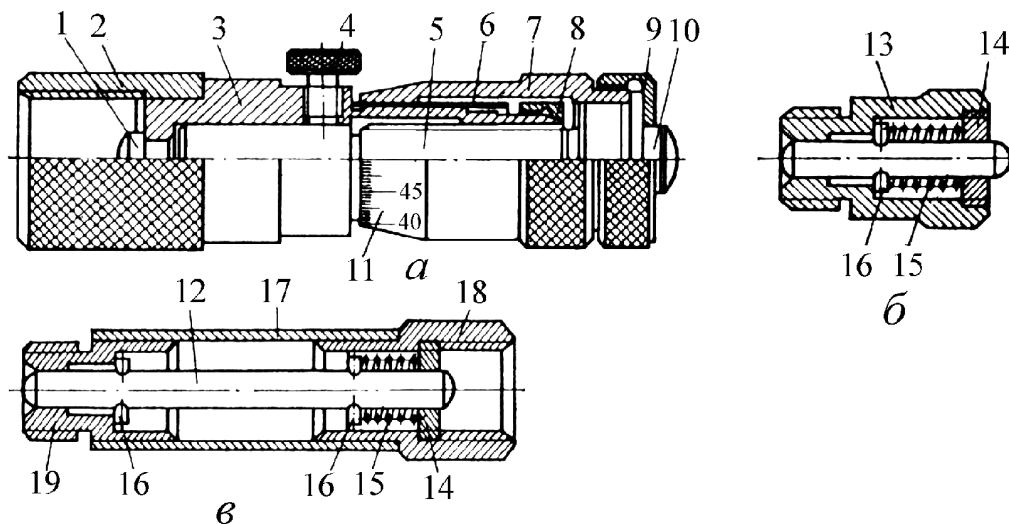


Рисунок 18 – Конструкция микрометрической головки нутромера (а), защитного наконечника (б), удлинителя (в): 1 – измерительный наконечник; 2 – муфта; 3 – стержень; 4 – стопор; 5 – микрометрический винт; 6 – гильза; 7 – барабан; 8 – регулировочная гайка; 9 – затяжная гайка; 10 – микрометрический винт; 11 – круговая шкала; 12 – стержень; 13 – корпус; 14 – гайка; 15 – пружина; 16 – штифт; 17 – трубка; 18 – муфта с внутренней резьбой; 19 – муфта с наружной резьбой

Измерительный наконечник (см. рис. 18, а) представляет собой стержень 12 со сферическими измерительными поверхностями, заключенными в корпус 13. Пружина 15 отжимает стержень внутрь корпуса. Штифт 16 и гайка 14 предохраняют стержень от выпадения из корпуса.

Удлинитель (рис. 18, в) – стержень 12 со сферическими измерительными поверхностями, находящийся в трубке 17. На концах трубки посажены муфты с наружной 19 и внутренней 18 резьбой. Пружина 15 отжимает стержень внутрь трубки, благодаря чему его измерительные поверхности защищаются от повреждения. Штифты 16 и гайка 14 предохраняют стержень от выпадения из трубки.

При свинчивании удлинителя с микрометрической головкой наконечник головки выталкивает стержень из муфты. При этом измерительные поверхности удлинителя и микрометрической головки соприкасаются под постоянным усилием, зависящим от жесткости пружины. Поскольку микрометрической головкой с удлинителем и удлинителями между собой происходит по сферическим поверхностям, неточности резьбы, по которым происходит соединение, не влияют на результаты измерений.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Задание на выполнение лабораторной работы включает следующие операции:

1. Изобразить чертеж детали с указанием всех измеряемых размеров.
2. Измерить линейные размеры микрометрическими инструментами и записать полученные данные в протокол измерений.
3. Определить абсолютную и относительную погрешности измеряемых размеров и занести их в протокол измерений.
4. Занести в протокол измерений основные метрологические характеристики инструментов, используемых при измерениях.
5. Сделать заключение о выполненной работе.
6. Предъявить полностью оформленный протокол измерений преподавателю для проверки и защиты лабораторной работы.

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ

Микрометр гладкий

Перед началом лабораторной работы необходимо проверить плавность хода микрометрического винта (перемещение должно быть плавным и без заедания) и правильность нулевого показания инструмента.

Проверка нулевого показания микрометра. Измерительные поверхности микрометрического винта и пятки необходимо соединить усилием трещотки (3–4 щелчка) непосредственно между собой (при пределах измерений 0–25 мм) или при помощи установочной меры (при пределах измерений 50 мм и более); при этом нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать первый штрих шкалы стебля (рис. 19).

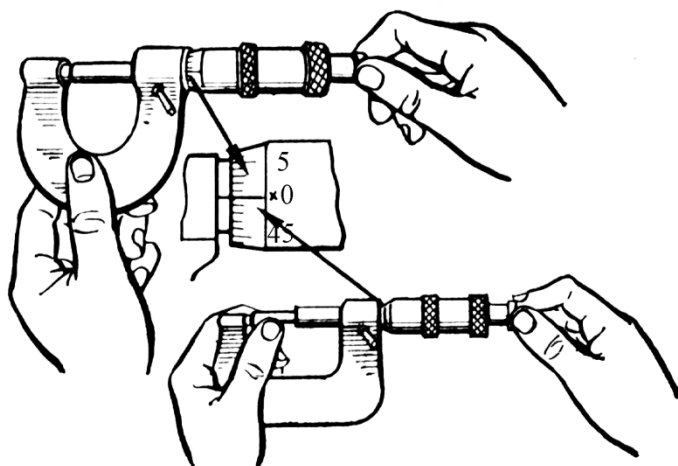


Рисунок 19 – Проверка нулевого показания микрометра

Микрометр с верхним пределом диапазона измерений свыше 300 мм перед проверкой нулевого показания устанавливается в необходимое положение переставной пяткой, причем в случае использования первой и третьей четвертей пределов измерений микрометра, установка на нуль производится по конечному штриху шкалы стебля, а при использовании второй и четвертой – по начальному штриху.

Для установки переставной пятки нулевой штрих барабана микрометра совмещается с соответствующим штрихом шкалы стебля; микрометрический винт закрепляется стопором; установочная мера помещается между измерительными поверхностями микрометрического винта и пяткой.

При проверке нулевого показания необходимо следить за тем, чтобы установочная мера была зажата между измерительными поверхностями без перекаса; торцевые поверхности установочной меры должны быть протерты чистой мягкой салфеткой.

Если при настройке на нуль показания микрометра неправильны (нулевой штрих барабана не совпадает с продольным штрихом стебля), его можно отрегулировать двумя способами в зависимости от конструкции инструмента:

1. Следует закрепить стопором микрометрический винт, приведенный в соприкосновение с установочной мерой под воздействием трещотки (рис. 20, а), придерживая левой рукой барабан, разъединить его с микрометрическим винтом (рис. 20, б) и отвернуть корпус трещотки на $1/3 - 1/2$ оборота (не следует отворачивать корпус совсем), а у микрометров с конусной посадочной поверхностью для барабана отжать его по оси микрометрического винта; поворотом барабана нулевой штрих круговой шкалы совместить с продольным штрихом стебля (рис. 20, в), при этом начальный штрих шкалы стебля должен быть виден целиком, но расстояние от торца конической части барабана до ближайшего края штриха не должно превышать 0,15 мм. После этого барабан закрепляется завинчиванием корпуса трещотки, стопор отжимается и производится проверка нулевого показания. При необходимости регулировка повторяется.

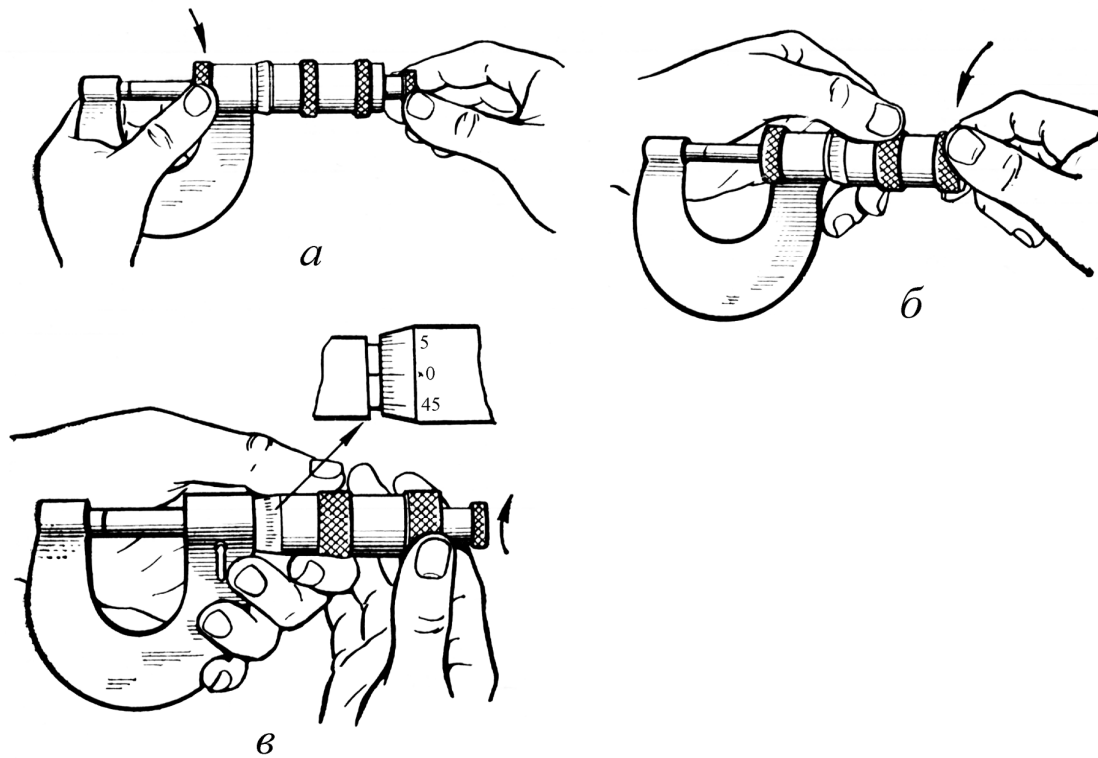


Рисунок 20 – Установка микрометра в нулевое положение

2. Привести в соприкосновение измерительные поверхности пятки и микрометрического винта между собой (при пределах измерений 0–25 мм) или с рабочими поверхностями установочной меры (при пределах измерений 50 мм и более) под воздействием трещотки и закрепить микрометрический винт стопорным винтом. Отвернув отверткой (ключом) регулировочный винт барабана, правой рукой подвести нулевое деление круговой шкалы барабана к нулевому делению продольной шкалы стебля и совместить их. После чего отверткой (ключом) завернуть регулировочный винт барабана до упора. Отвернув стопорный винт микрометрического винта, снять установочную меру и проверить нулевое показание. При необходимости регулировку повторить.

Последовательность действий при измерении. Микрометр следует взять за скобу левой рукой и, вращая правой рукой барабан против часовой стрелки, развести измерительные поверхности пятки и микрометрического винта на размер немного больше, чем размер измеряемой детали. Затем поместить деталь между измерительными поверхностями, слегка прижать пятку к измеряемой поверхности и, плавно вращая трещотку большим и указательным пальцами правой руки по часовой стрелке, довести микрометрический винт до соприкосновения с измеряемой деталью пока послышится характерный звук пощелкивания механизма трещотки (3–4 щелчка). Проверить покачиванием правильное положение измерительных поверхностей инструмента относительно детали (отсутствие перекоса), зафиксировать положение микрометрического винта стопором и прочесть показание микрометра.

Приемы измерений. При измерении микрометром деталей, закрепленных на станке, в приспособлении, в тисках или же установленных в призме, на столе, следует найти наиболее удобное положение для измерения. Важно, чтобы при зажатии измерительными поверхностями инструмента деталь не сдвигалась. Микрометр следует держать свободно, без напряжения в руках и таким образом, чтобы не было перекоса измерительных поверхностей инструмента по отношению к измеряемым поверхностям детали. При этом следует стремиться к тому, чтобы шкала стебля была со стороны измеряющего, т. е. инструмент устанавливается на детали так, чтобы хорошо была видна шкала и отсчет можно было сделать, не снимая микрометр с детали.

Если при измерении конфигурация детали не позволяет прочесть показания по инструменту, установленному на детали, то необходимо закрепить стопором микрометрический винт в момент начала его контакта с измеряемой деталью, осторожно снять микрометр и затем определить показания. Микрометр при этом следует держать только за скобу.

На рис. 21 показаны правильные приемы измерения микрометром различных деталей. При измерениях деталей, закрепленных в приспособлениях или установленных на призме, при горизонтальном положении оси микрометра (рис. 21, а, б, г) левой рукой поддерживают скобу посередине, слегка прижимая пятку к измеряемой поверхности.

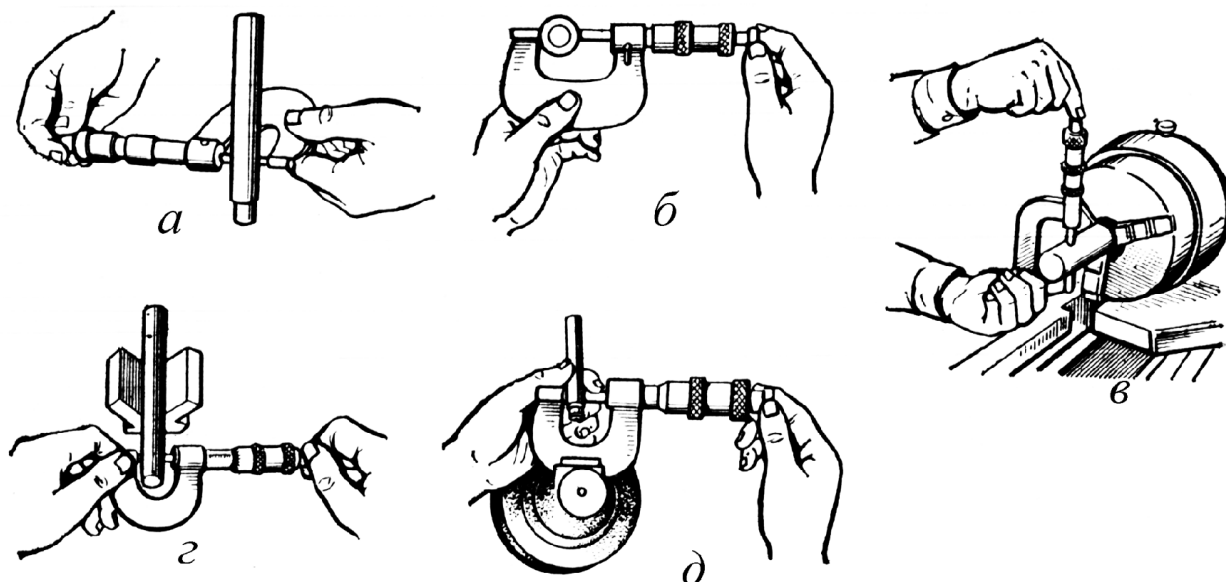


Рисунок 21 – Приемы правильного измерения микрометром деталей

В случае измерения деталей при вертикальном положении оси микрометра (рис. 21, в) левая рука должна поддерживать скобу снизу около пятки, чтобы масса микрометра воспринималась этой рукой, и слегка прижимать пятку к измеряемой поверхности детали.

При измерениях микрометром, закрепленном в стойке (рис. 21, д), левая рука должна находиться за скобой и захватывать деталь недалеко от микрометрического винта, слегка прижимая деталь к пятке. Такой прием измерения рекомендуется для деталей малых размеров. Скобу микрометра рекомендуется закреплять в стойке под углом 40–45°, так как это положение обеспечивает хорошую видимость шкалы стебля и удобство отсчета показаний.

При измерении незакрепленных деталей их лучше всего устанавливать на какое-либо основание. Цилиндрические детали рекомендуется укладывать на призму (рис. 21, г).

Отсчет показаний. При отсчете показаний микрометр необходимо держать прямо перед глазами, чтобы избежать искажений результатов измерений. Примеры отсчета показаний приведены на рис. 22.

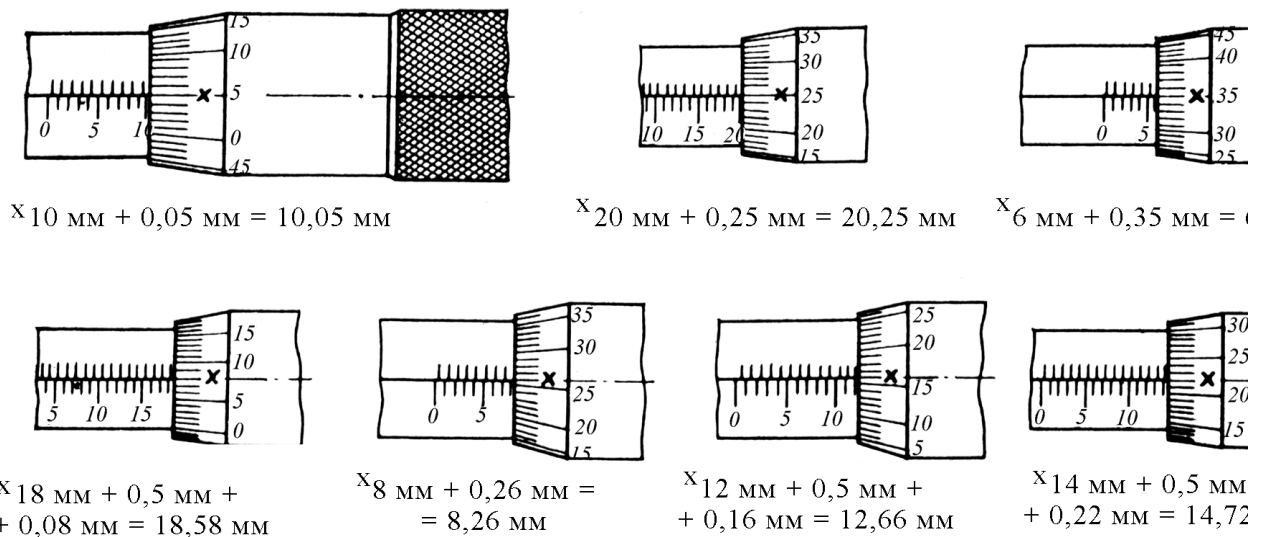


Рисунок 22 – Примеры отсчета показаний на микрометре

Отсчет показаний производится следующим образом. Число целых и половин миллиметров отсчитывается по основной шкале на стебле краем скоса барабана. Номер деления шкалы барабана, располагающегося против продольного штриха стебля, определяет число сотых и десятых долей миллиметра. Показания основной шкалы и шкалы барабана суммируются. Особого внимания требует отсчет размеров, в которых число сотых близко к 0 или 50. В итоге неправильного отсчета ошибка составляет полмиллиметра. Штрих на основной шкале (шкале стебля) учитывается в том случае, когда он вышел полностью из-под скоса барабана и имеется хоть и небольшой, но зазор с краем скоса. Используется следующая рекомендация, облегчающая выполнение отсчета. Штрих на шкале стебля учитывается тогда, когда нуль шкалы барабана перейдет за продольный штрих шкалы стебля при вращении барабана на измеряющего (номера штрихов шкалы барабана увеличиваются при вращении на измеряющего). Если этого перехода не будет, соответствующее деление на основной шкале не учитывается, хотя уже данный штрих виден.

В тех случаях, когда ни один из штрихов барабана не совпадает с продольным штрихом стебля, считается ближайший к этому штриху штрих барабана.

Микрометр с электронным отсчетом

Вращением барабана включить микрометр. Нажатием клавиши «inch/mm» (дюйм/мм) выбрать соответствующую систему измерений.

Совместить измерительные поверхности. Нажать клавишу «reset» для установки нулевой отметки. Произвести измерение детали.

Совместить измерительные поверхности, поместив между ними установочную меру (для микрометров с верхним пределом измерений более 25 мм). Нажать клавишу «reset» для установки начальной отметки. При необходимости изменения значения начальной отметки нажать одновременно клавиши «reset» и «+» («-»); затем, удерживая клавишу «+», изменить показания дисплея, например, на «25,000», зафиксировать полученную величину, нажав клавишу «reset». Произвести измерение детали.

Установка пределов поля допуска. Нажать клавишу «tol». На дисплее появится надпись «tol up». Вращением микрометрического винта установить верхнее значение поля допуска, например 12,000, нажать клавишу «tol», на дисплее появится надпись «tol down». Вращением микрометрического винта установить нижнее значение поля допуска, например 11,990, нажать кла-

При измерении основание микрометра прижимается левой рукой к верхней поверхности детали (рис. 23, в), а правой рукой с помощью трещотки доводится измерительный стержень до соприкосновения с другой поверхностью детали. Микрометрический винт вращается трещоткой, пока она не сделает 3–4 щелчка. После этого следует закрепить микрометрический винт стопором и прочесть показания.

При отсчете показаний необходимо иметь в виду, что у микрометра по сравнению с микрометром цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке, на стебле цифры увеличиваются справа налево, т. е. по направлению к основанию, а на барабане – по часовой стрелке (рис. 23, г).

Микрометрический нутромер

Правильность нулевого показания проверяется по установочной мере – скобе или по блоку концевых мер с боковичками (рис. 24). Размеры L и допустимые погрешности установочных мер указаны в табл. 2.

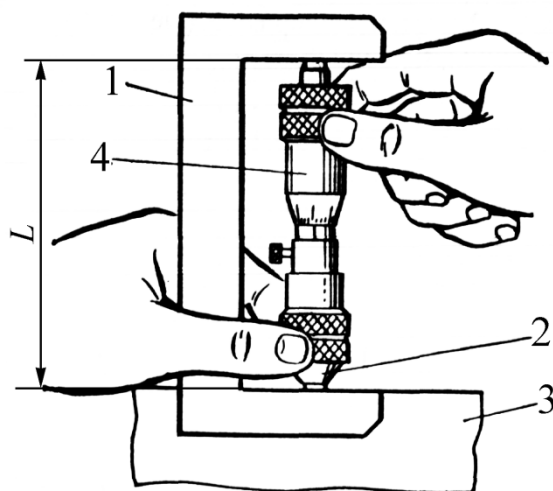


Рисунок 24 – Проверка нулевого показания микрометрического нутромера

Таблица 2 – Размеры L и допустимые погрешности установочных мер

Нижний предел измерений нутромера, мм	L , мм	Предел допустимой погрешности, мкм
50	63	$\pm 1,5$
75	75	$\pm 1,5$
150	150	$\pm 3,0$
600	150	$\pm 3,0$
1250	350	$\pm 6,0$
2500	350	$\pm 6,0$

Для проверки установочная мера 1 устанавливается винтом вертикально к стене футляра. Микрометрическая головка 4 соединяется с измерительным наконечником 2. Собранный нутромер для проверки нулевой установки помещается между измерительными поверхностями установочной меры.

Прижимая измерительный стержень наконечника левой рукой к нижней рабочей поверхности меры, правой рукой покачивая верхнюю часть микрометрической головки и одновременно вращая барабан, необходимо довести микрометрический винт до соприкосновения со второй измерительной поверхностью меры, найдя при этом кратчайшее расстояние между губками установочной меры. Измерительные поверхности должны при прекращении вращения барабана с небольшим трением касаться рабочих поверхностей меры. При этом нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля и отстоять от его края не более чем на 0,1 мм. Если штрихи не совпадают, то микрометрическую головку следует отрегулировать так же, как у гладкого микрометра.

После установки микрометрической головки с наконечником на нуль вывернуть наконечник из муфты микрометрической головки, соединить подобранные удлинители с микрометрической головкой и наконечником.

Для выбора удлинителей от проверяемого размера отнимается нужный предел измерения микрометрической головки с наконечником. Затем выбираются удлинители по размерам с таким расчетом, чтобы их количество было наименьшим (от большего к меньшему). Сумма нижнего предела измерения микрометрической головки с наконечником и удлинителей должна быть меньше требуемого размера, но не более чем на разность между пределами измерения микрометрической головки.

При соединении удлинителей следует к микрометрической головке присоединить самый длинный, а к нему в убывающем порядке – остальные. Такая последовательность соединения дает минимальное отклонение оси от набора и поэтому наименьшую погрешность измерения. При соединении отдельных деталей и сборочных единиц нутромера необходимо плотно затягивать контактные торцы, не допуская их перемещения друг относительно друга.

Измерение диаметра отверстия нутромером выполняется следующим образом. Нутромер ориентировочно устанавливается на заданный размер и вводится в отверстие. Установив и зажав один наконечник нутромера левой рукой, добиваются соприкосновения второго измерительного наконечника с противоположной точкой отверстия. Правильное положение нутромера находится путем легкого покачивания в поперечном и осевом направлениях одновременно с вращением барабана (рис. 25) при контактировании измерительных поверхностей и детали с небольшим трением без нажима. Как только пальцы начинают скользить по накатке барабана, вращение необходимо прекратить. Центр качания должен располагаться в точке качания сферической измерительной поверхности стержня наконечника с поверхностью детали.

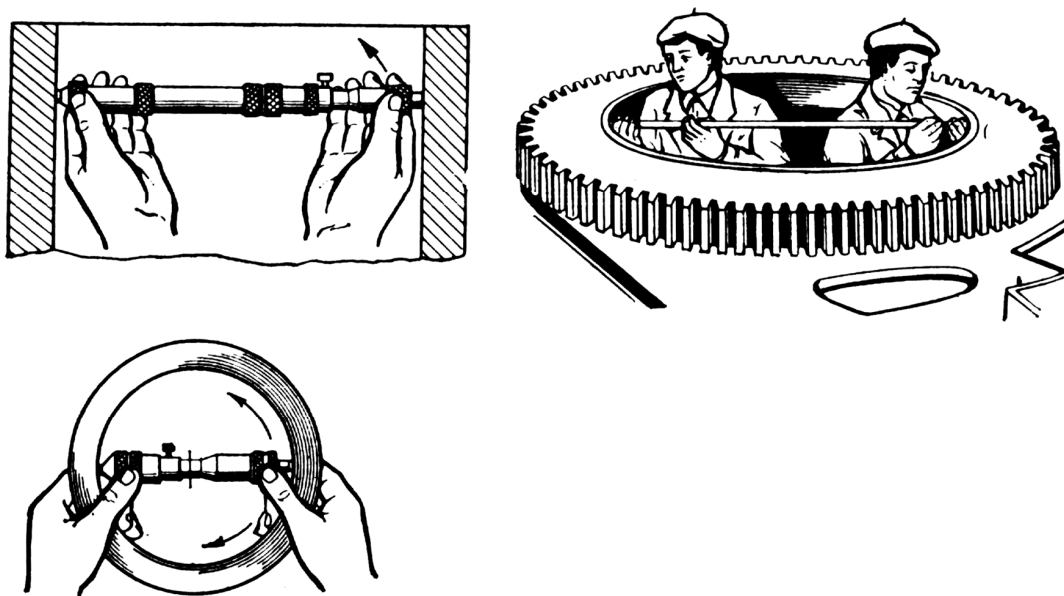


Рисунок 25 – Приемы измерения отверстий микрометрическим нутромером

При измерении цилиндрического отверстия линия измерения должна быть наибольшим размером в плоскости, перпендикулярной к оси отверстия, и наименьшим – в плоскости, проходящей через ось.

При измерении расстояния между параллельными плоскостями правильное положение измерительных поверхностей (без перекоса) соответствует наименьшему показанию.

Показания микрометрического нутромера читаются так: к наименьшему предельному размеру микрометрической головки прибавляются показания на стебле (целые миллиметры

отсчитывают краем скола барабана по верхней шкале стебля, полумиллиметры – по нижней), затем показания круговой шкалы (по порядковому номеру штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля) и размеры удлинителей (рис. 26).

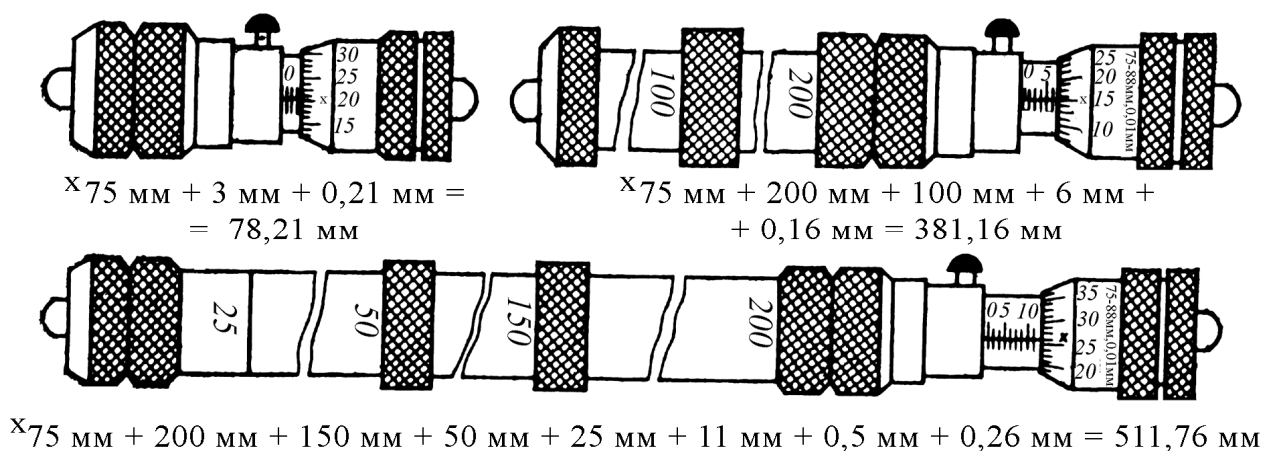


Рисунок 26 – Отсчет показаний на микрометрическом нутромере

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Результаты выполнения лабораторной работы представить в виде чертежа измеряемой детали, таблицы с результатами измерений, расчетов абсолютной и относительной погрешностей и метрологических характеристик инструментов, используемых в работе, заключения.

Пример отчета приведен ниже (рис. 27, табл. 3).

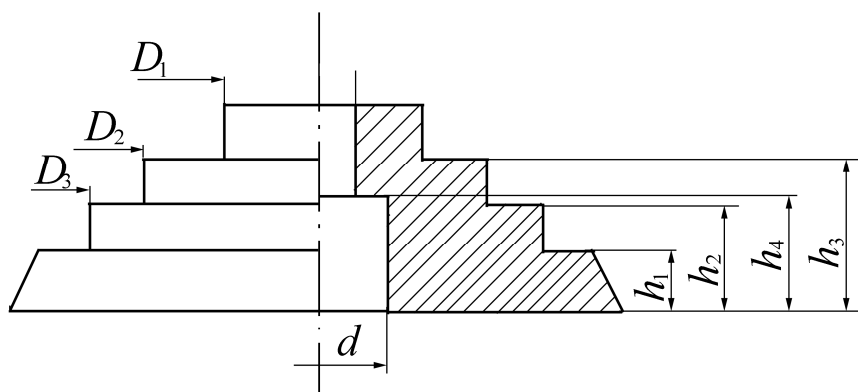


Рисунок 27 – Измеряемая деталь

При измерениях детали необходимо:

1. Микрометрами гладкими, с электронным отсчетом и микрометрическим нутромером выполнять замеры в двух взаимно перпендикулярных плоскостях одного сечения (замеры I–I и II–II).

2. Микрометрическим глубиномером замеры выполнять в одной плоскости сначала одной, а затем другой стороны детали.

Таблица 3 – Протокол измерений

№ п/п	Инструмент	Измеряемый размер	Значения размера, мм		Величина абсолютной погрешности, мм	Величина относительной погрешности	Основные метрологические характеристики инструментов
			I–I	II–II			
1.	Микрометр	D_1					
			()	()			
		D_2					
			()	()			
		D_3					
			()	()			
		h_1					
()	()						
h_2							
	()	()					
h_3							
	()	()					
2.	Глубиномер микрометрический	h_4					
3.	Нутромер микрометрический	d					
Примечание. Размеры в скобках для микрометров с электронным отсчетом.							

После окончания измерений определяют абсолютную и относительную погрешности, заносят в протокол значения основных метрологических характеристик микрометрических инструментов аналогично лабораторной работе № 1.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Объясните устройство и принцип работы:
 - микрометра гладкого;
 - микрометра с электронным отсчетом;
 - глубиномера микрометрического;
 - нутромера микрометрического.
- Какие методы измерений применяются при использовании микрометрических инструментов?
- Охарактеризуйте понятия:
 - диапазон измерений инструмента;
 - длина деления шкалы;
 - цена деления шкалы.
- Из каких составляющих складывается инструментальная погрешность микрометра, глубиномера микрометрического, нутромера микрометрического?
- Как проверить и отрегулировать микрометр, глубиномер микрометрический нутромер микрометрический?
- Почему диапазон измерения микрометра не превышает 25 мм?
- Можно ли отрегулировать измерительное усилие в микрометрических инструментах? Если можно, то каким образом?

8. Как правильно измерить диаметр отверстия микрометрическим нутромером?
9. Чем создается измерительное усилие в микрометрических инструментах? Какова его величина?
10. Как будет выглядеть шкала микрометра, если шаг микровинта $P = 1$ мм, цена деления на барабане $0,02$ мм?
11. Можно ли проводить замеры микрометрическими инструментами при отказе трещотки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

4 ЧАСА

**Измерения с помощью
рычажно-механических приборов**

Цель работы: практически ознакомиться с устройством и приемами измерений рычажно-механическими приборами, определить погрешности формы, расположения поверхностей, суммарные отклонения, а также величину износа деталей машин, бывших в эксплуатации.

Задачи работы:

1. Изучить устройство, овладеть правильными приемами измерений индикаторным электронным нутромером, индикаторной скобой, индикаторной головкой часового типа электронного индикатором и биениемером.

2. Научиться определять отклонения формы, расположения поверхностей, суммарные отклонения цилиндрических и призматических деталей.

Обеспечивающие средства: детали измеряемые, нутромер индикаторный, скоба индикаторная, индикатор часового типа, электронный индикатор, биениемер.

**ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ
РЫЧАЖНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ. ТИПЫ, НАЗНАЧЕНИЕ****Общая характеристика
рычажно-механических приборов**

Рычажно-механическими называют приборы, в которых малому перемещению измерительного наконечника соответствует большое перемещение стрелки прибора. Преобразование движения в приборах этого типа достигается использованием рычажных, зубчатых или пружинных передач.

Рычажно-механические приборы предназначены для сравнительных точных измерений линейных величин, погрешностей формы и взаимного расположения (цена делений приборов от 0,01 до 0,001 мм). Некоторые из них при установке на нуль требуют применения концевых мер (плиток), т. к. измерения в этом случае производятся сравнительным методом. Суть его заключается в том, что по заданному размеру с учетом допустимых отклонений вначале набирается блок концевых мер, по которому затем устанавливается на нуль рычажно-механический прибор. Если же размер детали не задан, то его предварительно определяют каким-нибудь грубым средством измерения, например, штангенциркулем с нониусным отсчетом.

При выполнении лабораторной работы с использованием концевых мер выполняется установка на нуль приборов, основанных на сравнительных методах измерения (регулировка прибора, благодаря которой отсчетная стрелка совмещается с нулевым делением шкалы при соприкосновении измерительных поверхностей прибора с установочной мерой). Концевые меры изготавливаются в виде прямоугольных плиток или цилиндрических стержней. С помощью концевых мер длины производится установка, градуирование и проверка измерительных приборов, а также непосредственное измерение и разметка деталей. В связи с высокой чистотой обработки измерительные поверхности плиток обладают свойством притираемости, т. е. способностью прочного сцепления между собой при надвигании одной плитки на другую под небольшим усилием. Это свойство позволяет составлять блоки из нескольких плиток разных размеров для получения требуемой величины.

Концевые меры изготавливаются в виде наборов, состоящих из 87, 42 и другого количества плиток. Наборы комплектуются так, чтобы можно было получить блоки плиток любой величины в пределах набора с точностью до 0,005 мм. При необходимости можно иметь размеры кратно 1 мкм, к основным наборам комплектуются микронные наборы, состоящие из 9 мер следующих размеров: 1,001; 1,002; 1,003 и т. д. до 1,009 мм (через 0,001 мм). Для

выполнения различных измерений и разметки с помощью концевых мер выпускаются наборы принадлежностей к ним.

При составлении блоков из концевых мер необходимо стремиться к тому, чтобы они состояли из возможно меньшего числа плиток. Составлять блок более чем из пяти мер не рекомендуется.

Рассчитывая размеры концевых плоскопараллельных мер длины для составления их в блоки, следует учитывать имеющиеся в наборе размеры концевых мер. Первой берется та мера, размер которой совпадает одной или несколькими последними цифрами с составляемым размером. Затем из размера блока вычитается размер выбранной меры и берется вторая мера, совпадающая несколькими или одной последней цифрой с остатком.

При этом необходимо обращать внимание на следующее обстоятельство: целесообразнее вторую меру взять такой, чтобы в десятых долях миллиметра оставались цифры 5 или 0. Это позволит составить блок из меньшего числа мер, чем когда исключена последняя значащая цифра.

Пример. Необходимо составить блок концевых мер для размера 59,965 мм из набора № 1 (83 концевые меры).

Вариант 1		Вариант 2	
1-я мера	1,005 мм	1-я мера	1,005 мм
Остаток	58,96 мм	Остаток	58,96 мм
2-я мера	1,460 мм	2-я мера	1,060 мм
Остаток	57,50 мм	Остаток	57,90 мм
3-я мера	7,500 мм	3-я мера	1,900 мм
Остаток	50,00 мм	Остаток	56,00 мм
4-я мера	50,000 мм	4-я мера	6,000 мм
		Остаток	50,00 мм
		5-я мера	50,000 мм
Проверка: 1,005 + 1,460 + 7,500 + 50,000 = = 59,965 мм		Проверка: 1,005 + 1,060 + 1,900 + 6,000 + 50,000 = = 59,965 мм	

Подбор блока по 2-му варианту займет больше времени, а точность размера будет ниже вследствие увеличения числа мер.

При составлении блока мер концевые меры очищаются от смазки, промываются авиационным бензином и протираются насухо чистой сухой салфеткой из мягкой льняной или хлопчатобумажной ткани. Притирка мер осуществляется следующим образом. Одна из мер накладывается на вторую примерно на треть длины рабочей поверхности. Затем, не касаясь пальцами притираемых поверхностей, следует слегка прижать и медленно продвинуть меры до полного контакта рабочих поверхностей (рис. 28, а). Концевые меры можно притирать и другим способом. Меньшую меру накладывают на большую и с небольшим нажимом поворачивают их одну относительно другой до полного совмещения измерительных поверхностей (рис. 28, б). Меры считаются притертыми, если блок не разъединяется под действием собственной массы (рис. 28, в). К блоку из двух мер таким же образом притирается третья, четвертая и т.д. Притирку мер в блок необходимо выполнять в определенной последовательности: вначале притираются между собой меры малых размеров, далее блок притирается к мере среднего размера, а затем этот собранный блок – к мере большого размера.

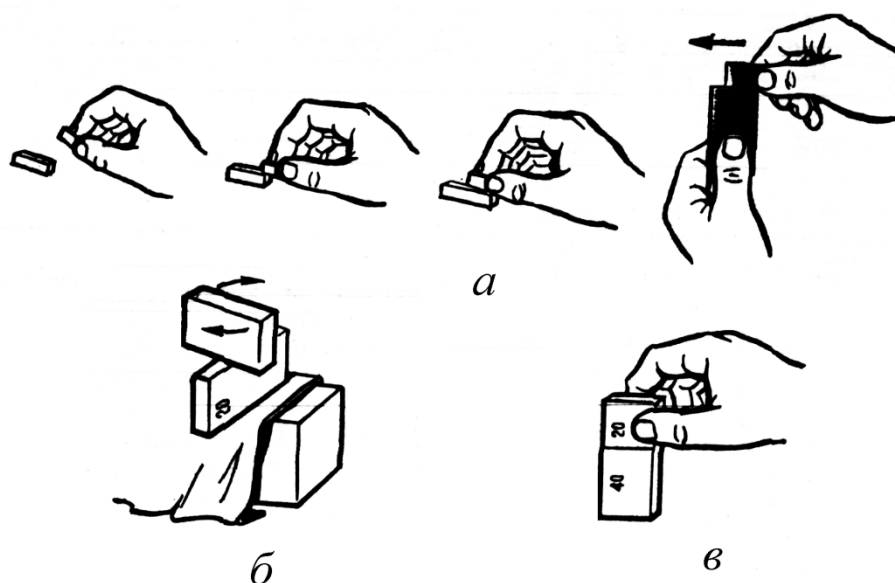


Рисунок 28 – Притирка концевых мер в блок

При составлении блоков необходимо соблюдать особую осторожность. Малейшая небрежность может привести не только к ненадежному сцеплению мер в блоке, но и к быстрой порче и выходу мер из эксплуатации.

Чтобы избежать быстрого износа и повреждения рабочих поверхностей концевых мер и лишней раз их не промывать, при работе с мерами следует выполнять следующие мероприятия:

1. Точно определять, каким набором и какого класса точности можно пользоваться. Так, не следует применять меры 2-го класса точности там, где можно работать мерами 3-го класса.
2. Не допускать лишних движений мер при притирке, приводящих к более быстрому износу.
3. Меры необходимо брать только за нерабочие поверхности.
4. Меры укладывать на сухую деревянную поверхность, покрытую замшей или чистой бумагой.
5. Не оставлять меры в притертом состоянии дольше, чем это необходимо, чтобы избежать образования коррозии на их измерительных поверхностях.
6. При обнаружении на измерительной поверхности меры царапин, заусениц, забоев ее следует изъять из употребления во избежание порчи других мер.
7. Обеспечивать максимальную чистоту измеряемых с помощью концевых мер деталей, очищая их от пыли чистой мягкой тканью (салфетками).

К рычажно-измерительным приборам относят измерительные головки, скобы с отсчетным устройством, индикаторные глубиномеры и нутромеры.

Группу измерительных головок составляют зубчатые измерительные головки (индикаторы часового типа ГОСТ 577-68, рычажно-зубчатые индикаторы ГОСТ 5584-75, многооборотные ГОСТ 9696-82, рычажно-зубчатые бокового действия ГОСТ 28798-90Е, рычажно-зубчатые ГОСТ 18833-73, пружинные (микрораторы) ГОСТ 28798-90Е, пружинные малогабаритные (микаторы) ГОСТ 28798-90Е, рычажно-пружинные (миникаторы) ГОСТ 28798-90Е.

В приложении В приведены характеристики основных типов выпускаемых в настоящее время рычажно-измерительных головок.

В приложении Г приведена характеристика изготавливаемых инструментальной промышленностью скоб с отсчетным устройством по ГОСТ 11098-75.

В приложении Д приведены характеристики глубиномеров индикаторных ГОСТ 7661-67 и нутромеров индикаторных по ГОСТ 868-82 и ГОСТ 9244-75.

Зубчатые измерительные головки
(индикаторы часового типа)

Конструкция индикатора часового типа представлена на рис. 29, а, кинематическая схема – на рис. 29, б. Индикатор работает по следующему принципу. Измерительный стержень 2 с измерительным наконечником 1 перемещается в процессе измерения в направляющей втулке 6 и гильзе 3, которые запрессованы в корпус 7. На стержне нарезана зубчатая рейка 20, которая поворачивает триб 12 ($z = 16$). Трибом в приборостроении называют зубчатое колесо с числом зубьев $z \leq 18$. Зубчатое колесо 11 ($z = 100$), установленное на одной оси с трибом 12, передает вращение трибу 13 ($z = 10$), на оси которого закреплена основная стрелка 10 (для отсчета сотых долей миллиметра). Весь измерительный механизм собран на плате 24 с помощью мостов 23 на колонках 22.

Кинематическое замыкание измерительной цепи индикатора обеспечивается спиральной пружиной 15, устраняющей мертвый ход в зубчатой передаче. Пружина одним концом закреплена на оси зубчатого колеса 14, находящегося в зацеплении с трибом 13, а другим – на плате 24.

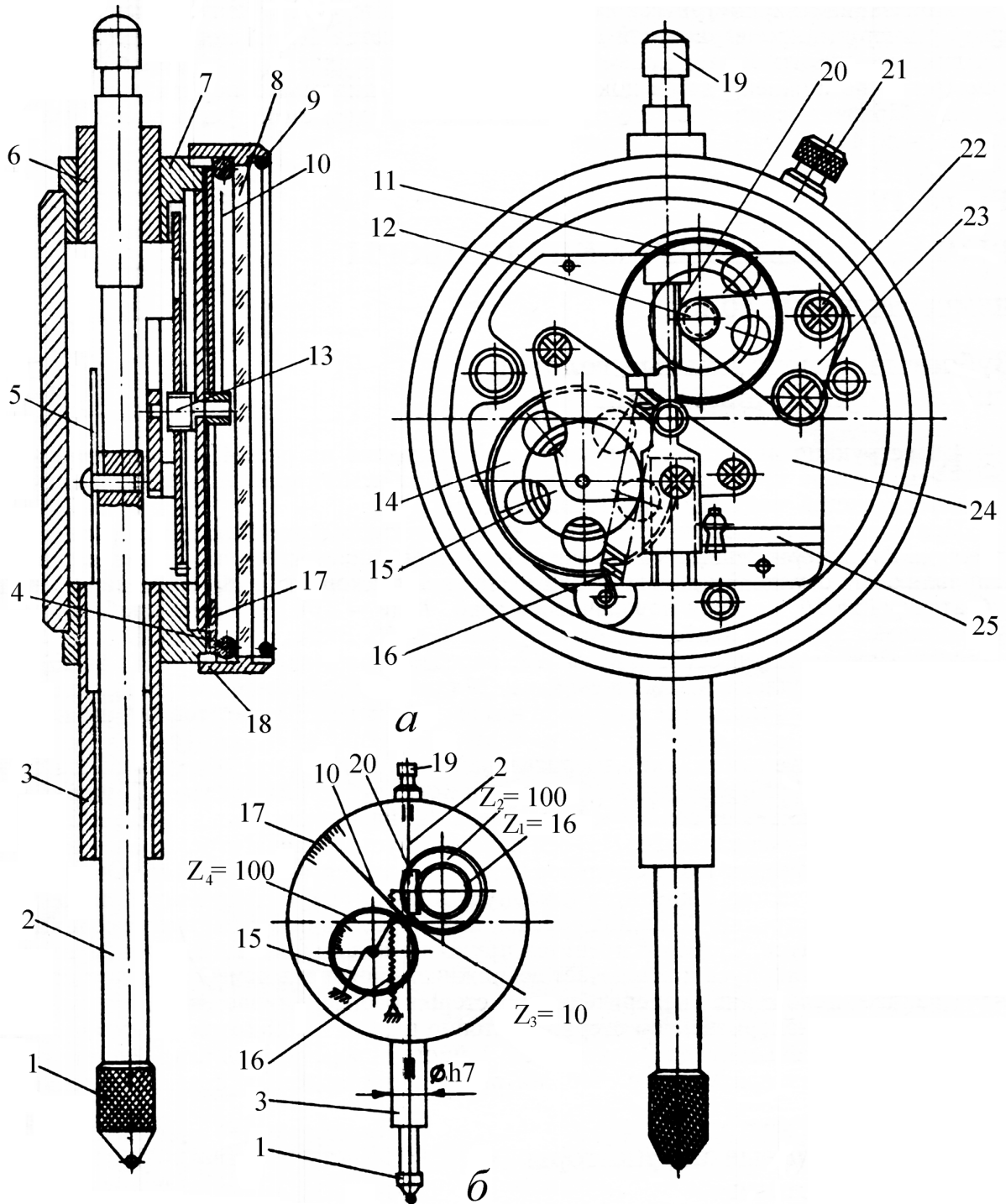


Рисунок 29 – Конструкция (а) и кинематическая схема (б) индикатора часового типа:
 1 – наконечник измерительный; 2 – стержень измерительный; 3 – гильза; 4 – пружина; 5 –
 накладка; 6 – втулка направляющая; 7 – корпус; 8 – стекло; 9 – кольцо пружинное; 10 –
 стрелка; 11 – колесо зубчатое; 12, 13 – триб; 14 – колесо зубчатое; 15 – пружина спиральная;
 16 – пружина; 17 – шкала; 18 – ободок; 19 – головка; 20 – рейка зубчатая; 21 – стопор шка-
 лы; 22 – колонка; 23 – мост; 24 – плата; 25 – штифт

Измерительное усилие создается пружиной 16. Ободок 18 со шкалой 17 и стеклом 18 крепится к корпусу индикатора 7 специальной пружиной 4. Для установки стрелки на ноль ободок может поворачиваться со шкалой относительно корпуса. Стекло 8 крепится пружинным кольцом 9. Штифт 25 входит в продольный паз корпуса и исключает возможность поворота измерительного стержня. Крайнее положение измерительного стержня ограничивается

накладкой 5, закрепленной на измерительном стержне. Стопор шкалы 21 фиксирует ее в нужном положении и тем самым предохраняет от случайного поворота. Головка 19 предназначена для отвода измерительного стержня при установке детали под измерительный накопчик.

Электронные индикаторы

Конструкция электронного индикатора представлена на рис. 30.

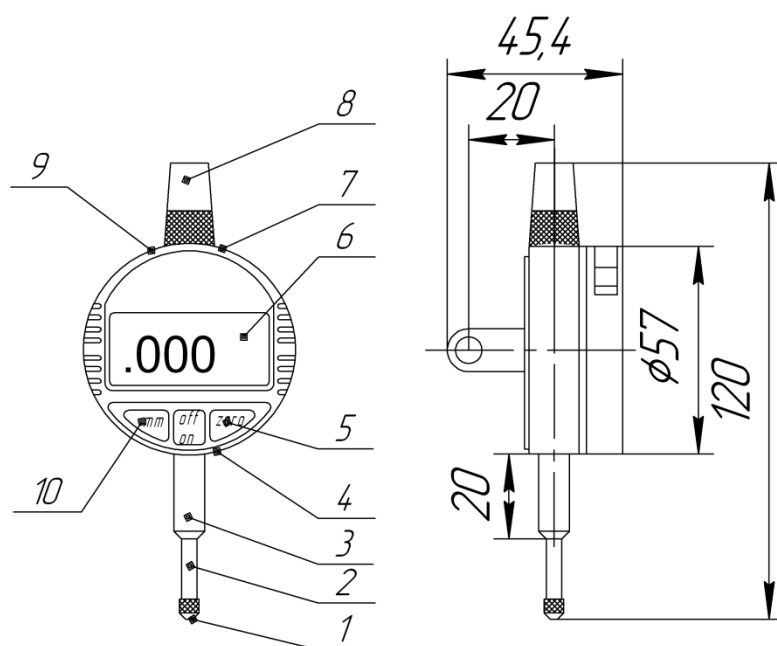


Рисунок 30 – Электронный индикатор:

1 – точка контакта; 2 – шпindel; 3 – диаметр крепления; 4 – кнопка «вкл/выкл»; 5 – установка нуля; 6 – ЖК экран; 7 – выходной интерфейс; 8 – противопылевой колпачок; 9 – отсек батареи; 10 – переключатель систем измерения дюйм./метрич.; 11 – плоская задняя крышка

Скоба индикаторная

Предназначена для точных измерений наружных размеров деталей. Конструкция индикаторной скобы представлена на рис. 31. Основным элементом скобы является корпус 1, на одном конце которого с помощью зажима 2 установлена переставная пятка 4 с колпачком 3. На другом конце корпуса 1 установлена измерительная головка (индикатор часового типа) 8 с кожухом 9 подвижная пятка 7, которого перемещается в направляющем отверстии корпуса 1 и соединяется с арретиром 11.

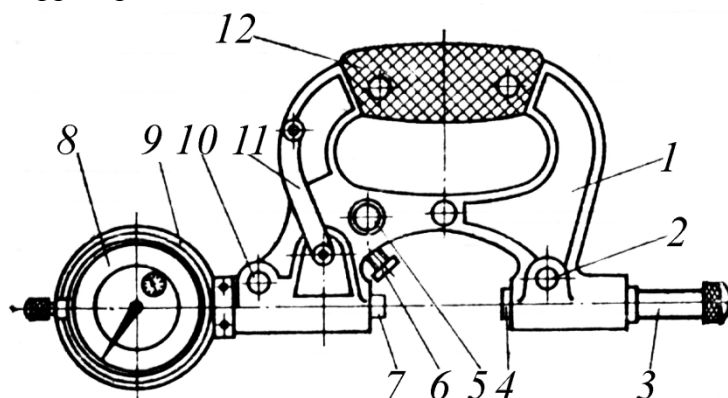


Рисунок 31 – Индикаторная скоба:

1 – корпус; 2 – зажим переставной пятки; 3 – колпачок; 4 – переставная пятка; 5 – зажим упора; 6 – упор; 7 – подвижная пятка; 8 – измерительная головка (индикатор часового типа); 9 – кожух; 10 – зажим индикатора; 11 – арретир; 12 – теплоизоляционная накладка

Измерительная головка крепится к корпусу с помощью зажима 10. Упор 5 с зажимом 6 необходим для облегчения измерений. Теплоизоляционные накладки 12 необходимы для того, чтобы тепло руки измеряющего не оказывало влияния на результат измерений.

Нутромер индикаторный

Предназначен для измерения внутренних размеров деталей. Конструкция нутромера с пределами измерений свыше 100 до 160 мм представлена на рис. 32.

Индикаторный нутромер представляет собой совокупность индикатора часового типа (рычажно-зубчатого) с системой нутромера.

Индикатор 1 установлен в корпусе нутромера 2. В измерительную головку 5 ввернут сменный неподвижный наконечник 8, соответствующий диаметру измеряемого отверстия.

Подвижный наконечник 9 через коленчатый рычаг 6 и шток 4 связан с измерительным стержнем индикатора 1. Контакт между ними обеспечивается пружиной 12. Для правильной ориентации прибора в горизонтальной плоскости измеряемого отверстия служит центрирующий мостик 11.

При измерении подвижный наконечник прибора одним торцом упирается в коленчатый рычаг 6, а вторым – касается поверхности измеряемого отверстия, воспринимая отклонения последнего от установочного размера. При этом коленчатый рычаг перемещает шток 4, который передает движение измерительному стержню индикатора. Таким образом, незначительное нажатие на подвижный наконечник 9 будет отмечаться поворотом стрелки индикатора. Так как плечи рычага 6 одинаковы, то цена деления индикатора сохраняется без изменения. Для изоляции прибора от температуры рук, рукоятка 3 выполняется из нетеплопроводных материалов.

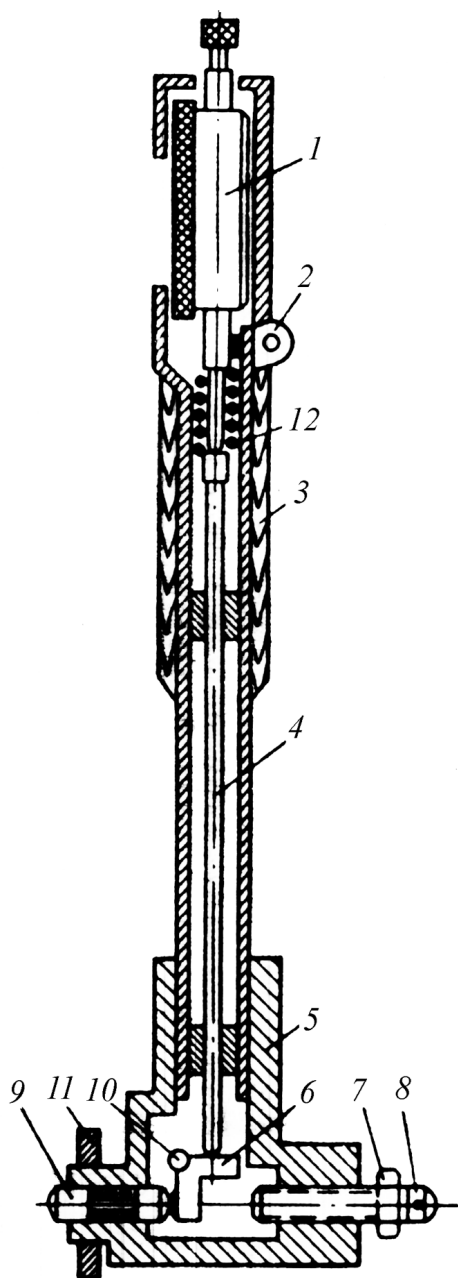


Рисунок 32 – Индикаторный нутромер:
 1 – индикатор часового типа; 2 – корпус нутромера; 3 – рукоятка; 4 – шток; 5 – головка измерительная; 6 – рычаг коленчатый; 7 – гайка стопорная; 8 – наконечник неподвижный; 9 – наконечник подвижный; 10 – шарик контактный; 11 – мостик центрирующий; 12 – пружина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Задание на выполнение лабораторной работы включает следующие операции:

1. Изобразить чертежи деталей при измерениях индикаторным нутромером, индикаторной скобой и биениемером с индикатором часового типа с указанием измеряемых размеров.
2. Измерить размеры деталей, записать полученные данные в протоколе измерений, занести в протоколы измерений основные метрологические характеристики приборов, используемых при измерениях.
3. Сделать заключение о выполненной лабораторной работе.
4. Предъявить полностью оформленные протоколы измерений преподавателю для проверки и защиты лабораторной работы.

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ
Нутромер индикаторный

Индикатор устанавливается в нутромере таким образом, чтобы использовался нормированный участок, находящийся в пределах второго оборота. Переместив от руки 2–3 раза подвижный измерительный стержень нутромера, необходимо убедиться в стабильной установке стрелки индикатора, отсутствии неплавности ее вращения, хода и заедания измерительного стержня.

Для определения номинального значения измеряемого отверстия, последнее измеряется штангенциркулем и полученный результат округляется до целого миллиметра.

В зависимости от размера измеряемой детали выбирается сменный измерительный стержень и предварительно закрепляется в головке нутромера ввинчиванием его в гнездо.

Прибор устанавливается на заданный размер (в нулевое положение) одним из трех способов: по аттестованному калибру-кольцу (рис. 33, а), по блоку плоскопараллельных концевых мер длины заданного размера, притертому к двум боковикам и закрепленному в державке (рис. 33, б); по микрометру, установленному на заданный размер и закрепленному в стойке (рис. 33, в).

При установке нутромера по аттестованному установочному кольцу центрирующий мостик необходимо поджать и нутромер осторожно ввести в кольцо с таким расчетом, чтобы линия измерения совпадала с отмеченным осевым сечением кольца, размер которого известен заранее. При установке нутромера по блоку концевых мер (или микрометру) измерительные поверхности нутромера устанавливаются между боковиками (измерительными поверхностями микрометра).

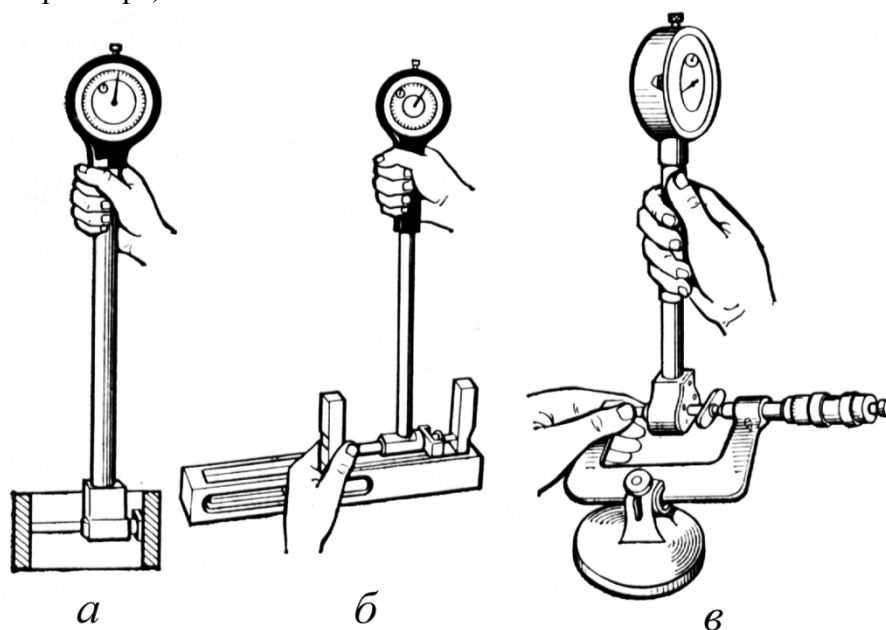


Рисунок 33 – Установка индикаторного нутромера на размер по калибру-кольцу (а), блоку плоскопараллельных концевых мер (б), микрометру (в)

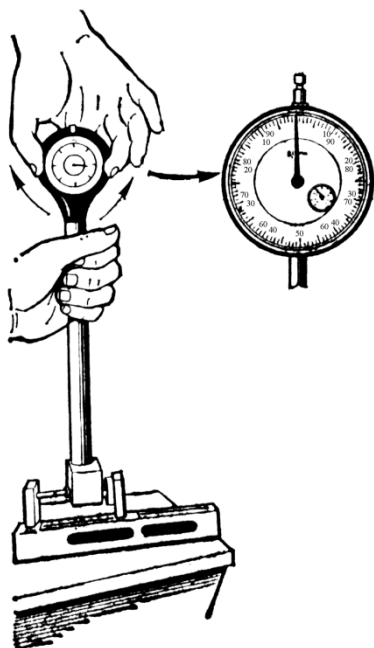


Рисунок 34 – Установка шкалы индикаторного нутромера на нуль

У нутромеров, конструкция которых предусматривает фиксацию положения сменного измерительного стержня контргайкой, вращением сменного измерительного стержня измерительные поверхности нутромера доводятся до соприкосновения с установочным образцом. Закреплять окончательно сменный измерительный стержень необходимо с учетом нормированного участка индикатора.

Покачивая нутромер в плоскости осевого сечения, следует найти предельную точку движения часовой стрелки и, вращая шкалу за ободок, совместить нулевой штрих шкалы со стрелкой (рис. 34).

При измерении нутромер наклоняется и нажимом на центрирующий мостик и подвижный измерительный стержень осторожно, без ударов о стенки детали, вводится в измерительное отверстие. Установка нутромера перпендикулярно оси отверстия (рис. 35, а) осуществляется небольшим покачиванием нутромера относительно детали для нахождения наименьшего размера при отсутствии перекоса (крайнее положение стрелки индикатора при ее движении по часовой стрелке). Далее определяется отклонение от размера, на который был установлен индикаторный нутромер. Действительный размер измеряемой детали будет равен сумме блока концевых мер длины и показания прибора с учетом знака этого показания (рис. 35, б). При определении знака следует помнить, что отклонение стрелки от нуля в направлении движения часовой стрелки указывает на уменьшение размера (отклонение берется со знаком минус), а отклонение в направлении против движения часовой стрелки указывает на увеличение размера (отклонение берется со знаком плюс).

Измерения проводят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Диаметр отверстия равен алгебраической сумме установочной меры и показания прибора. Половина алгебраической разности между показаниями индикатора по двум взаимно перпендикулярным диаметрам характеризуют отклонение от круглости, полуразность показаний вдоль от отверстия указывает на величину погрешности продольного сечения, а расположения максимальной ее величины – на ее форму.

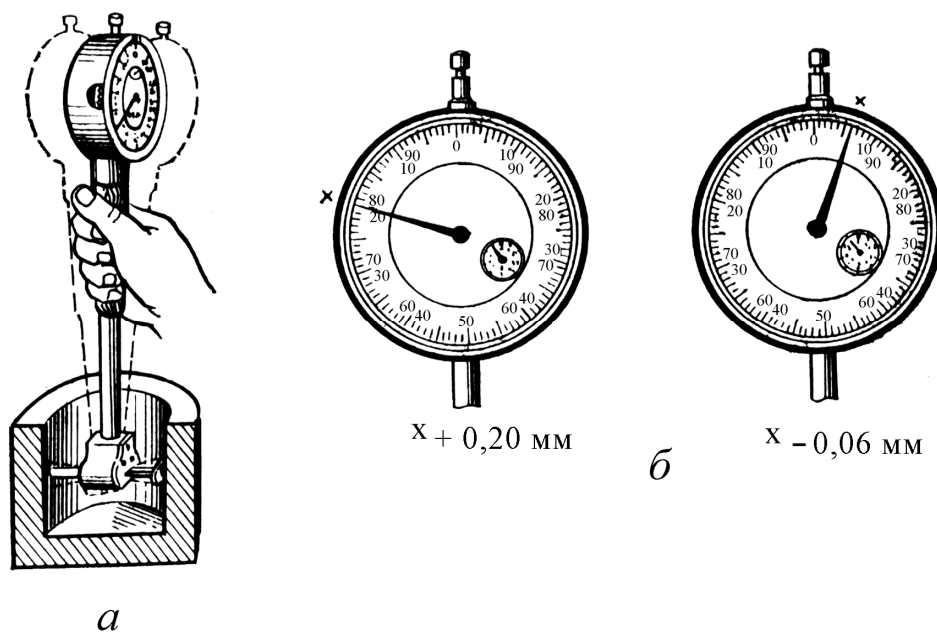


Рисунок 35 – Измерение детали индикаторным нутромером (а) и примеры отсчета показаний (б)

Скоба индикаторная

Перед началом измерений выполняется настройка скобы по блоку плоскопараллельных концевых мер, размер которого равен номинальному значению измеряемой детали. Для этого необходимо отвинтить стопорную гайку зажима переставной пятки и колпачок. Нажимом руки развести измерительные поверхности пяток на размер, больше размера блока концевых мер. Затем поместить блок концевых мер между измерительными поверхностями подвижной и переставной пяток. Переставную пятку привести в соприкосновение с поверхностью меры так, чтобы при измерениях использовался нормированный участок, находящийся в пределах второго оборота, а стрелка индикатора приблизительно установилась на нуль. После установки скобы на размер положение переставной пятки зафиксировать зажимом и закрыть ее колпачком, который предохраняет ее от повреждений и загрязнений. После этого поворотом ободка совместить нулевой штрих основной шкалы индикатора со стрелкой (рис. 36).

Затем следует проверить постоянство показаний, для чего необходимо при помощи арретира 2–3 раза отвести подвижную пятку и затем осторожно опустить ее до соприкосновения с поверхностью концевой меры. Если при этом стрелка индикатора не займет нулевого положения, то снова поворотом ободка совместить с ней нулевой штрих шкалы. После этого удалить блок концевых мер, отводя подвижную пятку арретиром, чтобы не повредить измеряемые поверхности концевых мер и пяток скобы.

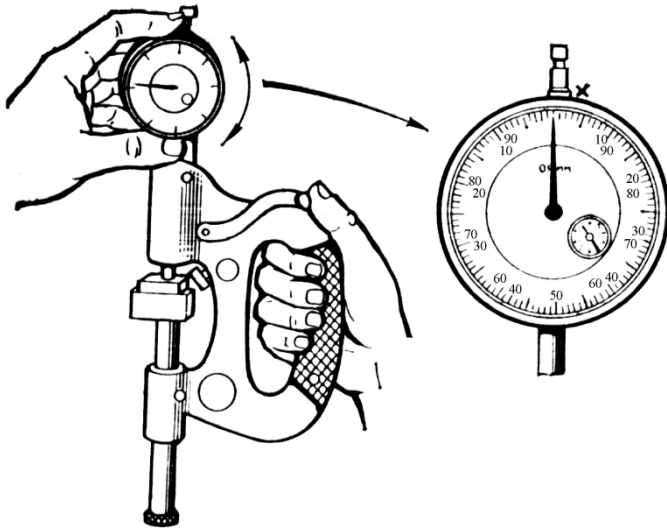


Рисунок 36 – Установка скобы
в нулевое положение

Упор, которым для удобства измерения снабжена скоба, при настройке ее на размер устанавливается так, чтобы линия измерения проходила через ось измеряемой детали. При помощи арретира отводится подвижная пятка, деталь перемещается между измерительными поверхностями подвижной и переставной пяток, слегка прижимается к переставной пятке. Затем осторожно арретиром опускается подвижная пятка до соприкосновения с поверхностью детали (рис. 37).

Покачиванием устраняется перекосяк и находится правильное положение измерительных поверхностей инструмента относительно проверяемых. Производится отсчет показаний (рис. 37, в), по которым устанавливаются отклонение размера детали от размера меры и его знак. Действительный размер измеряемой детали будет равен сумме размера блока концевых мер и показаний прибора с учетом знака этого показания.

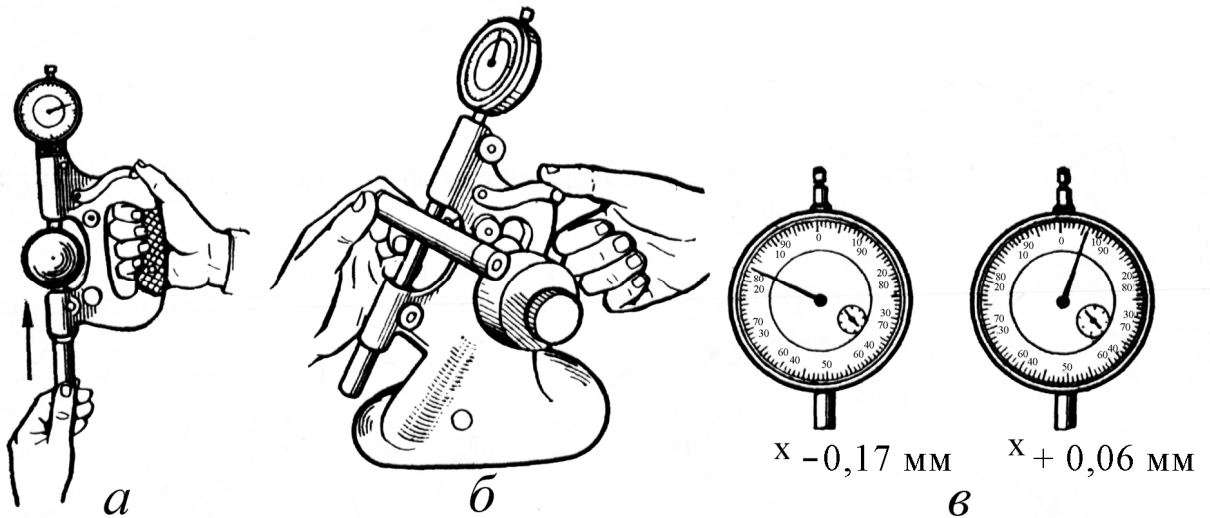


Рисунок 37 – Измерение индикаторной скобой (а, б)
и примеры отсчета показаний (в)

Измерение радиального и торцевого биения

Для измерения радиального и торцевого биения индикатором часового типа используются биениемеры разных конструкций. Один из них используется в лабораторной работе и показан на рис. 38. На направляющих 3 основания прибора установлены две подвижные бабки 2 с центрами, в которых устанавливают и закрепляют измеряемую деталь 5. Индикатор 1 устанавливается на стойке 4. Измерительный наконечник индикатора 1 подводится к измеряемой поверхности детали 5 с небольшим натягом (1–2 оборота). Для удобства отсчета

шкала 7 индикатора 1 поворачивается до установки на нуль. Двух-трех кратным оттягиванием арретира 8 проверяют стабильность установки индикатора 1. Медленно поворачивая деталь рукой, наблюдают за отклонением стрелки индикатора. За величину радиального биения принимается амплитуда ее колебания за полный оборот детали.

При измерении торцевого биения стойка 4 с индикатором 1 перемещается на соответствующую торцевую поверхность детали, а сам индикатор поворачивается в стойке таким образом, чтобы ось перемещения измерительного наконечника была перпендикулярна контролируемой (измеряемой) поверхности. Последовательность дальнейших действий при измерении такая же, как и при измерении радиального биения.

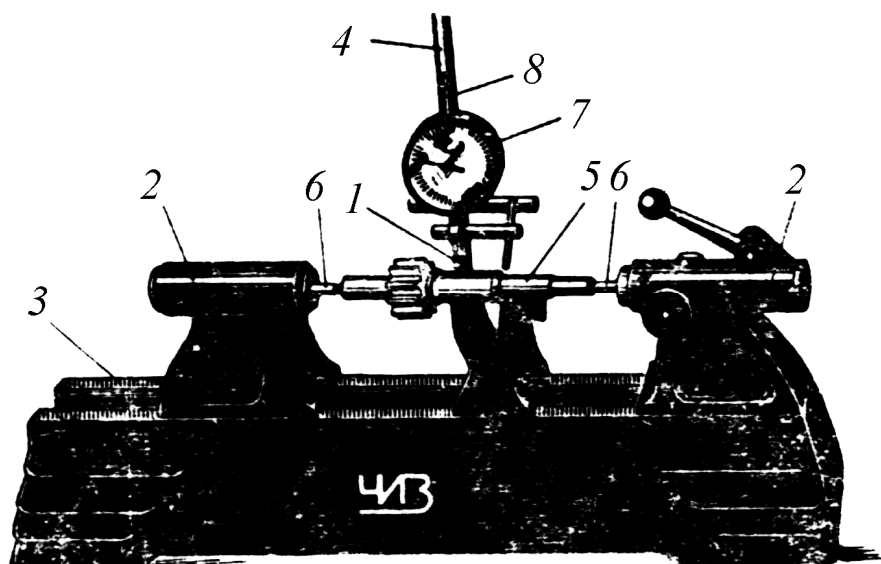


Рисунок 38 – Биениемер для измерения радиального и торцевого биения:
1 – наконечник индикатора; 2 – бабки подвижные; 3 – направляющие; 4 – стойка; 5 – вал; 6 – центр; 7 – шкала индикатора; 8 – арретир

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Результаты выполнения лабораторной работы представить в виде упрощенных схематических чертежей измеряемых деталей, таблиц с результатами измерений, метрологических характеристик приборов, используемых в работе, заключения. Пример отчета по лабораторной работе приведен далее по тексту (рис. 39, 40, 41; табл. 4, 5, 6).

ЧАСТЬ I. ИЗМЕРЕНИЯ НУТРОМЕРом ИНДИКАТОРНЫМ ИЗНОСА ГИЛЬЗЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, БЫВШЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

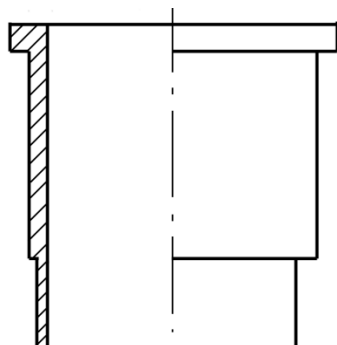


Таблица 4 – Протокол измерений

№ п/п	№ за- мера	Величина размера, мм	Основные метрологические характеристики нутромера
1	I-I		

2	II-II		

Рисунок 39 – Чертеж
(схематический) гильзы двигателя
внутреннего сгорания

ЧАСТЬ II. ИЗМЕРЕНИЯ СКОБОЙ ИНДИКАТОРНОЙ ОТВЕТСТВЕННОЙ ДЕТАЛИ

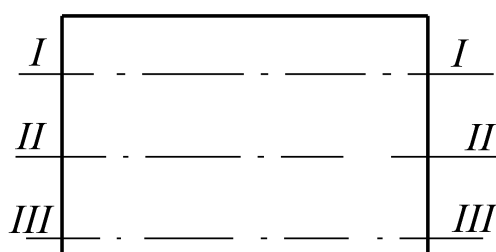


Рисунок 40 – Чертеж
(схематический) детали

Таблица 5 – Протокол измерений

№ п/п	№ сечения	Величина размера, мм	Метрологические характеристики прибора
1	I-I		
2	II-II		
3	III-III		

ЧАСТЬ III. ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО И ТОРЦЕВОГО БИЕНИЯ ИНДИКАТОМ ЧАСОВОГО ТИПА

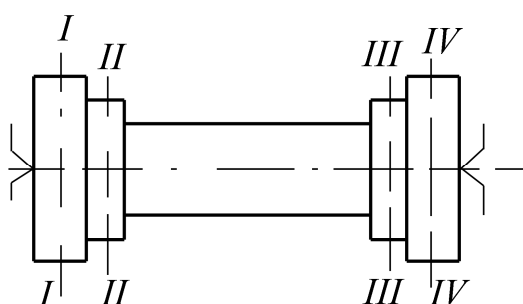


Рисунок 41 – Чертеж
(схематический) детали

Таблица 6 – Протокол измерений

№ п/п	№ сечения	Величина размера, мм	Метрологические характеристики прибора
1	I-I		
2	II-II		
3	III-III		
3	IV-IV		

При измерениях деталей необходимо:

1. Нутромером индикаторным замеры выполнять в двух взаимно перпендикулярных плоскостях одного сечения детали (I-I, II-II).
2. Скобой индикаторной, радиальное и торцевое биение производить в сечениях, указанных на чертеже или преподавателем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните устройство и принцип работы:
 - индикаторной головки часового типа;
 - биениемера;
 - нутромера индикаторного;
 - скобы индикаторной.
2. Какие методы измерений применяются при работе:
 - индикаторной головки часового типа (радиальное и торцевое биение);
 - нутромера индикаторного;
 - скобы индикаторной?
3. Из каких составляющих складывается инструментальная погрешность индикаторной головки часового типа, биениемера, нутромера индикаторного, скобы индикаторной?
4. Как осуществляется подготовка к измерениям:
 - индикаторной головки часового типа;
 - нутромера индикаторного;
 - скобы индикаторной?
5. Для какой цели необходим центрирующий мостик нутромера?
6. Какие требования предъявляются к концевым мерам?
7. Какими мероприятиями достигается высокая точность концевых мер?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

2 ЧАСА

Измерения нониусными и электронными угломерами

Цель работы: практически ознакомиться с устройством и приемами измерений угломерами с нониусным и электронным отсчетом.

Задачи работы:

1. Изучить устройство, овладеть правильными приемами измерений приборами для измерения углов.
2. Научиться определять значения угловых размеров при использовании угломеров с нониусным электронным отсчетом.

Обеспечивающие устройства: детали измеряемые, угломеры нониусные типа УН и УМ, электронно-цифровой универсальный угломер.

ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ. ТИПЫ, КОНСТРУКЦИИ, НАЗНАЧЕНИЕ

Для измерения углов наиболее широко применяются приборы с угломерной шкалой – нониусные (ГОСТ 5378-88), оптические (ГОСТ 11197-73) и электронные (DIN EN ISO 9001:2000) угломеры.

Угломер типа УМ (рис. 42, а) состоит из основания 7 с угловой шкалой, имеющей диапазон показаний 90° и цену деления 1° . На основании закреплена основная линейка 2. Подвижная линейка 8 выполнена заодно с сектором 3, несущим нониус 5. Устройство нониусов угломеров аналогично устройству нониуса на штангенинструментах. Сектор поворачивается на оси относительно основания и фиксируется стопором 6. Для точной установки нониуса сектор перемещают с помощью устройства для микрометрической подачи 4. Диапа-

зон измерений угломера УМ составляет $0-180^\circ$. Измерения в диапазоне от 0 до 90° проводятся угольником 1, который крепится державкой 9, а от 90 до 180° – без угольника.

В угломерах типа УН (рис. 42, б) основная линейка 2 также установлена на основании 7, по которому перемещается сектор 3 с нониусом 5. Стопор 6 посредством сухаря 11 фиксирует сектор в нужном положении. С помощью державки 9 к сектору крепится или угольник 1 со съемной линейкой 10, или одна линейка. Это позволяет изменять пределы измерения угломера. Сектор с нониусом перемещают при помощи реечной передачи, состоящей из рейки 12 и реечного зубчатого колеса 13.

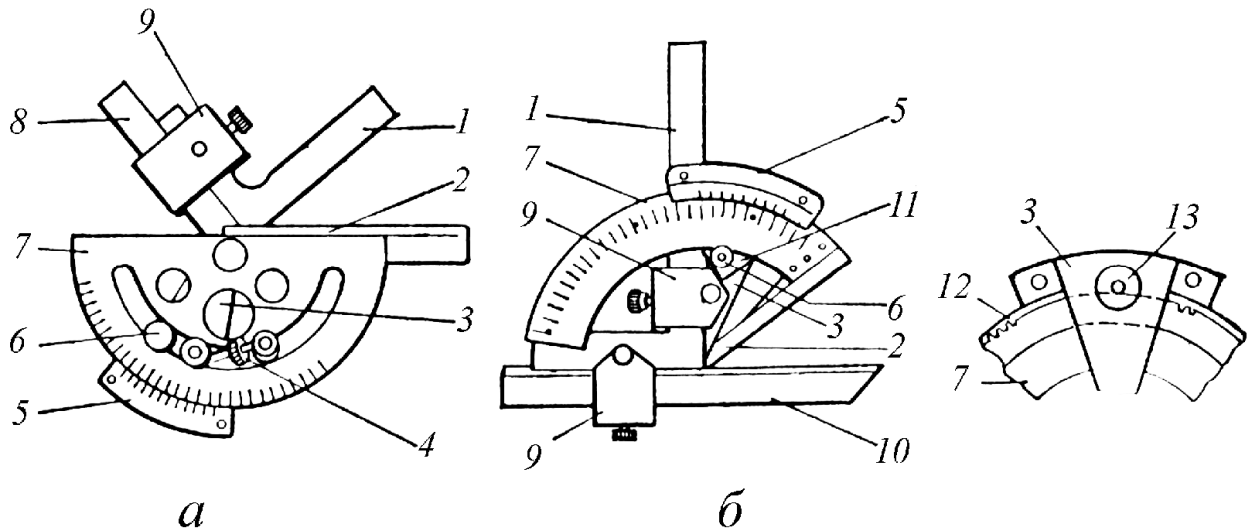


Рисунок 42 – Угломеры с нониусом типа УМ (а) и УН (б):

1 – угольник; 2 – линейка основная; 3 – сектор; 4 – устройство микрометрической подачи; 5 – нониус; 6 – стопор; 7 – основание; 8 – линейка подвижная; 9 – державка; 10 – линейка; 11 – сухарь; 12 – рейка; 13 – колесо зубчатое

Электронно-цифровой универсальный угломер (набор)

Электронно-цифровой угломер (рис. 43) предназначен для измерений и регулировки углов наклона горизонтальных и вертикальных плоскостей. Применяется в машиностроении, строительстве и других отраслях промышленности.

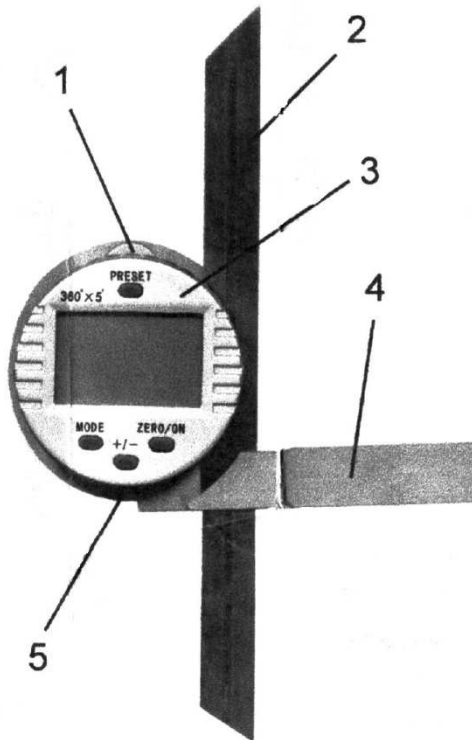


Рисунок 43 – Электронно-цифровой угломер:
 1 – точная юстировка; 2 – шина; 3 – лицевая панель; 4 – базовая шина; 5 – место батареек

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Задание на выполнение лабораторной работы включает следующие действия:

1. Изобразить чертежи деталей при измерениях нониусными угломерами типа УН и УМ и электронно-цифровым угломером.
2. Измерить углы деталей, записать полученные результаты в протоколы измерений.
3. Занести метрологические характеристики угломеров в протоколы измерений.
4. Сделать заключение о выполненной лабораторной работе.
5. Предъявить полностью оформленную лабораторную работу преподавателю для проверки и защиты.

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ

Перед началом измерений необходимо проверить правильность нулевого показания инструмента. При сдвинутых до соприкосновения измерительных поверхностях угломера (рис. 44, а и в) или лекального угольника и угломера (рис. 44, б и г) нулевые штрихи нониуса и основания должны совпадать.

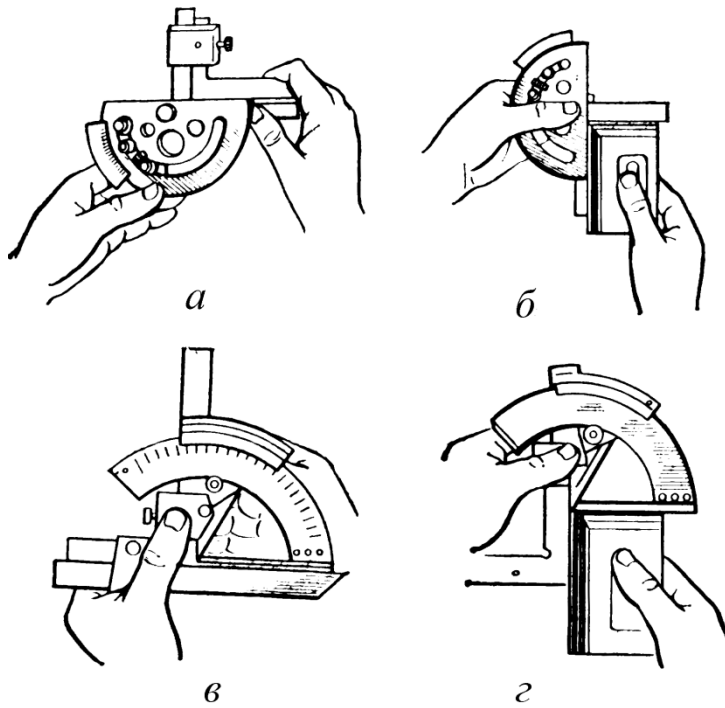


Рисунок 44 – Проверка правильности нулевого показания угломеров типа УМ (а, б) и УН (в, г)

Для повышения точности необходимо, чтобы взгляд был направлен перпендикулярно плоскости основания. Переустановка нониуса производится при смещении его нулевого штриха от нулевого штриха шкалы основания. Для этого отпускаются винты крепления нониуса к сектору, нониус передвигается в нулевое положение, и винты закрепляются.

При измерении незакрепленной детали ее следует поддерживать правой рукой и перемещать, слегка прижимая к измерительной поверхности основной линейки (рис. 45, а), до полного соприкосновения детали со второй измерительной поверхностью угломера (рис. 45, б).

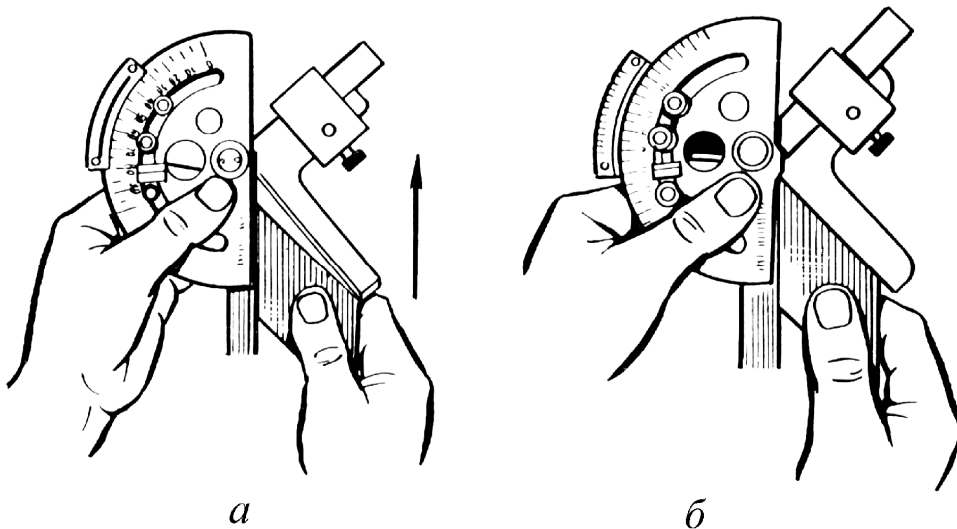


РИСУНОК 45 – ИЗМЕРЕНИЕ НЕЗАКРЕПЛЕННОЙ ДЕТАЛИ

При измерении угломером типа УН (рис. 46) он поддерживается за основание левой рукой. Вращением наклонной головки зубчатого колеса большим и указательным пальцами этой руки сектор перемещается до полного соприкосновения второй измерительной поверхности с поверхностью детали.

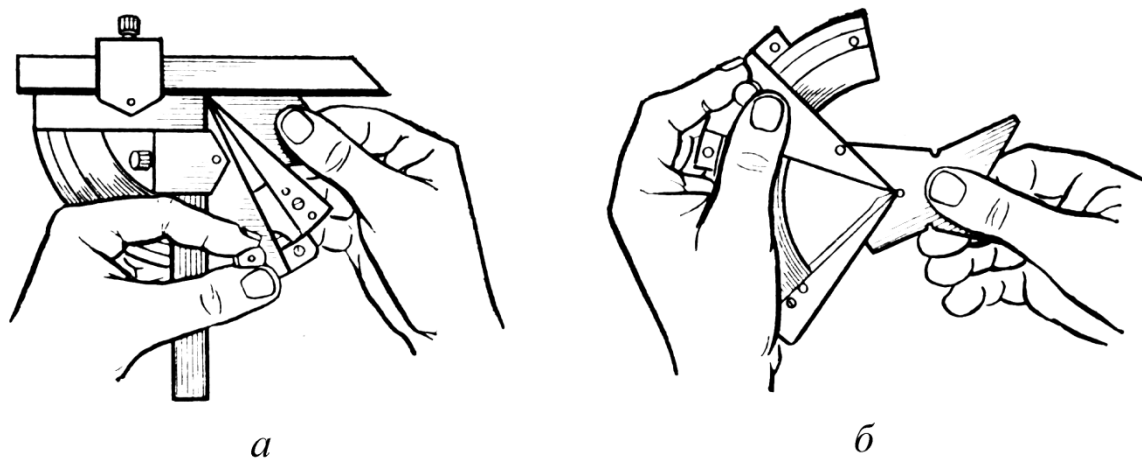


Рисунок 46 – Измерение наружного (а) и внутреннего (б) углов незакрепленной детали типа УН

После установки линеек угломера относительно образующих измеряемого угла детали проверяется отсутствие или равномерность просвета между измерительными и проверяемыми поверхностями. После этого положение линеек закрепляется стопором и производится отсчет показаний. При отсчете показаний угломер следует держать прямо перед глазами.

При измерении углов от 0 до 90° с помощью угломера типа УМ на подвижной линейке устанавливается угольник (рис. 47, а). При измерении углов от 90 до 180° применяется угломер без угольника и к показаниям шкалы прибавляется 90° (рис. 47, б).

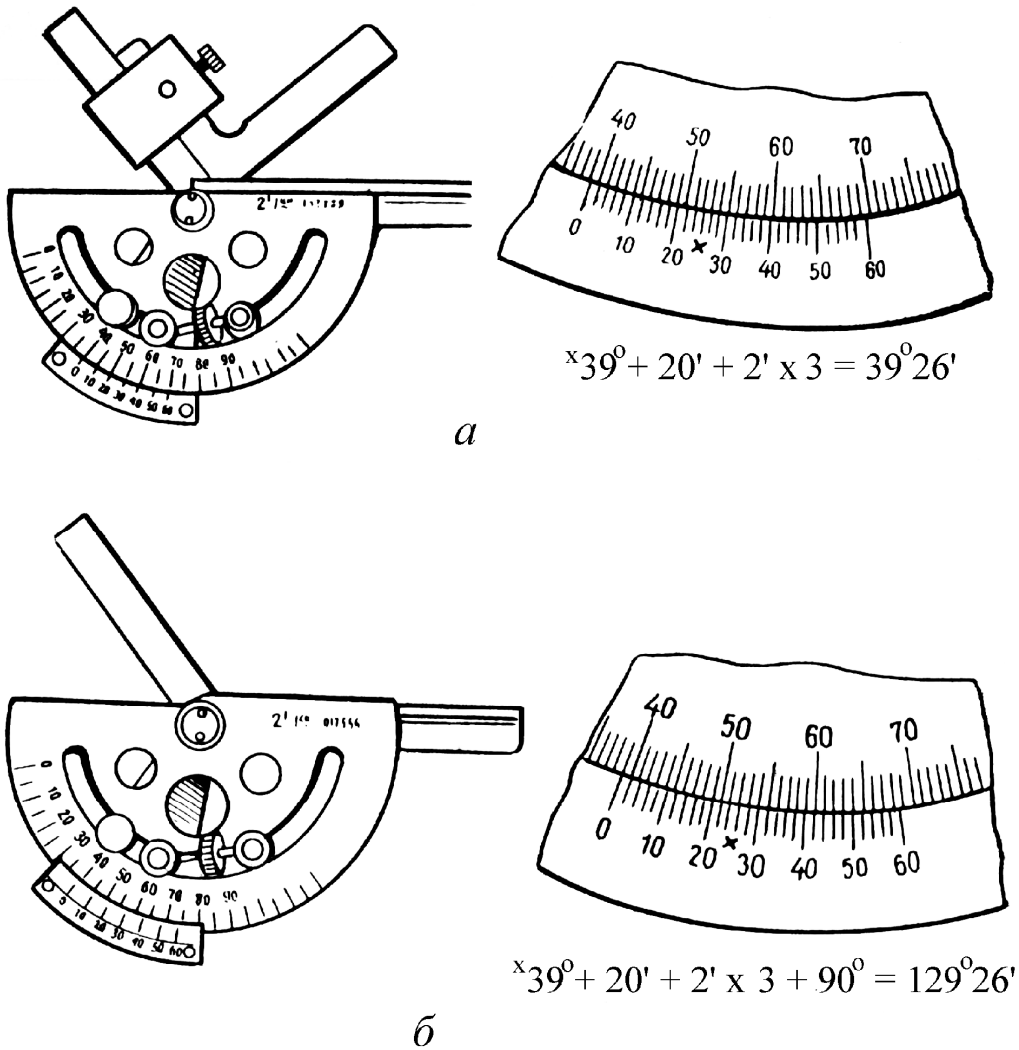
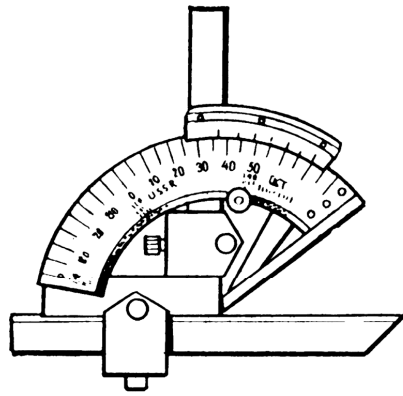


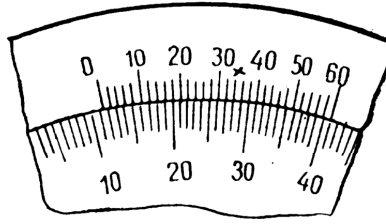
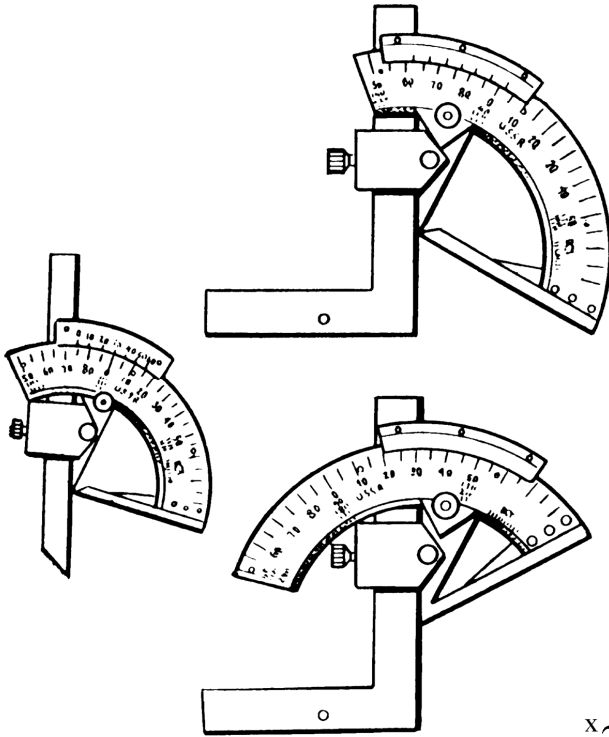
Рисунок 47 – Отсчет показаний

При чтении показаний на угломере целое число градусов отсчитывается по шкале основания слева направо нулевым штрихом нониуса. Затем находится штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы основания, и ближайшая к нему слева цифра нониуса. К этой цифре прибавляется результат умножения величины отсчета на порядковый номер штриха нониуса, совпадающего со штрихом основания, считая его от найденной цифры нониуса.

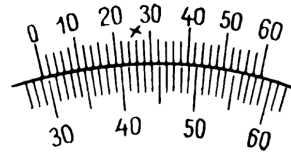
При измерении угломером типа УН наружных углов от 5° до 50° (на секторе установлены угольник и съемная линейка) показания читаются по правой части шкалы (рис. 48, а). Измерение этих же углов можно выполнять при снятой линейке, переставив угольник таким образом, чтобы его короткое ребро было направлено в правую сторону. Для измерения наружных углов от 50° до 140° на секторе установлена съемная линейка. Вместо линейки может быть поставлен угольник (в этом случае измерительной будет его длинная сторона).



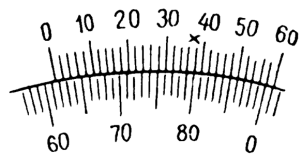
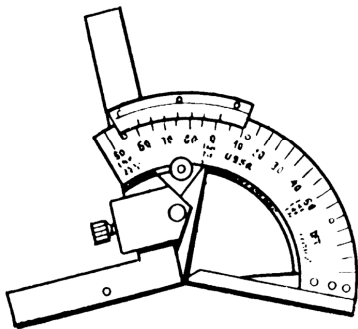
а


 $^x 11^{\circ} 34'$


б


 $^x 62^{\circ} 14'$

 $^x 29^{\circ} 26' + 90^{\circ} = 119^{\circ} 26'$

в


 $^x 61^{\circ} 38' + 90^{\circ} = 151^{\circ} 38'$

г

Рисунок 48 – Комплектация угломера типа УН для измерения наружных углов и отсчет показаний

Показания для углов от 50° до 90° читаются по левой части шкалы (рис. 48, б), для углов от 90° до 140° к показаниям правой части шкалы прибавляется 90° (рис. 48, в). При измерениях наружных углов от 140° до 180° (на секторе установлен угольник без линейки) к показаниям левой части шкалы также прибавляется 90° .

Для измерения закрепленной детали угломером УМ сектор устанавливается в такое положение, чтобы угол между измерительными поверхностями был несколько больше измеряемого угла детали, затем закрепляется зажим микроподачи.

Измерительная поверхность основной линейки прикладывается к одной из граней измеряемого угла детали. С помощью микрометрической подачи (рис. 46) сектор передвигается так, чтобы между сторонами измеряемого угла детали и измеряемыми поверхностями угломера отсутствовал или был равномерным просвет.

В угломерах типа УН сектор перемещается до полного соприкосновения измеряемых поверхностей с поверхностью детали вращением накатанной головки зубчатого колеса большим и указательным пальцами правой руки (рис. 49). Положение сектора закрепляется стопором и производится отсчет показаний (рис. 46 – 48).

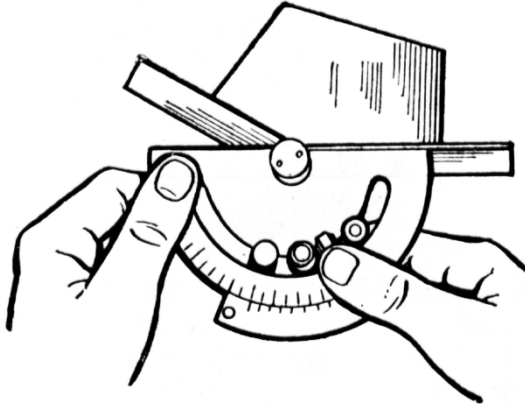


Рисунок 49 – Измерение незакрепленной детали

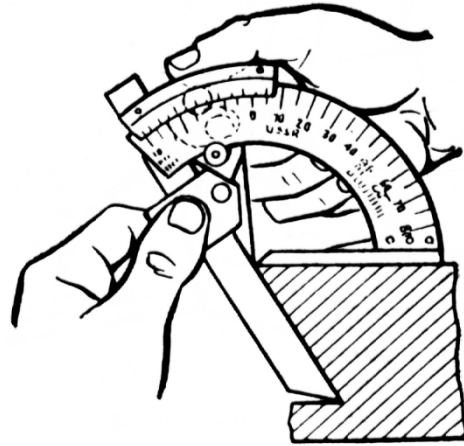


Рисунок 50 – Измерение закрепленной детали

Использование клавиш на лицевой панели электронно-цифрового угломера (рис. 51).

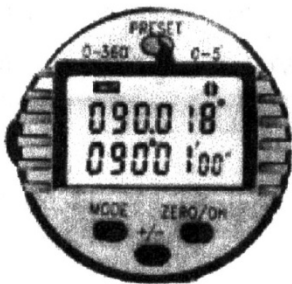


Рисунок 51 – Лицевая панель электронно-цифрового угломера

1. Клавиша «PRESET»

а) короткое нажатие клавиши = режим установки SET, включается ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ;

б) длительное нажатие клавиши = выбор задания, короткое нажатие клавиши повышает выбранный разряд от 0 до 9 на 1;

с) если значения установлены, после короткого нажатия клавиши «ZERO» будет показано заданное значение величины. Будут показаны две строки. Верхняя строка: показания с точностью 0,001 град, нижняя строка: показания в минутах и секундах.

2. Клавиша «MODE»

Короткое нажатие клавиши переключает показ: 0–90°, 0–180°, 0–360°. На дисплее будут показаны 1/4 круга, 2/4 круга или 4/4 круга.

3. Клавиша «±»

Короткое нажатие кнопки меняет направление измерения (Если на дисплее было указано $360^{\circ} 00' 00''$, то после короткого нажатия клавиши будет показано $000^{\circ} 00' 00''$.)

4. Клавиша «ZERO/ON»

а) короткое нажатие = установка значения на 0 из любой выбранной позиции или при включении;

б) длительное нажатие клавиши выключает прибор.

Порядок работы при измерении электронно-цифровым универсальным угломером:

1. Для включения необходимо коротко нажать на кнопку «ZERO/ON».
2. Два раза нажать кнопку «MODE», чтобы попасть в нужный режим 90° .
3. Коротко нажать кнопку «PRESET», чтобы войти в режим установки SET, дисплей обнулится, коротко нажать на «ZERO/ON».
4. Угол между подвижной шиной и базисной будет отображаться правильно, если коротко нажать на клавишу «ZERO/ON», устанавливающую на 0.
5. Если угол был измерен, можно это значение увидеть прямо на дисплее.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Результаты выполнения лабораторной работы представить в виде чертежа измеряемых деталей, таблицы с результатами измерений, метрологических характеристик инструментов, используемых в работе, заключения.

Пример отчета приведен далее по тексту (рис. 52 и табл. 7).

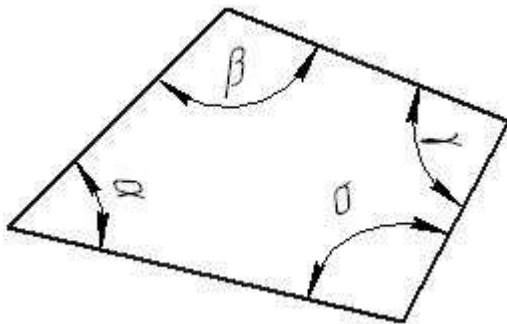


Рисунок 52 – Чертеж детали

Таблица 7 – Протокол измерений

№ П/П	УГОЛ ИЗМЕРЯЕМЫЙ	ЗНАЧЕНИЯ, ГРАД., МИН	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА
1.	α	()	
2.	β	()	
3.	γ	()	
4.	δ	()	
Примечание. Размеры в скобках для электронно-цифровой угломера.			

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Объясните устройство и принцип работы угломеров с нониусным отсчетом УМ и УН. Объясните устройство и принцип работы электронно-цифрового универсального угломера.

Какой метод измерений используется при работе с угломерами с нониусным и электронным отсчетом?

Как выполняется нулевая настройка угломеров с нониусным отсчетом?

Из каких составляющих складывается инструментальная погрешность угломеров с нониусным отсчетом?

В чем конструктивное отличие угломеров типа УМ от угломеров типа УН?

Как выполняется измерение углов угломерами типа УМ и УН?

Можно ли измерить угломерами УМ и УН углы более 180° ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

4 ЧАСА

Измерения высотных параметров шероховатости

Цель работы: ознакомление с производственным методом оценки параметров шероховатости по образцам; изучение устройства и ознакомление с приемами измерений на профилометре модели 283.

Задачи работы:

1. Научиться определять высотные параметры шероховатости визуально и по образцам.
2. Изучить устройство, овладеть правильными приемами измерений на профилометре модели 283.

Обеспечивающие устройства: детали измеряемые, образцы шероховатости, профилометр модели 283.

ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**ОЦЕНКА ВЫСОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПУТЕМ ВИЗУАЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ С ОБРАЗЦОМ**

Оценка высотных параметров шероховатости поверхностей детали визуально по образцам (производственный метод) является наиболее простым, но весьма приближенным методом. Образцы шероховатости выпускаются в виде наборов пластин для сталей и чугунов. Они отличаются по характеру обработки (точение, фрезерование, шлифование и др.) и по форме обрабатываемой поверхности.

Оценка высотных параметров шероховатости выполняется путем визуального сравнения поверхности контролируемой детали с поверхностью образца. Сравнение может осуществляться невооруженным глазом или с помощью лупы.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРОФИЛОМЕТРА МОДЕЛИ 283

Профилометр с унифицированной электронной системой является высокочувствительным прибором, предназначенным для измерения высотных параметров шероховатости поверхности деталей с твердостью не менее НВ10, сечение которых в плоскости измерения представляет прямую линию. Конструкция прибора представлена на рис. 53. Основными составными частями прибора являются стойка 4, блок электронный 3, привод 2, датчик 1, призма 5, шланг 6.

Действие прибора основано на принципе ощупывания алмазной иглой датчика исследуемой поверхности и преобразования колебаний иглы в изменения напряжения при помощи механотронного датчика. Сигнал, получаемый с датчика, подается на электронный усилитель, проходит через фильтры отсечек шага, детектируется, интегрируется и фиксируется прибором магнитоэлектрической системы.

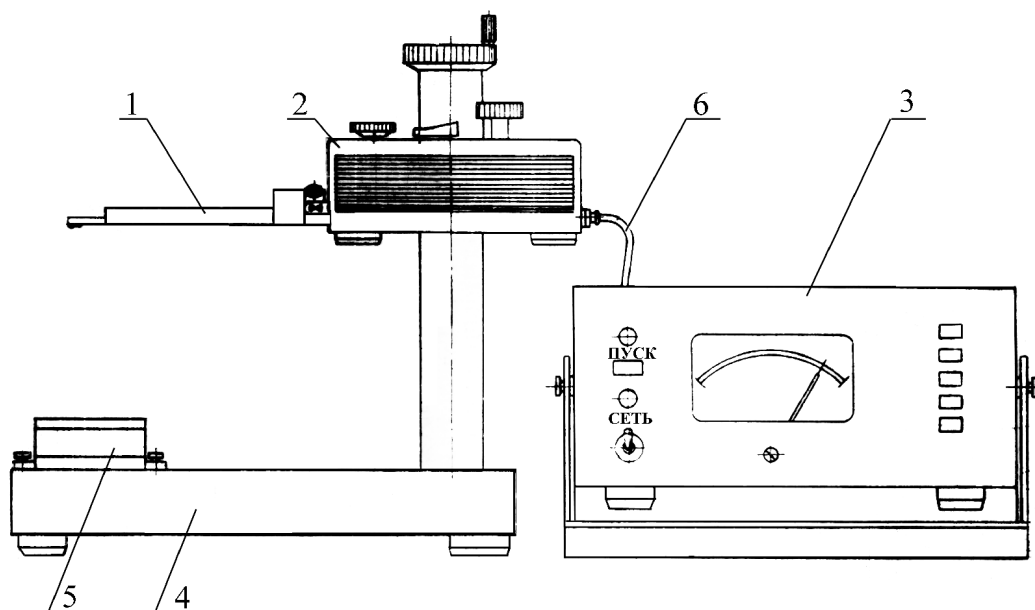


Рисунок 53 – Общий вид профилометра модели 283:
1 – датчик; 2 – привод; 3 – блок электронный; 4 – стойка; 5 – призма; 6 – шланг

Устройство и работа составных частей прибора

Датчик. Выполняет преобразование линейных колебаний иглы, соответствующим неровностям поверхности в электрические сигналы. Конструкция датчика представлена на рис. 54. Он представляет собой механически управляемую электронную лампу (механотрон), подвижный анод которой посредством тонкой мембраны 1 связан со щупом 2. На щупе установлена алмазная игла 3 с радиусом скругления 10 мкм. В передней части корпуса 5 находится опора 4 из твердосплавного материала. Механотрон вставляется в корпус 5, фиксируется с одной стороны винтом 6, с другой – посредством трех винтов 11 и плоской пружины 14 и прижимается к фиксирующему винту 6 пружиной 10. Такая конструкция крепления позволяет регулировать положение механотрона, что необходимо для точной установки иглы щупа относительно опоры датчика. Регулировка и фиксирование положения щупа в вертикальной и горизонтальной плоскостях производится винтами 11, упирающимися в кольцо 9. Снизу механотрон закрывается крышкой. Датчик соединяется со штоком привода вилкой разъема 12 и фиксируется штифтом 13.

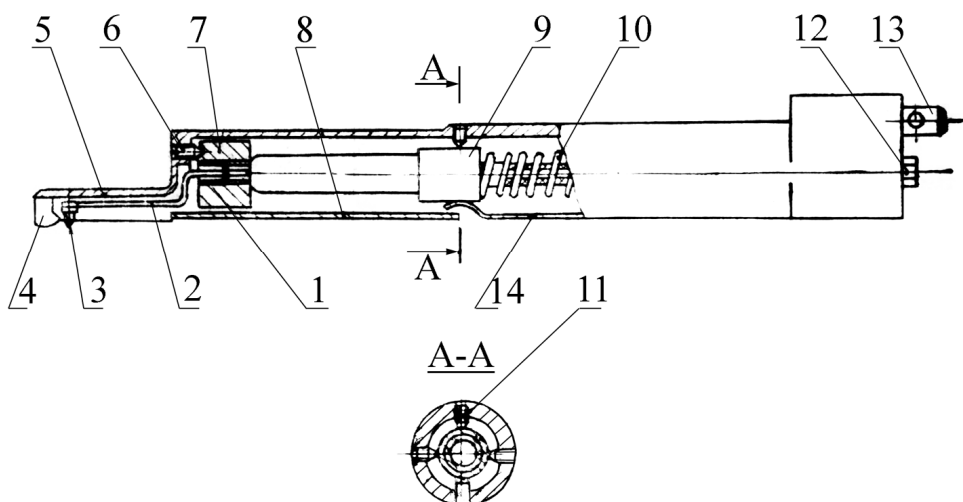


Рисунок 54 – Датчик:

1 – мембрана; 2 – шуп; 3 – игла алмазная; 4 – опора; 5 – корпус; 6 – винт фиксирующий; 7 – втулка направляющая; 8 – корпус; 9 – шток; 10 – пружина; 11 – винт; 12 – вилка разъема; 13 – штифт; 14 – пружина плоская

Привод. Конструкция привода представлена на рис. 55. Он предназначен для перемещения датчика по измеряемой поверхности. Датчик вставляется в гнездо штока привода 1 и фиксируется винтом 2. Шток подвешен на пружинном крестовом шарнире 10, перемещающемся на шариковых направляющих.

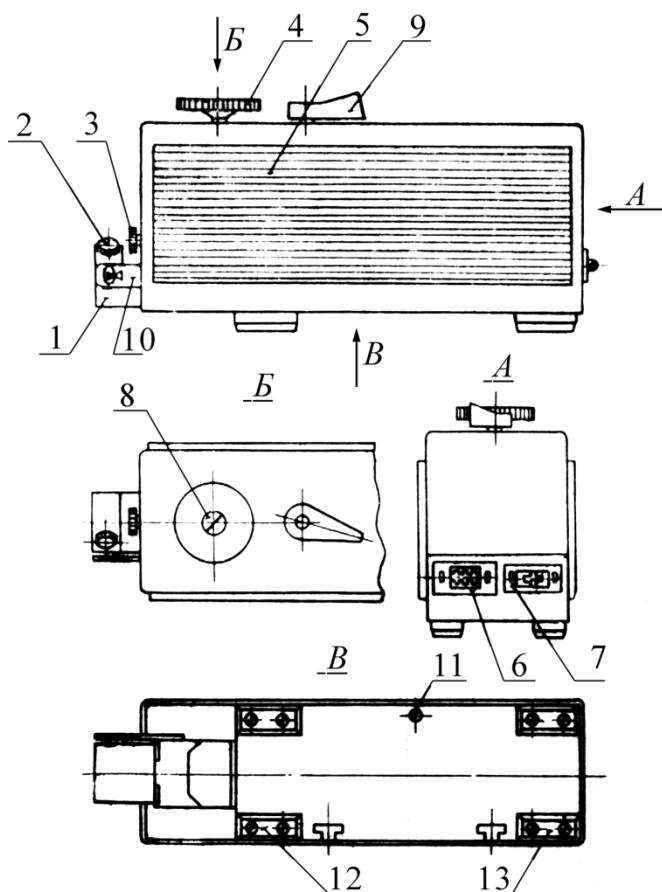


Рисунок 55 – Привод:
1 – шток привода; 2 – винт;
3 – гнездо, 4 – маховичок;
5 – решетка; 6, 7 – гнездо;
8 – винт; 9 – рычажок;
10 – шарнир крестовой;
11 – болт регулировочный; 12,
13 – опора

Перемещение ползуна со штоком и закрепленным в нем датчиком осуществляется от электронагревателя через коробку скоростей при помощи ходового винта с двумя разными скоростями. При отсечке шага 0,25 мм скорость перемещения датчика соответствует 0,25 мм/с, при отсечке шага 0,8 мм – 0,8 мм/с. Установка требуемой отсечки шага осуществляется рычажком 9. При переключении отсечки шага автоматически устанавливается соответствующая рабочая длина трассы измерения (трасса интегрирования) при 0,25 мм – 1,5 мм, при 0,8 мм – 4,8 мм. Подъем и опускание штока с датчиком осуществляется вращением маховичка 4, который закреплен винтом 8. На задней стенке привода расположены гнезда 6 и 7, в которые вставляются вилки шланга, соединяющего привод с электронным блоком.

Электронный блок. Конструкция электронного блока представлена на рис. 56. На передней панели расположены показывающий прибор 1, тумблер включения сети 2, сигнальные лампы 4 и 6, переключатель пределов измерений 3, кнопка пуска хода датчика 5.

На задней стенке находятся гнезда 7 и 8 для соединения с приводом, два предохранителя 9 и 10 стабилизатора напряжения, сетевой предохранитель 11, шнур для подключения к сети, клемма для заземления 13, потенциометр 12 для регулировки чувствительности прибора.

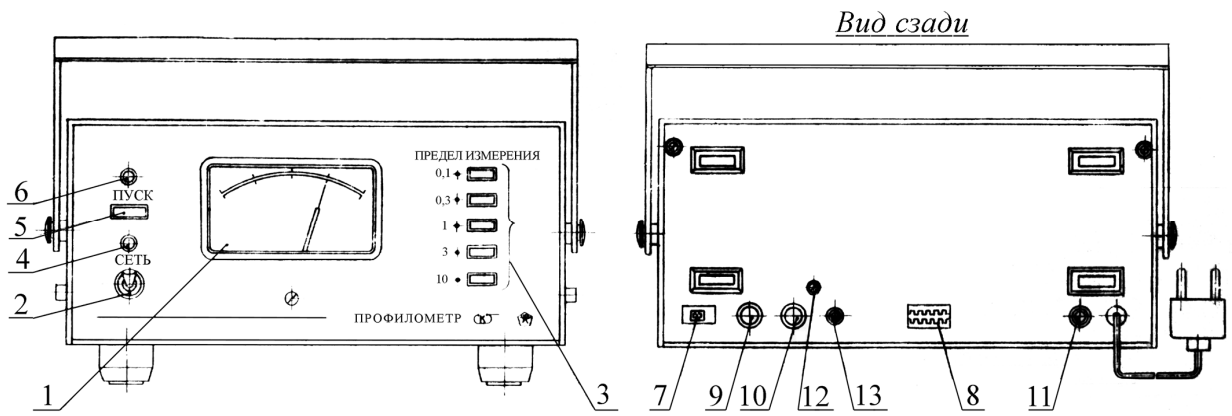


Рисунок 56 – Электронный блок:

1 – прибор; 2 – тумблер включения сети; 3 – переключатель пределов измерений; 4 – лампа сигнальная; 5 кнопка пуска хода датчика; 6 – лампа сигнальная, 7, 8 – гнездо; 9,10 – предохранитель стабилизатора напряжения; 11 – предохранитель сетевой; 12 – потенциометр; 13 – клемма заземления

Стойка. Конструкция стойки изображена на рис. 57. На плите 1 подвижно установлена колонка 2, внутри которой располагается винт, перемещающий кронштейн 3. Вращением ходового винта осуществляется маховичком 4. На кронштейне имеются два зажима 6, на которые устанавливается и крепится привод. Кронштейн имеет поворотное устройство, позволяющее устанавливать датчик параллельно измеряемой поверхности. После установки рабочего положения привода с датчиком кронштейн фиксируется на колонке винтом 7, а поворотное устройство винтом 5.

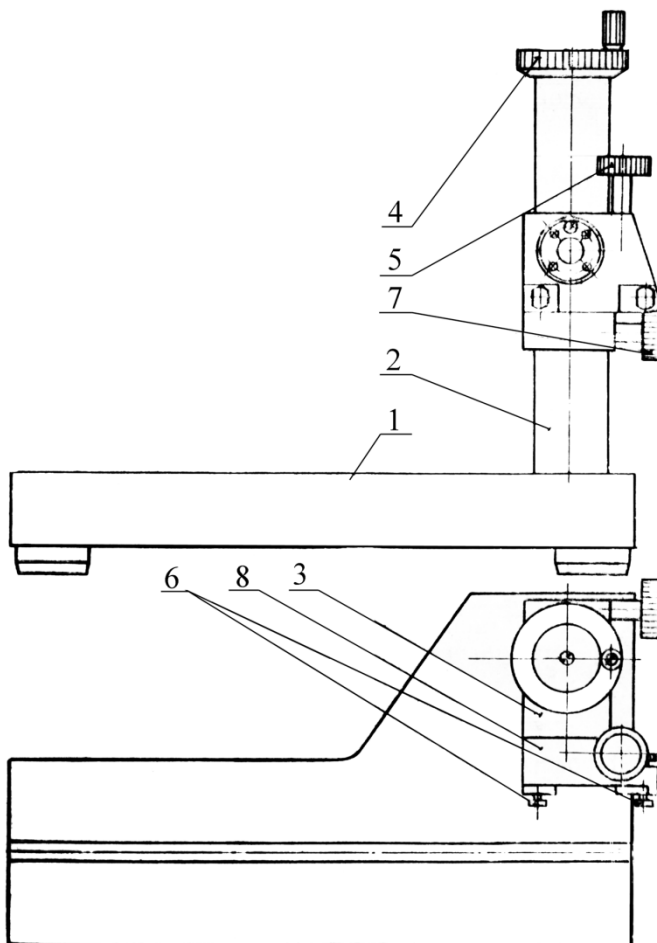


Рисунок 57 – Стойка:

1 – плита; 2 – колонка; 3 – кронштейн; 4 – маховичок; 5 – винт; 6 – зажим; 7 – винт; 8 – кронштейн

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Принадлежности:

1. Призма 1 (рис. 58) предназначена для установки цилиндрических деталей при измерении.
2. Образец установочный с регулярным профилем используется для настройки прибора.

Задание на выполнение лабораторной работы включает следующие действия:

1. Изобразить эскизы деталей при оценке высотных параметров шероховатости по образцам и при измерении на профилометре.
2. Оценить высотные параметры шероховатости R_a по образцам и нанести их согласно ЕСКД на эскиз.
3. Сделать заключение о выполненной работе.
4. Предъявить полностью оформленную лабораторную работу преподавателю для проверки и защиты.

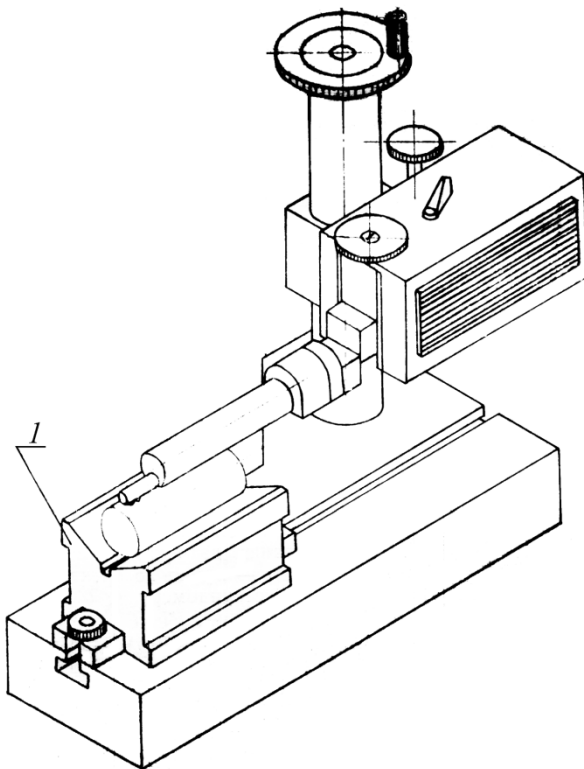


Рисунок 58 – Измерение цилиндрических деталей:

1 – призма

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ВЫСОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ НА ПРОФИЛОМЕТРЕ

Подготовка прибора к работе. Подключите шланги для соединения привода с электронным блоком так, чтобы 8- и 4-контактные вилки шланга были вставлены в соответствующие гнезда привода и электронного блока. Вставьте датчик в гнездо на каретке привода и закрепите винтом 2 (см. рис. 54). Включите прибор в сеть 220 В. Установку привода с дат-

чиком для измерения следует выполнять исходя из условий удобства измерения, формы и габаритов измеряемых деталей.

1. При измерении плоских деталей привод с датчиком устанавливаются на кронштейне стойки, а деталь – на плите.

2. При измерении цилиндрических деталей на плиту стойки устанавливается призма 1 (см. рис. 56).

3. При измерении конических и призматических деталей, измеряемая поверхность которых не параллельна плоскости плиты, установите поворотный кронштейн 8 (см. рис. 56) таким образом, чтобы нижняя плоскость привода была параллельна измеряемой поверхности, и закрепите кронштейн винтом 5. В том случае, когда угол наклона измеряемой поверхности известен, можно пользоваться угловой шкалой, нанесенной на валике кронштейна.

4. При измерении крупногабаритных деталей снимите привод с датчиком с кронштейна стойки и установите их непосредственно на измеряемую поверхность.

5. При измерении малогабаритных деталей, при движении датчика по исследуемой поверхности возможно их смещение. В таких случаях деталь следует закрепить, например, пластилином.

Настройка прибора. Выполняется по установочному образцу шероховатости с регулируемым профилем. Для проведения настройки датчик установите в рабочую зону образца (рабочая зона на образце ограничена прямоугольником, направление измерения показано стрелками), переключатель пределов измерений установите в положение, соответствующее номинальному значению образца. Затем произведите измерение. В случае, если показания прибора отличаются от номинального значения образца более чем на 5 %, необходимо, вращая регулировочный винт потенциометра отверткой через гнездо на задней стенке электронного блока 12 (см. рис. 55), добиться такого положения, чтобы показания как можно меньше отличались от величины указаний на образце.

Порядок проведения измерений. Включите прибор тумблером 2 (см. рис. 56) – положение «Сеть». После включения должна загореться сигнальная лампочка 4 (см. рис. 56). Отпустите датчик рукояткой 4 (см. рис. 56) на измеряемую поверхность детали до тех пор, пока не совпадут треугольные знаки на штоке и планке 10 (см. рис. 55). Застопорите рукоятками 3 (см. рис. 55) и 7 (см. рис. 57) положение датчика. На переключателе пределов измерений нажмите кнопку предполагаемого значения высотного параметра шероховатости измеряемой поверхности. Установите рычажком 9 (см. рис. 55) на приводе требуемую отметку шага. При этом следует учитывать, что перемещение датчика будет равно:

- при отсечке шага 0,25 мм – 2 мм (1,5 мм – трасса интегрирования + 0,5 мм – предварительный ход);

- при отсечке шага 0,8 мм – 6,4 мм (4,8 мм – трасса интегрирования + 1,6 мм – предварительный ход).

Нажмите кнопку 5 «Пуск» (см. рис. 56) на электронном блоке. При нажатии кнопки загорится сигнальная лампочка 6 (см. рис. 56), которая свидетельствует о движении датчика. После остановки датчика (сигнальная лампа гаснет) произведите отсчет высотного параметра шероховатости R_a по шкале показывающего прибора 1 (см. рис. 56). В том случае, если стрелка показывающего прибора уходит за пределы шкалы, переключите прибор на больший предел измерения, если стрелка не доходит до рабочего участка шкалы, перейдите на меньший предел и повторите измерение.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Результаты выполнения лабораторной работы представить в виде эскизов измеряемых деталей с линейными размерами и высотными параметрами шероховатости (рис. 59), определенными производственным методом и с помощью профилометра, заключения.

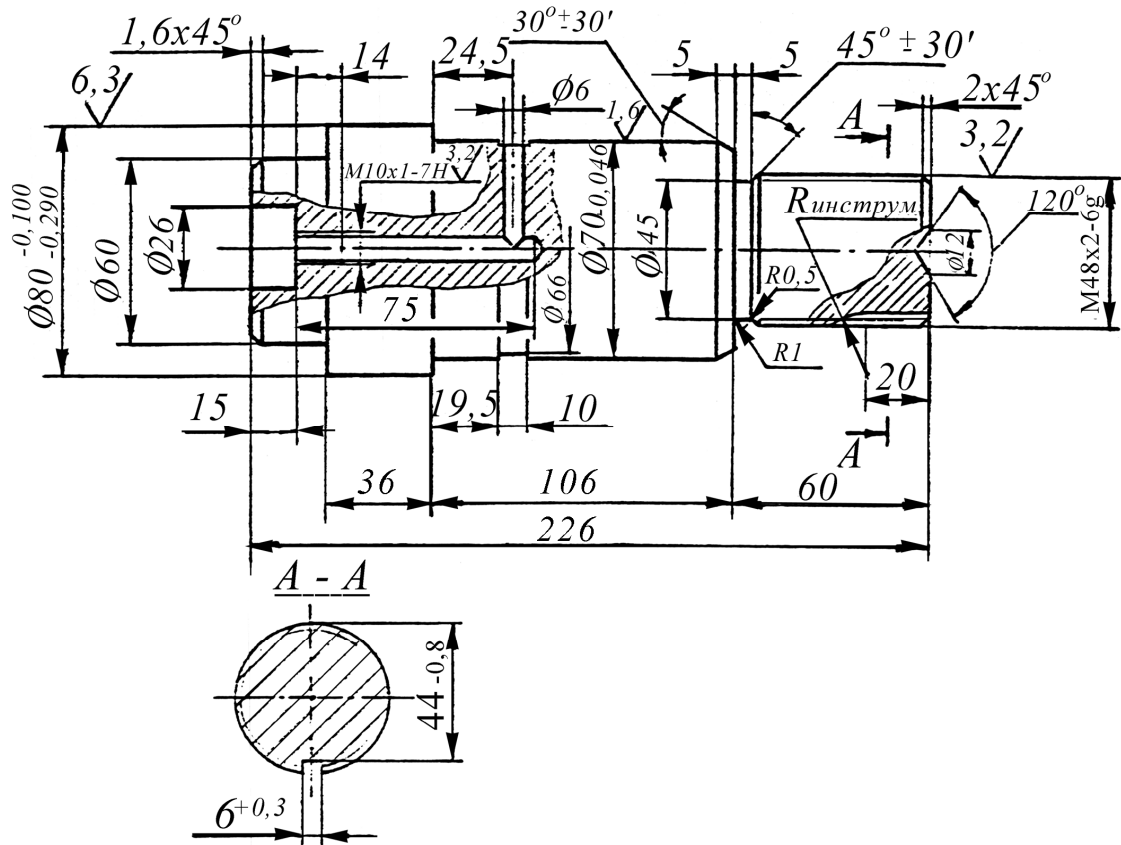


Рисунок 59 – Пример эскиза

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какую функцию выполняют образцы шероховатости?
2. Какая возможна погрешность определения высотных параметров шероховатости при сравнении поверхности детали с образцами шероховатости?
3. Объясните общее устройство профилометра модели 283.
4. Объясните принцип работы профилометра.
5. Какой метод измерения используется при измерении профилометром?
6. Как выполняется настройка профилометра?
7. Как выполняются измерения цилиндрических, конических, призматических, крупно- и мелкогабаритных деталей профилометра?
8. Объясните устройство основных частей прибора: датчика, привода, электронного блока, стойки.
9. Объясните устройство и принцип работы механотрона.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Характеристики штангенинструментов

Инструменты	Тип	Пределы измерений, мм	Величина отсчета по нониусу, мм	Назначение
1	2	3	4	5
<i>Штангенциркули:</i>				
- двусторонние с глубиномером	ШЦ-I	0 – 125	0,1	Измерение наружных и внутренних размеров, глубин отверстий и пазов
- односторонние с покрытием губок из твердого сплава с глубиномером	ШЦТ-I			
- двусторонние	ШЦ-II	0 – 160 0 – 200 0 – 250 0 – 315	0,05	Измерение наружных и внутренних размеров, разметка
- односторонние	ШЦ-III	0 – 160 0 – 200 0 – 250	0,05 и 0,1	Измерение наружных и внутренних размеров
		0 – 315 0 – 400 0 – 500 250 – 630 250 – 800 320 – 1000 500 – 1250 500 – 1600 800 – 2000	0,1	
<i>Штангенциркуль-центрорер</i>	ШЦЦ	6 – 150	0,05	Измерение расстояний между осями отверстий
<i>Разметочный штангенциркуль</i>	ШЦР	15 – 300	0,1	Разметка плоскостей на разных высотах и от базовых отверстий
<i>Штангенглубиномер</i>	ШГ	0 – 160	0,05	Измерение глубин

		0 – 250 0 – 400		отверстий и пазов, высоты деталей, расстояний до буртиков или выступов
--	--	--------------------	--	--

Окончание прил. А

1	2	3	4	5
<i>Штангенрейсмас</i>	ШР	0 – 250	0,05	Измерение высоты деталей, установленных на поверочной плите, разметка
		40 – 400 60 – 630	0,05 и 0,1	
		100 – 1000 600 – 1600 1500 – 2500	0,1	

Примечание. При пределе измерения до 1000 мм предел допустимой погрешности показаний штангенциркулей и штангенглубиномеров не должен превышать величины отсчета по нониусу, т. е. $\pm 0,05$ мм при отсчете 0,05 мм и $\pm 0,1$ мм при отсчете 0,1 мм; при пределе измерений свыше 1000 мм погрешность не должна превышать удвоенную величину отсчета по нониусу. Для штангенрейсмасов предел допускаемой погрешности показаний не должен превышать величины отсчета по нониусу.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Характеристики микрометрических инструментов

Инструменты	Тип	Пределы измерений, мм	Пределы измерений по шкале отчетного устройства, мм	Предел допускаемой погрешности показаний, мм	Измерительное усилие, Н	Назначение
1	2	3	4	5	6	7
<i>Микрометры:</i>						
гладкие	МК	0 – 25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100	0 – 25	±0,004	7 ± 2	Измерение наружных размеров
		100 – 125; 125 – 150; 150 – 175; 175 – 200		±0,005		
		200 – 225; 225 – 250; 250 – 275; 275 – 300		±0,006		
		300 – 400; 400 – 500		±0,008		
		500 – 600		±0,010		
гладкие с плоскими вставками	МВП	0 – 25	0 – 25	±0,005	7 ± 2	Измерение наружных размеров деталей из мягких материалов – кожи, пластмассы, картона
листовые	МЛ	0 – 5;	0 – 5;	±0,004	5 ± 2	Измере-

с циферблатом		0 – 10; 0 – 25	0 – 10; 0 – 25			ние тол- щины листового материала
---------------	--	-------------------	-------------------	--	--	--

Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7
настольные го- ризональные и вертикальные	МГ; МВ	0 – 20; 0 – 10	0 – 10	$\pm 0,003$	5 ± 2	Измере- ние на- ружных размеров неболь- ших дета- лей в при- борострои- тельной и часовой промыш- ленностях
настольные со стрелочным отсчетным уст- ройством	МН-1	0 – 10	$\pm 0,05$	$\pm 0,002$	$0,5 \pm 0,2$	То же
	МН-2				$2 \pm 0,5$	
рычажные со встроенным в корпус отсчет- ным устройст- вом	МР	0 – 25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100	$\pm 0,14$	$\pm 0,003$	6 ± 1	Измере- ние на- ружных размеров до 100 мм
рычажные, ос- нащенные от- счетным уст- ройством	МРИ	10 – 125; 125 – 150; 150 – 200	$\pm 0,1$	$\pm 0,005$	8 ± 2	Измере- ние на- ружных размеров свыше 100 до 2000 мм
		200 – 250; 250 – 300; 300 – 400		$\pm 0,006$		
		400 – 500	3	$\pm 0,007$		
		300 – 400		$\pm 0,007$		
		400 – 500	5	$\pm 0,008$		
		500 – 600		$\pm 0,010$		
		600 – 700		$\pm 0,012$		
		700 – 800		$\pm 0,014$		
		800 – 900	10	$\pm 0,016$		
		900 – 1000		$\pm 0,018$		
		1000 – 1200		$\pm 0,020$		
		1200 – 1400		$\pm 0,025$		
		1400 – 1600	10	$\pm 0,028$		
		1600 – 1800		$\pm 0,032$		
1800 – 2000		$\pm 0,036$				

Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7
трубные	МТ	0 – 25	0 – 25	$\pm 0,004$	5 ± 2	Измерение толщины стенок труб с внутренним диаметром от 12 мм
зубомерные	МЗ	0 – 25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100	0 – 25	$\pm 0,005$	5 ± 2	Контроль длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм
резьбовые со вставками	МВМ	0 – 25; 25 – 50	0 – 25	$\pm 0,015$	7 ± 2	Измерение среднего диаметра метрических (диапазон шагов 0,4 – 6 мм) и дюймовых (3 – 28 ниток на 1") резьб
		50 – 75; 75 – 100		$\pm 0,020$		
		100 – 125; 125 – 150; 150 – 175; 175 – 200		$\pm 0,025$		
		200 – 225; 225 – 250; 250 – 275; 275 – 300; 300 – 325; 325 – 350		$\pm 0,035$		
	МВТ	0 – 20	0 – 20	$\pm 0,015$	7 ± 2	Измерение среднего диаметра трапецидальных резьб (диапазон шагов 2 – 12 мм)
		20 – 45	0 – 25	$\pm 0,020$		
		45 – 70; 70 – 95		$\pm 0,025$		
		95 – 120; 120 – 145; 145 – 170; 170 – 195		$\pm 0,035$		
195 – 220; 220 – 245; 245 – 270; 270 – 295; 295 – 320; 320 – 345						

Окончание прил. Б

1	2	3	4	5	6	7
Микрометри-	ГМ	0 – 100	0 – 25	$\pm 0,005$	5 ± 2	Измере-

<i>ческие глубиномеры</i>		0 – 150		0,006		ние глубины пазов и канавок, высоты уступов
	НМ	50 – 75; 75 – 175; 75 – 600	0 – 13	$\pm 0,004$ (от 50 до 125); $\pm 0,006$ (от 125 до 200); $\pm 0,008$ (от 200 до 325);	–	Измерение внутренних размеров
		150 – 1250; 600 – 2500	0 – 25	$\pm 0,01$ (от 325 до 500); $\pm 0,015$ (от 500 до 800); $\pm 0,02$ (от 800 до 1250)		
	НМИ	1250 – 4000		$\pm (0,025 – 0,060)$		
		2500 – 6000		$\pm (0,05 – 0,09)$		
Примечание. Цена деления микрометрических приборов типов МН-1 и МН-2 составляет 0,001 мм, МР и МРИ (с пределами измерения до 500 мм) – 0,002 мм, остальных – 0,01 мм.						

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Характеристика измерительных головок

Приборы	Тип	Цена деления, мкм	Пределы измерений, мм	Допускаемая погрешность показаний, мкм, в пределах		Измерительное усилие, Н не более, Н
				диапазона измерения	нормированного участка	
1	2	3	4	5	6	7
<i>Индикаторы:</i>						
часового типа	ИЧ 10	10	0 – 10	класс точности 15/20 4/6		2
	ИЧ 5; ИЧ-5Р		0 – 5	12/16	4/6	
	ИЧ 2		0 – 2	10/12	4/6	1,5
	ИТ 2 (торцевые)		0 – 2	10/12	4/6	
рычажно-зубчатые	ИРБ; ИРТ		0,8	10/10	5/5	0,3
многооборотные	1 МИГ	1	0 – 1	2,5	2	2
	2 МИГ	2	0 – 2	5	3	
<i>Головки измерительные:</i>						
рычажно-зубчатые бокового действия	ГИРБ2–30	2	0–0,16	4	2	0,3
	ГИРБ2–60					0,6
рычажно-зубчатые	1 ИГ	1	±0,05	±0,7	±0,4	1
	2 ИГ	2	±0,10	±1,2	±0,8	
пружинные (мик- рокатеры)	01 ИГП	0,1	±0,004	0,15	0,1	1,5
	01 ИГПУ					0,5
	01 ИГПР					0,4 – 1,5
	02 ИГП	0,2	±0,006	0,2	0,15	1,5
	02 ИГПУ					0,5
	02 ИГПР					0,4 – 1,5
	05 ИГП	0,5	±0,015	0,4	0,25	1,5
	05 ИГПУ					0,5
	05 ИГПР					0,4 – 1,5
	1 ИГП	1	±0,03	0,6	0,4	2
	1 ИГПУ					0,5
	1 ИГПР					0,4 – 1,5
	2 ИГП	2	±0,06	1,2	0,8	2
	5 ИГП	5	±0,15	3,0	2,0	3
10 ИГП	10	±0,30	5,0	3,0	3	

Окончание прил. В

1	2	3	4	5	6	7
пружинные малогабаритные –	02-ИПМ	0,2	±0,01	0,3	0,15	1
	02-ИПМУ					0,5

микаторы	05-ИПМ	0,5	$\pm 0,025$	0,5	0,3	1,5
	05-ИПМУ					0,5
	1-ИПМ	1	$\pm 0,05$	1,0	0,5	1,5
	2-ИПМУ					0,5
рычажно-пружинные (минимикаторы)	ИРП с длинным наконечником	2	$\pm 0,08$	2	1	0,2
	ИРП с коротким наконечником	1	$\pm 0,04$	1	0,5	0,5
Примечание. В числителе приведена допускаемая погрешность показаний для индикаторов часового типа 0-го класса точности, а знаменателе – 1-го.						

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Характеристика скоб с отсчетным устройством

Приборы (тип)	Пределы измерений, мм	Отсчетное устройство		Предел допускаемой погрешности показаний, мм	Измерительное усилие, Н
		цена деления, мм	пределы измерений, мм		
<i>Скобы рычажные (СР)</i>	0 – 25	0,002	±0,014	±0,002	6 ± 1
	25 – 50;				8 ± 2
	50 – 75;				
	75 – 100;				
	100 – 125;				
125 – 150					
<i>Скобы индикаторные (СИ)</i>	0 – 50	0,01	3	±0,008	6 ± 1
	50 – 100			±0,010	8 ± 2
	100 – 200			±0,012	
	200 – 300			±0,015	
	300 – 400				
	400 – 500				
	500 – 600				
	600 – 700				
	700 – 850		5	±0,020	10 ± 2
850 – 1000					

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Характеристика индикаторных глубиномеров
и нутромеров

Приборы	Цена деления отсчетного устройства, мм	Пределы измерения, мм	Наибольшая глубина измерения, мм	Перемещение измерительного стержня от нулевого положения, мм	Предел допускаемой погрешности на всем диапазоне измерения, мм	Измерительное усилие, Н	
<i>Глубиномеры</i>	0,01	0 – 100	100	–	–	2 ± 8	
<i>Нутромеры индикаторные</i>	0,01	6 – 10	50	$\pm 0,3$	$\pm 0,012$	$3,5 \pm 1$	
		10 – 18	130	$\pm 0,04$			
		18 – 35	135	$\pm 0,75$			
		35 – 50	150	$\pm 1,0$	$\pm 0,015$		
		50 – 100	200	± 2	$\pm 0,018$		5^{+2}_{-1}
		100 – 160	300				
		160 – 250	400	± 3	$\pm 0,022$		7 ± 2
		250 – 450	500				
	450 – 700	Не ограничивается	± 4				
	0,001 или 0,002	3 – 6	20	–	$\pm 0,0015$	$1^{+1,5}$	
		6 – 10	30				
	0,002	10 – 18	50		$\pm 0,0025$	$\pm 0,0025$	$3^{+1,5}_{-1,0}$
		18 – 50	150				
		50 – 100	200				
		100 – 160	300				
160 – 260		300					

Библиографический список

Основная учебная литература

1. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебник / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва : Абрис, 2012. – 792 с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/117501/>.

Дополнительная учебная, учебно-методическая литература

1. Гончаров, А. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Строительство" / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов. – 5-е изд., стер. – Москва : Академия, 2007. – 240 с. – (Высшее профессиональное образование).

2. Гончаров, А. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Строительство" / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов. – 6-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – 240 с. – (Высшее профессиональное образование).

3. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров, и дипломир. спец. в обл. техники и технологии / Ю. В. Димов. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 432 с. – (Учебник для вузов).

4. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров, и дипломир. спец. в обл. техники и технологии / Ю. В. Димов. – 2-е изд. – Москва : Питер, 2004. – 432 с. – (Учебник для вузов).

5. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров, и дипломированных специалистов в области техники и технологии / Ю. В. Димов. – 3-е изд. – Москва : Питер, 2010. – 464 с. – (Учебник для вузов).

6. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по машиностроит. спец. / [А. И. Аристов и др.]. – Москва : Академия, 2006. – 384 с. – (Высшее профессиональное образование).

7. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по машиностроит. спец. / [А. И. Аристов и др.]. – 2-е изд., испр. – Москва : Академия, 2007. – 384 с. – (Высшее профессиональное образование).

8. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по машиностроительным направлениям подготовки и спец. / [А. И. Аристов [и др.]]. – 4-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – 384 с. – (Высшее профессиональное образование).

9. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / О. А. Леонов [и др.] ; под ред. О. А. Леонова. – Москва : КолосС, 2009. – 568 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

10. Метрология, стандартизация, сертификация [Электронный ресурс] : лаб. практикум для студ. всех спец. и направлений бакалавриата, изучающих дисциплину "Метрология, стандартизация, сертификация" : самост. электрон. изд. / Сыкт. лесн. ин-т – фил. ГОУ ВПО "С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова", Каф. общетехн. дисциплин ; сост. : А. Ф. Кульминский, А. В. Андронов. – Изд. 2-е, перераб. – Электрон. текстовые дан. (1 файл в формате pdf: 11,7 Мб). – Сыктывкар : СЛИ, 2010. – on-line. – Систем. требования: Acrobat Reader (любая версия). – Загл. с титул. экран. – Режим доступа : <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000144.pdf>.

11. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлениям подготовки в области

техники и технологии / К. К. Ким [и др.] ; под ред. К. К. Кима. – Москва : Питер, 2006. – 368 с. – (Учебное пособие).

12. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и по направлениям подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и "Автоматизированные технологии производства" / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 2007. – 791 с.

13. Сергеев, А. Г. Метрология и метрологическое обеспечение [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Метрология и метрологическое обеспечение" (200501), "Стандартизация и сертификация" (200503) и "Управление качеством" (220501) / А. Г. Сергеев. – Москва : Высш. образование, 2008. – 575 с. – (Основы наук).

14. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация, сертификация [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев, В. В. Терегеря. – Москва : Логос, 2003. – 536 с.

15. Стриженко, В. В. Метрология, стандартизация, сертификация [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 250300 "Технология и оборудование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств" и направлению подготовки дипломированных специалистов 250400 "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" / В. В. Стриженко, В. А. Беляков ; ГОУ ВПО "Моск. гос. ун-т леса". – Москва : МГУЛ, 2008. – 150 с.

16. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. пособие для студ., обучающихся по направлениям подготовки 654100 "Электроника и микроэлектроника" и 654600 "Информатика и вычислительная техника" / В. Е. Эрастов. – Москва : ФОРУМ, 2008. – 208 с. – (Высшее образование).

Дополнительная литература

1. Стандарты и качество [Текст] : научно-техническое издание. – Выходит ежемесячно.

2008 № 7-12;

2009 № 1-7,9;

2010 № 1-6;

2012 № 1-6.

Электронные информационные ресурсы

1. Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс] : от 26.06.2008 № 102-ФЗ : ред. от 28.07.2012 // СПС «Консультант Плюс».

2. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : от 27.12.2002 № 184-ФЗ : ред. от 03.12.2012 // СПС «Консультант Плюс».