

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»

ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов направлений:

151900.62, 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»;

150700.62, 15.03.01 «Машиностроение»; 050100.62 «Педагогическое
образование»

Курган 2016

Кафедра «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты».

Дисциплины: «Нормирование точности и технические измерения»
«Метрология, стандартизация и сертификация»; «Основы стандартизации, метрологии и сертификации»; «Основы взаимозаменяемости».

Составил: канд. техн. наук, проф. А.И. Семакин.

Составлены на основе переработанных и дополненных методических указаний к выполнению лабораторной работы Семакин, А. И. Штанген-инструменты [Текст] / А. И. Семакин, П. А. Гудков, Л. В. Андреева. – Курган : Изд-во Курганского машиностроительного ин-та, 1987. – 14 с.

Утверждены на заседании кафедры 18 ноября 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета 19 декабря 2014 г.

ВВЕДЕНИЕ

Цель лабораторной работы: ознакомиться с перечнем и видами штангенинструмента; изучить их устройство; освоить практические навыки измерения размеров деталей с помощью этих инструментов; закрепить полученные на лекционных занятиях знания о методах и средствах контроля деталей с помощью универсальных измерительных средств.

Средства измерения, применяемые в машиностроении, по назначению можно разделить на универсальные и специальные.

Штангенинструменты относятся к универсальным измерительным средствам. Они применяются для различных измерений: штангенциркули – для измерения размеров наружных и внутренних поверхностей деталей; штангенглубиномеры – для измерения глубины отверстий и пазов; штангенрейсмасы – для измерения высоты изделий и разметочных работ; штангензубомеры – для измерения толщины зуба зубчатого колеса.

Штангенинструменты имеют отсчётное устройство в виде линейки с основной шкалой, по которой перемещается линейка со шкалой нониуса, т.е. измерение ведётся с отсчётом по нониусу. Кроме того, существуют штангенциркули с отсчётом по круговой шкале и с электронным цифровым отсчётным устройством.

Нониус позволяет отсчитывать дробные доли деления основной шкалы штангенинструмента. Цена деления нониуса в зависимости от типоразмера и класса точности штангенинструмента составляет 0,05–0,2 мм. Цену деления шкалы нониуса можно рассчитать следующим образом: цена деления основной шкалы делится на количество делений нониуса.

В зависимости от типоразмера штангенинструмента величина измеряемой им длины достигает 2000 мм.

К специальным средствам измерения относятся измерительные приборы, специальные контрольные устройства и приспособления, гладкие предельные калибры и специальные шаблоны

1 ШТАНГЕНЦИРКУЛИ

ГОСТ 166-89 предусматривает штангенциркули с отсчётом по нониусу (ШЦ), с отсчётом по круговой шкале (ШЦК) и с электронным цифровым отсчётным устройством (ШЦЦ).

В настоящей лабораторной работе применяются только штан-

генциркули ШЦ, соответствующие 1 и 2 классам точности.

Штангенциркуль ШЦ-1 имеет предел измерений до 125 мм и цену деления нониуса 0,1 мм. На рисунке 1 показано использование штангенциркуля для измерения диаметра отверстия детали 15, диаметра вала 16, а также глубины паза детали 14.

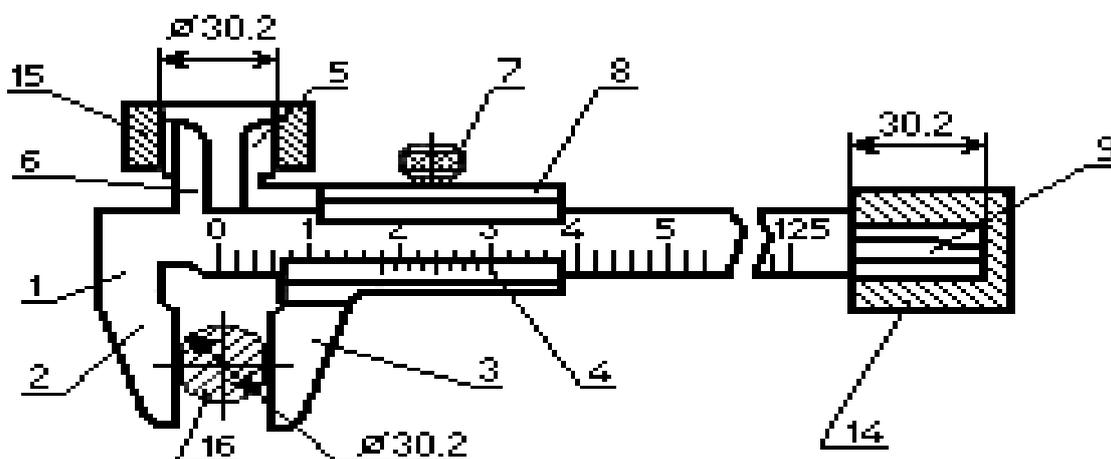


Рисунок 1 – Измерение деталей штангенциркулем ШЦ-1

Штангенциркуль состоит из штанги 1 с нанесённой на ней основной миллиметровой шкалой и перемещаемой от руки рамки 8 со шкалой 4 нониуса. На штанге и рамке имеются нижние губки 2, 3 для наружных измерений и верхние 5, 6 для внутренних измерений. Для измерения высотных размеров используют линейку 9. Для закрепления рамки на штанге служит винт 7.

Другие штангенциркули ШЦ применяются для измерений размеров в зависимости от типоразмера в пределах 0–2000 мм, а цена деления нониуса составляет 0,05–0,2 мм.

На рисунке 2 показан штангенциркуль ШЦ-2. Цифры, нанесённые на нониусе, обозначают обычно не номера делений, а произведение номера деления на точность отсчёта по нониусу. На рисунке против 5-го деления нониуса стоит число 25, что означает $5 \times 0,05 = 0,25$ мм. Перемещение рамки 8 по штанге 1 осуществляется от руки или с помощью микрометрической подачи 10, что обеспечивает плавное перемещение рамки по штанге. Рамка 8 на штанге 1 закрепляется винтом 7. Микрометрическая подача состоит из микрометрического винта 12, одним концом скреплённого с рамкой 8, и гайки 11, расположенной в прорези хомутика 10. При зажатом стопорном винте 13 вращение гайки вызывает перемещение рамки с нониусом вдоль

штанги. Такое устройство позволяет произвести быстрый подвод измерительных губок инструмента к детали с последующим плавным подводом их к измеряемой поверхности, что способствует повышению точности измерения и бережному сохранению инструмента.

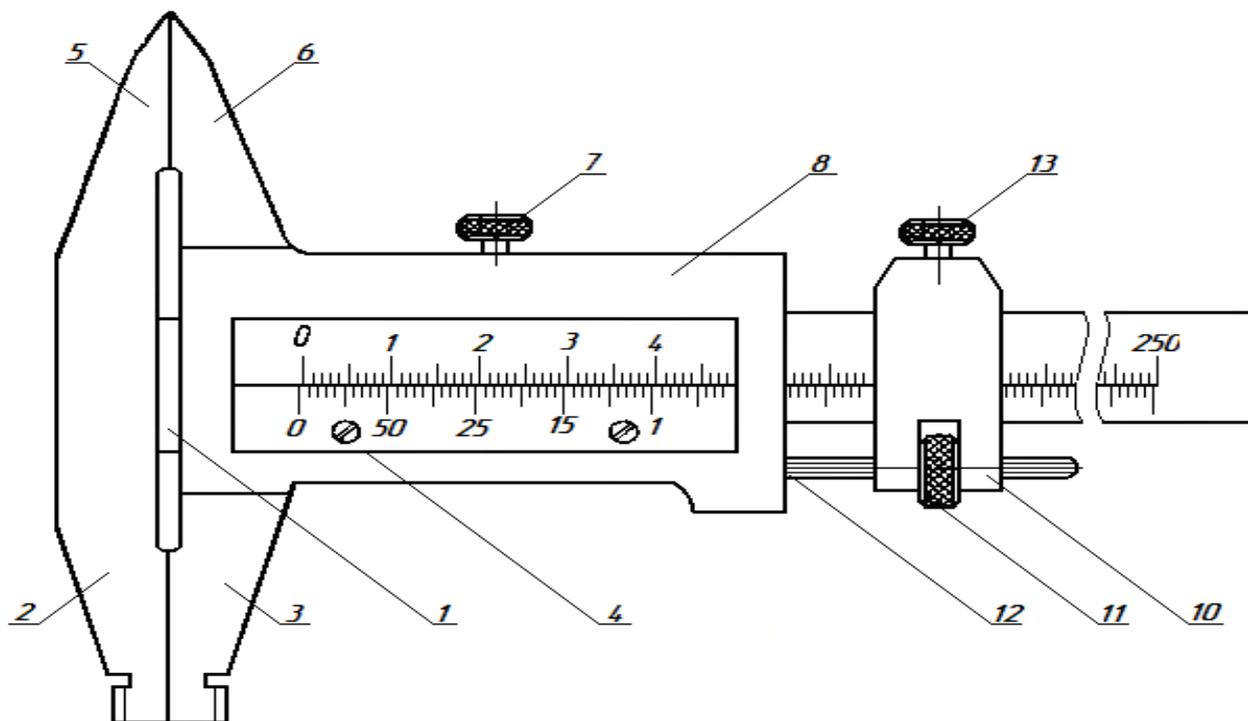


Рисунок 2 – Штангенциркуль ШЦ-2

При сведённых губках штангенциркуля нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением основной шкалы. Если нулевые деления не совпадают, необходимо ввести соответствующую поправку. Наружные измерения можно выполнять верхними и нижними губками. Для разметки служат только верхние губки. Концы губок изготавливают с острым углом. Для внутренних измерений предназначены нижние губки, у которых внешние измерительные поверхности имеют цилиндрическую форму с радиусом не более половины суммарной толщины губок, их размер маркируется на одной из губок.

Находит применение и штангенциркули ШЦ-3 с односторонними губками (рисунок 3) с ценой деления нониуса 0,1 мм и пределами измерения 0–630 мм (4 диапазона).

Штангенциркули ШЦ-3 применяются для измерения размеров наружных и внутренних поверхностей деталей.

Наличие нижних губок, у которых внешние измерительные поверхности выполнены по радиусу, позволяет измерять размеры диаметров отверстий.

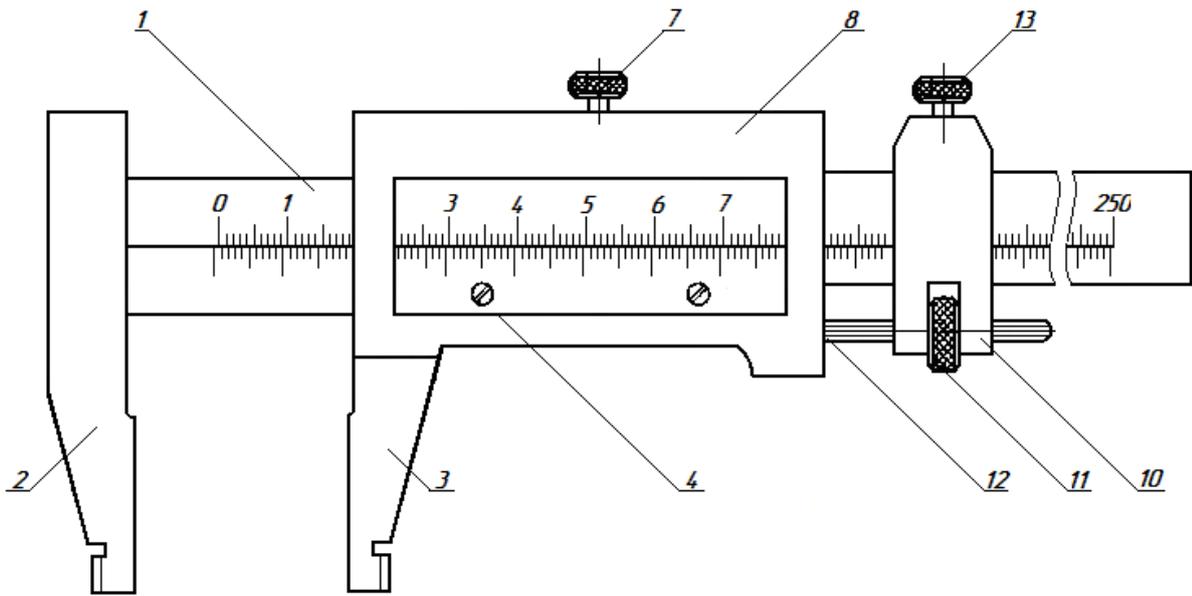


Рисунок 3 – Штангенциркуль ШЦ-3

2 ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕР

Штангенглубиномер выпускаются по ГОСТ 162-90 трёх типов: ШГ– с отсчётом по нониусу (рисунок 4); ШГК– с отсчётным устройством с круговой шкалой; ШГЦ – с электронным цифровым отсчётным устройством.

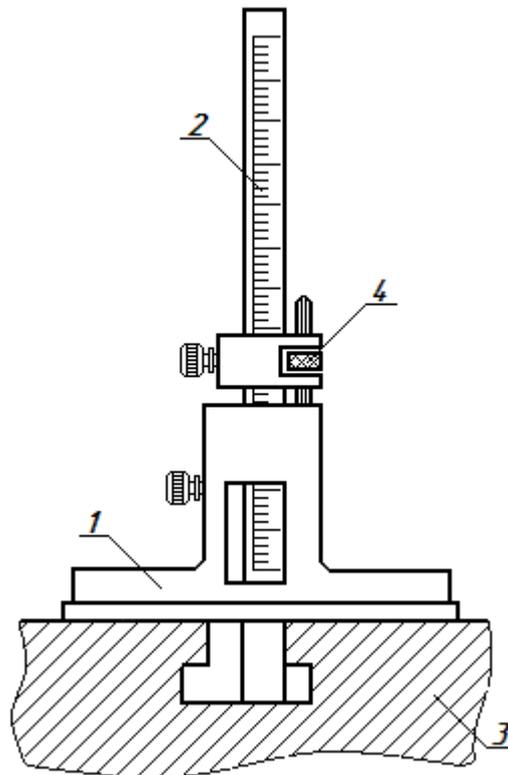


Рисунок 4 – Штангенглубиномер ШГ

Штангенглубиномеры ШГ в зависимости от типоразмера применяются для измерений глубин в пределах 0–1000 мм (7 диапазонов) с ценой деления нониуса 0,05 и 0,1 мм.

Штангенглубиномер ШГ состоит из подвижной рамки, которая представляет собой одно целое с траверсой 1, и штанги 2. При измерении размеров детали 3 одной измерительной поверхностью является плоскость траверсы, другой – торец штанги 2, перемещаемый внутри траверсы. Штангенглубиномер оснащён микрометрической подачей.

3 ШТАНГЕНРЕЙСМАС

Штангенрейсмасы выпускаются по ГОСТ 164-90, так же как и другой штангенинструмент, трёх типов: ШР – с отсчётом по нониусу (рисунок 5); ШРК – с отсчётным устройством с круговой шкалой; ШРЦ – с электронным цифровым отсчётным устройством.

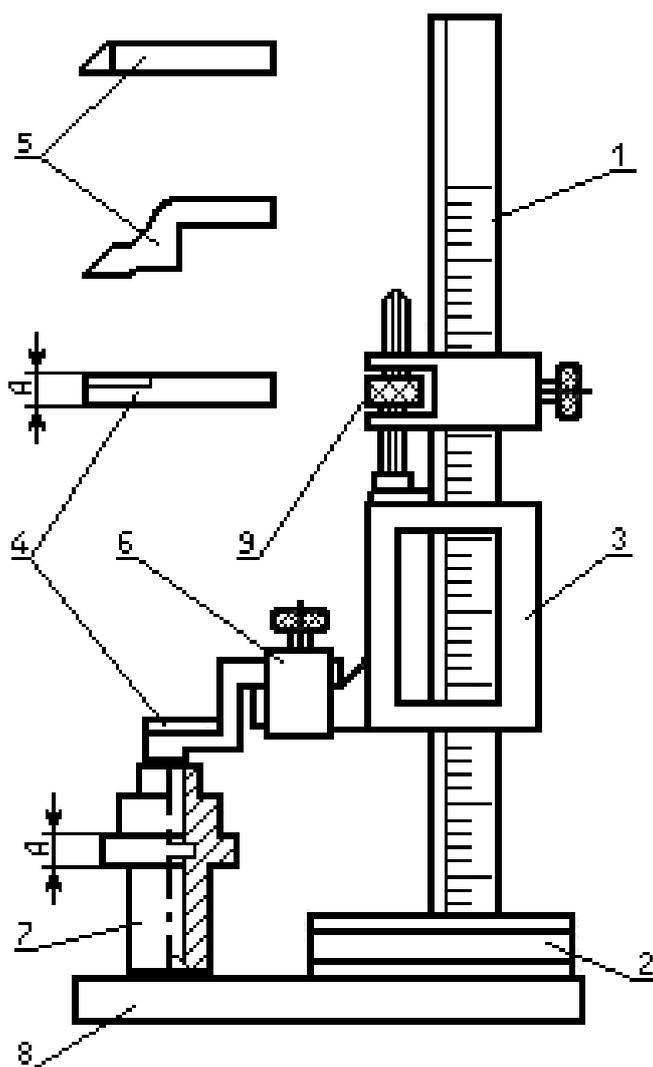


Рисунок 5 – Штангенрейсмас ШР

Штангенрейсмасы в зависимости от типоразмера применяются для измерений размеров до 2500 мм. Они имеют цену деления нониуса 0,05 и 0,1 мм. Штангенрейсмас является основным измерительным инструментом в машиностроении для разметки деталей. Он также применяется для измерения высотных размеров деталей 7, устанавливаемых для этого на поверочную плиту 8.

Штангенрейсмас состоит из штанги 1, неподвижно соединённой с массивным основанием 2, и подвижной рамки 3 с нониусом.

Рамка подобна подвижной рамке штангенциркуля. Отличие состоит в том, что в рамке штангенрейсмаса с помощью державки 6 закрепляются измерительные ножки 4 или разметочные ножки 5. С помощью измерительной ножки 4 можно измерить высоту деталей, а также расстояния от различных уступов до основания детали. Если в качестве измерительной поверхности используется верхняя измерительная поверхность ножки 4, искомый размер равен отсчитанному по шкале штангенрейсмаса размеру плюс высота ножки «А». При соприкосновении измерительной поверхности ножки 4 или 5 с основанием поверочной плиты нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением основной шкалы или с той цифрой, которая стоит от начала отсчёта.

4 ШТАНГЕНЗУБОМЕР

Штангензубомер (рисунок 6) достаточно широко применяется в качестве универсального измерительного инструмента при изготовлении зубчатых колёс.

При смещении исходного контура происходит уменьшение толщины зуба зубчатого колеса, что обеспечивает боковой зазор в зубчатой передаче (рисунок 6 а). Штангензубомер применяется для измерения толщины зуба зубчатого колеса по хорде одной из окружностей, например делительной.

Как правило, измерение толщины зуба производится по постоянной хорде. Постоянная хорда MN (рисунок 6 б) – прямая, соединяющая точки касания исходного контура с профилем зуба или впадины. Длина постоянной хорды остается неизменной для одного и того же модуля зубчатого колеса и угла исходного контура и не зависит от числа зубьев колеса.

Постоянная хорда расположена на расстоянии h_c от окружности выступов, на котором измеряется толщина зуба S_c (рисунок 6 б).

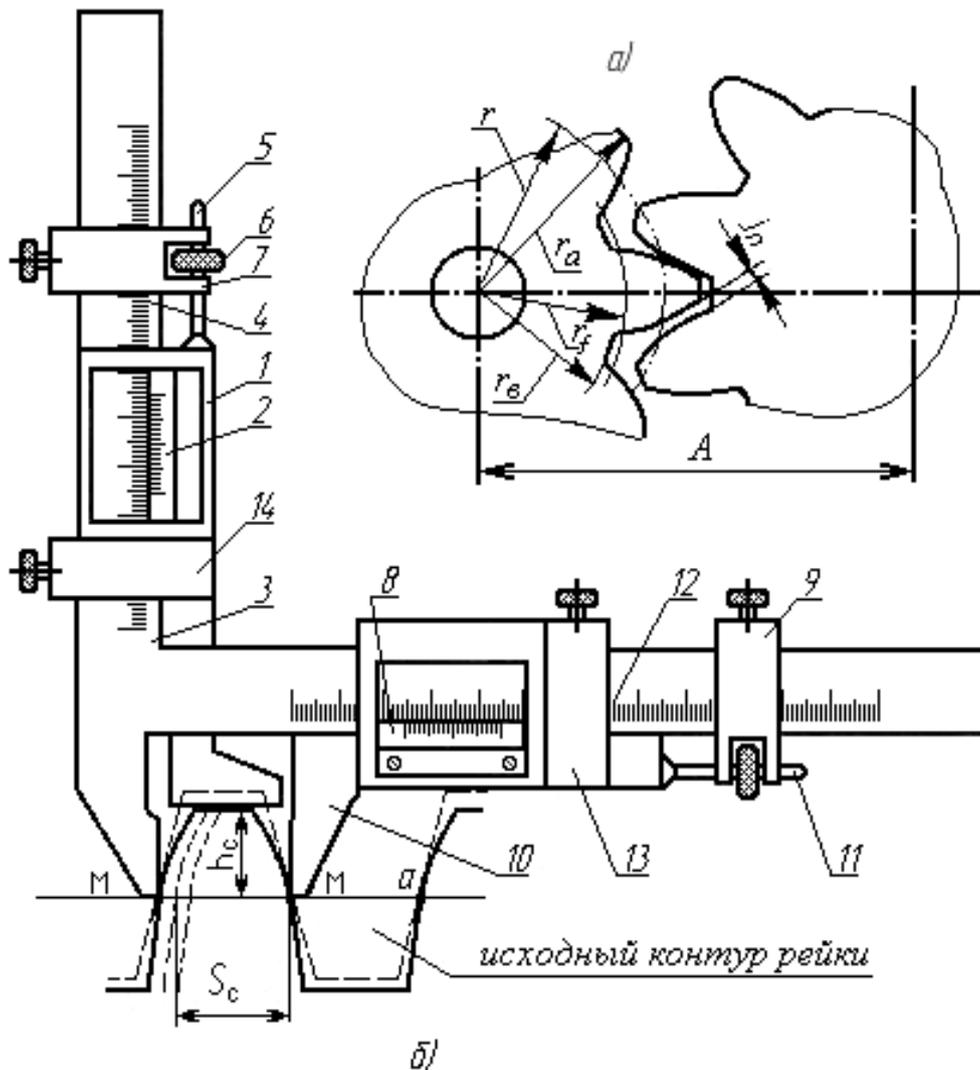


Рисунок 6 – Измерение толщины зуба по постоянной хорде с помощью штангензубомера

Величины S_c и h_c для некоррегированного зубчатого колеса с углом исходного контура $\alpha = 20^\circ$ равны:

$$S_c = 1,337m, h_c = 0,7476m,$$

где m – модуль колеса, равный $m = \frac{d_\alpha}{z+2}$;

d_α – диаметр окружности выступов колеса;

z – число зубьев колеса.

Штангензубомер (рисунок 6 б) представляет собой угольник с двумя перпендикулярными линейками 4 и 12. По линейке 12, на которой нанесена миллиметровая шкала, перемещается движок 13 с измерительной губкой 10. На движке 13 закреплен нониус 8 с ценой деления 0,02 мм. По высотной линейке 4, на которой также нанесена

миллиметровая шкала, перемещается движок 14 с упором 1. На движке 14 закреплён нониус 2 с ценой деления 0,02 мм. На линейке 4 расположена измерительная губка 3. Точная установка движков 13 и 14 осуществляется с помощью микрометрической подачи хомутиков 9 и 7. Измерение толщины зуба по постоянной хорде производится следующим образом. Упор движка 14 устанавливается на расстоянии h_c от кромок измерительных губок 3 и 10. Торце упора 1 устанавливается на вершину зуба; измерительные губки 3 и 10 сводятся до соприкосновения с боковыми сторонами зуба. Установка упора 1 на величину h_c производится по линейке 4 и нониусу 2. Отсчёт действительной толщины зуба производится по линейке 12 и нониусу 8. При совпадении торца упора 1 с кромками губок 3 и 10 нулевое деление нониуса 2 должно совпадать с нулевым делением линейки 4. При соприкосновении измерительных губок 3 и 10 нулевое деление нониуса 8 должно совпадать с нулевым делением линейки 12.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

5.1 Ознакомиться с руководством по обращению со штанген-инструментами.

5.2 Дать характеристику инструментам: определить завод–изготовитель, пределы измерения и цену деления, занести эти данные в таблицу А.1 отчёта.

5.3 Протереть измерительные поверхности инструмента и поверхности измеряемой детали сухой мягкой салфеткой.

5.4 Проверить у всех штангенинструментов совпадение нулевого деления нониуса с нулевым делением основной шкалы. Если эти деления не совпадают, определить соответствующие поправки.

5.5 У контролируемой детали замерить соответствующими штангенинструментами действительные размеры поверхностей, указанные в таблице А.2 отчёта. Измерения каждым инструментом повторить 3 раза, затем подсчитать среднее арифметическое. Занести данные замеров в таблицу А.2.

5.6 У зубчатого колеса определить величину модуля, подсчитать величины S_c и h_c по приведённым формулам, записать в отчёт.

5.7 Штангензубомером замерить толщину у трёх любых зубьев зубчатого колеса согласно рисунку 6. Измерения толщины любого зуба повторить 3 раза. Подсчитать средние арифметические величины. Заполнить таблицу А.3 отчёта. Сравнить толщины зубьев, под-

считанные по формуле и измеренные практически, и сделать выводы.

5.8 Оформить отчёт (приложение А).

6 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ РАБОТЫ

- 1 Штангенциркуль, штангенглубиномер, штангенрейсмас, штангензубомер.
- 2 Поверочная плита.
- 3 Контролируемые детали.
- 4 Обтирочный материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Анухин, В. И. Допуски и посадки [Текст] : учебное пособие / В. И. Анухин. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – 256 с.
- 2 Допуски и посадки [Текст] : справочник : в 2 ч. / В. Д. Мягков и др. ; под ред. В. Д. Мягкова. – Л. : Машиностроение, 1983. – 1032 с.
- 3 Палей, М. А. Допуски и посадки [Текст] : справочник : в 2 т. / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – 9-е изд. – СПб. : Изд-во «Политехника», 2009. – 1159 с.
- 4 Якушев, А. И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] : учебник для машиностр. и приборостроит. спец. вузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – 6-е изд. – М. : Машиностроение, 1986. – 350 с.
- 5 Тайц, В. А. Точность и контроль зубчатых колес [Текст] / В. А. Тайц. – М. : Машиностроение 1971. – 368 с.
- 6 Васильев, А. С. Основы метрологии и технические измерения [Текст] : учебное пособие для технических училищ / А. С. Васильев. – М. : Машиностроение, 1980. – 192 с.
- 7 Государственные стандарты.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец оформления отчёта

ОТЧЁТ по лабораторной работе «Штангенинструменты»

Таблица А.1 – Характеристика инструментов

Наименование	Завод-изготовитель	Пределы измерений	Цена деления	
			основной шкалы	нониуса

Таблица А.2 – Результаты измерений размеров деталей

Наименование инструмента	Результат проверки нуля	Измеряемый размер	Результаты измерений			Среднее арифметическое
Штангенциркуль						
Штанген-глубиномер						
Штангенрейсмас						

Таблица А.3 – Результаты измерения толщины зубьев шестерни

№ зуба	1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
№ измерения									
Результаты измерений S_c									
Среднее арифметическое									

Характеристика зубчатого колеса:
число зубьев z ;
модуль m ;
диаметр окружности выступов d_a ;
расстояние до постоянной хорды h_c ;
толщина зуба по постоянной хорде S_c .

Работу выполнили студенты группы: _____

_____ 201_г.

Работу принял: _____

_____ 201_г.

Содержание

Введение.....	3
1 Штангенциркули.....	3
2 Штангенглубиномер.....	6
3 Штангенрейсмас.....	7
4 Штангензубомер.....	8
5 Порядок выполнения лабораторной работы.....	10
6 Материально-техническое оснащение работы.....	11
Список литературы.....	12
Приложение А.....	13

Семакин Анатолий Иванович

ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов направлений:
151900.62, 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»;
150700.62, 15.03.01 «Машиностроение»;
050100.62 «Педагогическое образование»

Редактор О. Г. Арефьева

Подписано в печать	Формат 60×84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,0	Уч.-изд. л. 1,0
Заказ	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.