

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

**ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛОВ И  
НЕМЕТАЛЛОВ ПОРТАТИВНЫМ ИЗМЕРИТЕЛЕМ ШЕРОХОВАТОСТИ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
для студентов, обучающихся направлению  
27.03.01 «Стандартизация и метрология»



Курган 2015

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Дисциплина: «Методы и средства измерения, испытаний и контроля»  
(направления 27.03.01).

Составил: канд. техн. наук, доцент В.В. Марфицын,  
канд. техн. наук, доцент В.Е. Овсянников.

Утверждены на заседании кафедры «25» февраля 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета «19» декабря 2014 г.

## Содержание

1 Цель работы.....	5
2 Теоретическое введение.....	5
3 Принцип работы и конструкция прибора.....	7
4 Правила эксплуатации прибора.....	9
5 Указания по выполнению работы.....	10
6 Контрольные вопросы.....	10
Список литературы.....	11

# 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Заключается в изучении основных теоретических положений, связанных с нормированием и измерением показателей шероховатости поверхности, и получить практические навыки использования портативного профилометра для контроля шероховатости.

Средства измерения и измеряемые объекты.

- а) портативный профилометр TR 100;
- б) измеряемые образцы;
- в) образцы шероховатости.

Требуется: определить параметры шероховатости измеряемых образцов.

## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Действующий ГОСТ 2789-73 регламентирует следующие параметры шероховатости рисунке 1:

- 1) среднее арифметическое отклонение профиля  $Ra$ , мкм;
- 2) высота неровностей профиля по десяти точкам  $Rz$ , мкм;
- 3) наибольшая высота неровности  $Rmax$ , мкм – расстояние между линией выступов профиля в пределах базовой точки;

Между высотными параметрами  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $Rmax$  установлены следующие корреляционные зависимости:

для лезвийной обработки  $Rz=5 \cdot Ra$ ;  $Rmax=6 \cdot Ra$ ;

для шлифования  $Rz=5.5 \cdot Ra$ ;  $Rmax=7 \cdot Ra$ ;

для полирования и притирки  $Rz=4 \cdot Ra$ ;  $Rmax=5 \cdot Ra$ ;

4) средний шаг неровностей  $Sm$ ;

5) средний шаг неровностей по вершинам  $S$ ;

6) относительная опорная длина профиля  $tp$ , %;

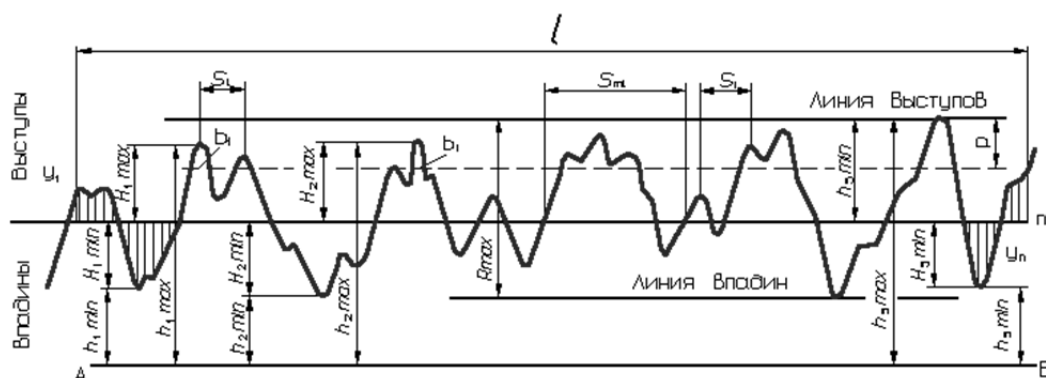


Рисунок 1 – Параметры шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73

По международному стандарту ISO 4281/1-1984 для характеристики шероховатости поверхности используется большое количество параметров, кроме указанных выше применяется:

- 1) среднеквадратическое отклонение профиля  $Rq$ ;
- 2) высота сглаживания профиля шероховатости  $Rp$ ;

- 3) глубина сглаживания профиля шероховатости  $R_v$ ;
4. Среднеквадратический наклон профиля  $\Delta q$ ;
5. Среднеарифметический наклон профиля  $\Delta a$ ;

Оценка шероховатости поверхности может осуществляться качественными и количественными методами. Классификация методов оценки шероховатости приведена на рисунке 2.

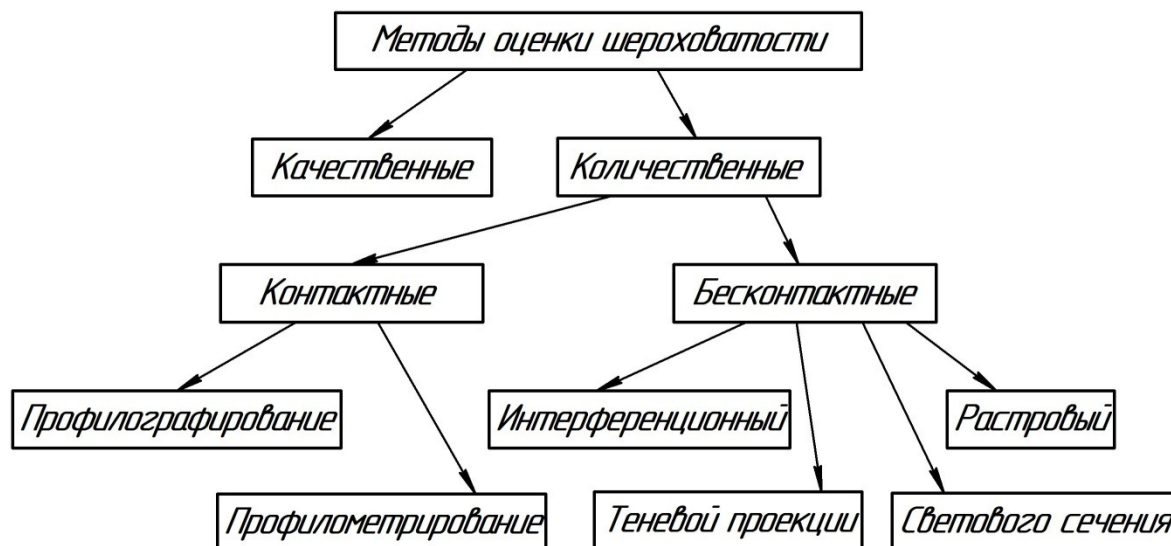


Рисунок 2 – Классификация методов оценки шероховатости

Качественные методы оценки основаны на сравнении обработанной поверхности с образцами шероховатости. Количественные методы основаны на измерении микронеровностей специальными приборами. Контроль шероховатости путем сравнения со стандартными образцами или аттестованной деталью широко используется в цеховых условиях.

Наибольшее распространение для бесконтактных измерений шероховатостей получили оптические приборы: светового сечения, тенево́й проекции и интерференции света. Измерение параметров шероховатости оптическими приборами производится бесконтактными методами, среди которых наибольшее распространение получили методы светового сечения, тенево́го сечения, микроинтерференционные, с применением растров.

Метод светового сечения заключается в том, что пучок световых лучей, поступающих от источника света через узкую щель, направляется на контролируемую поверхность, отражаясь от этой поверхности, лучи переносят изображение щели в плоскость фокуса окуляра, по полученной картине оценивается шероховатость поверхности.

При использовании микроинтерференционного метода, шероховатость поверхности оценивается по интерференционной картине. В местах выступов и впадин на исследуемой поверхности интерференционные полосы искривляются. Степень искривления полос и характеризует неровность поверхности.

Идея растрового метода заключается в следующем: если на испытываемую поверхность наложить стеклянную пластинку, на которую нанесены с малым шагом штрихи (растровая сетка), при наклонном падении лучей отражен-

ная растровая сетка накладывается на штрихи самой сетки, и наблюдаются муровые полосы, по которым и оценивается шероховатость поверхности.

При оценке шероховатости поверхностей сложной формы и в случае трудного доступа к исследуемой поверхности применяют так называемый метод слепков, заключающийся в снятии копий (как правило, «негативных») поверхностей для последующего измерения по ним высоты неровностей.

При щуповом (контактном) методе измерения неровностей поверхности в качестве щупа используют остро заточенную иглу, поступательно перемещающуюся по определенной трассе относительно поверхности. Ось иглы располагают по нормали к поверхности. Опускаясь во впадины, а затем, поднимаясь на выступы во время движения ощупывающей головки по испытываемой поверхности, игла колеблется относительно головки соответственно огибаемому профилю. Механические колебания иглы преобразуются, как правило, в электрические при помощи электромеханического преобразователя того или иного типа. Снятый с преобразователя полезный сигнал усиливают, а затем измеряют его параметры, характеризующие неровности исследуемой поверхности (профилометрирование), или записывают параметры профиля поверхности в заранее выбранных вертикальном и горизонтальном масштабах (профилографирование).

В практике промышленного производства наибольшее распространение получили щуповые методы. Появление портативных приборов – измерителей шероховатости позволяет проводить экспресс-контроль обработанных поверхностей непосредственно в цеховых условиях.

### **3 ПРИНЦИП РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА**

Действие прибора основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа и преобразования, возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям. Результаты измерения параметров шероховатости выводятся на жидкокристаллический дисплей. Преобразователь, которым управляет двигатель, производит линейное, равномерное движение по измеряемой поверхности, контактный щуп в перпендикулярном направлении с шагом по поверхности совершает движение вверх и вниз, в соответствии с профилем измеряемой поверхности. Движение – преобразуется в электрический сигнал, который усиливается и преобразуется в цифровой, поступающий на А/Д. Сигнал обрабатывается центральным процессором в Ra и Rz значения прежде, чем показывается на экране.

Базовая компоновка и внешний вид прибора показаны на рисунке 3.

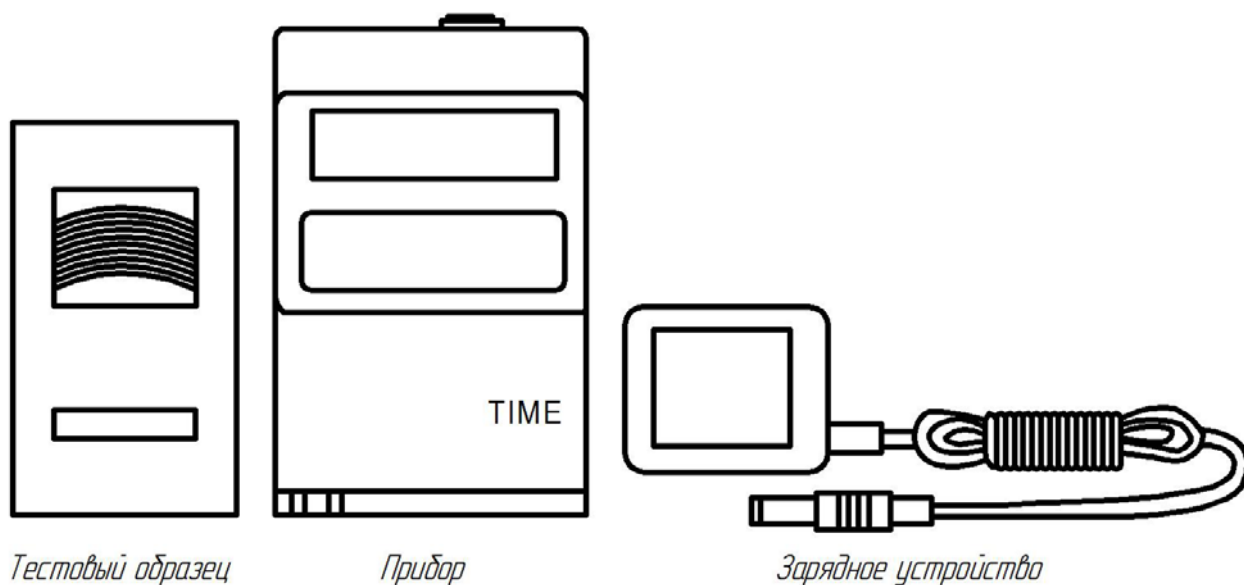
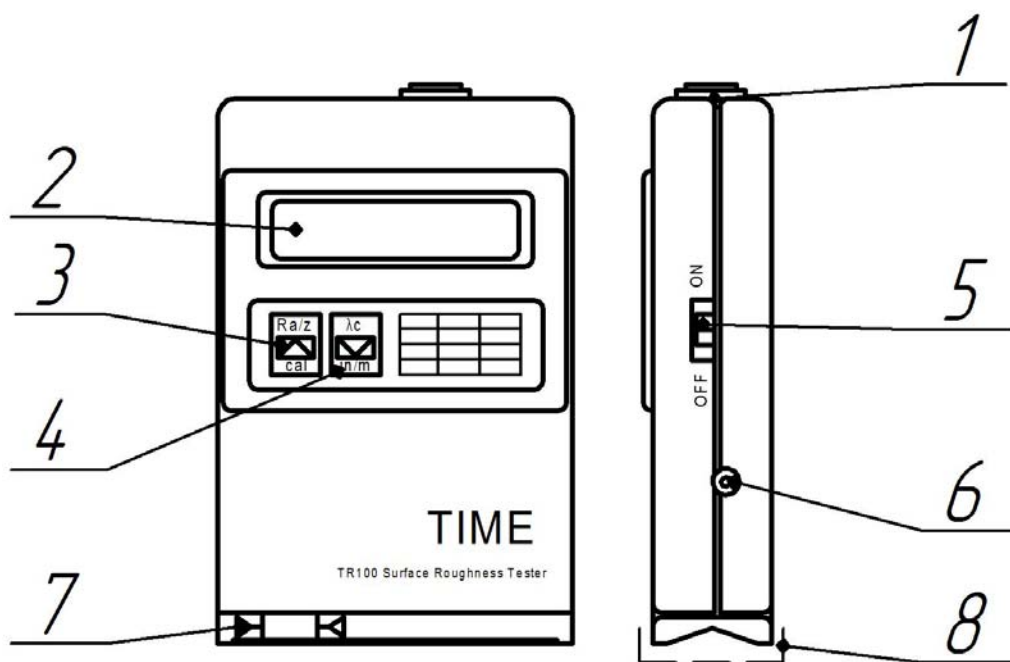


Рисунок 3 – Базовая компоновка и внешний вид прибора

Конструкция базового блока представлена на рисунке 4.



- 1 – кнопка запуска измерения;
  - 2 – ЖК экран;
  - 3 – клавиатура (кнопка) 1;
  - 4 – Клавиатура (кнопка) 2;
  - 5 – вкл\выкл выключатель;
  - 6 – зарядное гнездо;
  - 7 – контактный щуп;
  - 8 – защитный колпачок для контактного щупа
- Рисунок 4 – Конструкция базового блока

## 4 ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

При включении прибора кратковременно происходит полный показ экрана.

После звукового сигнала, прибор готов к работе (на экране появляются измеряемые параметры и выборочная длина для предыдущего испытания).

Перед началом измерения, выберите необходимый параметр Ra или Rz и необходимую выборочную длину 2.5, 0.8, 0,25.

После включения прибора, нажимают клавишу 3 (см. рисунок 4) и выбирают Ra или Rz, затем нажимают клавишу 4 (см. рисунок 4) и выбирают 0.25, 0.8, или 2.5.

После того, как параметры выбраны, измерение можно начинать. Местоположение метки 7 (см. рисунок 4) соответствует испытываемой области. Поставьте прибор меткой на исследуемую область, нажмите кнопку пуска, измерение начнётся автоматически. Когда прозвучит два сигнала, измерение закончено, и на экране появится измеренное значение.

**Внимание!** Во время движения датчика держите прибор на контролируемой детали устойчиво, чтобы не уменьшить точность измерения.

Данные по выбору значений базовой длины приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендации по выбору значений базовой длины

Ra (мкм)	Rz (мкм)	Рекомендуемые длины отрезков
40-80	>160-320	8
>20-40	>80-160	
>10-20	>40-80	
>5-10	>20-40	2.5
>2.5-5	>10-20	
>1.25-2.5	>6.3-10	0.8
>0.63-1.25	>3.2-6.3	
>0.32-0.63	>1.6-3.2	
>0.25-0.32	>1.25-1.6	0.25
>0.20-0.25	>1.0-1.25	
>0.16-0.20	>0.8-1.0	
>0.125-0.16	>0.63-0.8	
>0.1-0.125	>0.5-0.63	
>0.08-0.1	>0.4-0.5	
>0.063-0.08	>0.32-0.4	0.08
>0.05-0.063	>0.25-0.32	
>0.04-0.05	>0.2-0.25	
>0.032-0.04	>0.16-0.2	
>0.025-0.032	>0.125-0.16	
>0.02-0.025	>0.1-0.125	



>0.016-0.2	>0.08-0.1	
>0.0125-0.016	>0.063-0.08	
>0.01-0.0125	>0.5-0.063	
>0.008-0.01	>0.04-0.05	
>0.0063-0.008	>0.032-0.04	
<0.0063	<0.032	

## 5 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1 Изучить теоретические положения контроля параметров шероховатости.

2 Изучают конструкцию и правила использования измерителя шероховатости TR100.

3 Протереть измеряемый образец ветошью.

4 Выставить прибор для измерения параметров шероховатости по Ra.

5 Выбрать значения базовой длины согласно рекомендациям таблицы 1 (предварительно значения шероховатости определить по стандартным образцам).

6 Произвести измерения 3 раза.

7 Выставить прибор для измерения параметров шероховатости по Rz.

8 Произвести измерения 3 раза.

Пункты с 3 по 8 повторяются для каждого из образцов.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) тему;
- 2) цель работы;
- 3) краткие теоретические сведения по нормированию параметров шероховатости и методах их измерения;
- 4) результаты измерений, оформленные в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты измерений

Номер образца	Шероховатость по Ra	Шероховатость по Rz
1		
	Ra <sub>ср</sub>	Rz <sub>ср</sub>
...		

Здесь Ra<sub>ср</sub> и Rz<sub>ср</sub> – средние значения параметров шероховатости

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Назовите основные высотные параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73.

2 Назовите основные шаговые параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73.

3 Какие параметры шероховатости дополнительно указаны в стандарте ISO 4281/1-1984?

4 На чем основаны бесконтактные методы измерения шероховатости?

5 На чем основаны контактные методы измерения шероховатости?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Васильев, А. С. Основы метрологии и технические измерения [Текст] : учебное пособие для технических училищ / А. С. Васильев. - М. : Машиностроение, 1980. – 192 с.

2. Дунин-Барковский, И. В. Измерение и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности [Текст] / И. В. Дунин-Барковский, А. И. Карташова. – М. : Машиностроение, 1978. – 232 с.

3. Симонов, А. М. Основы обеспечения качества поверхности деталей машин с использованием динамического мониторинга [Текст] : монография / А. М. Симонов, А. К. Остапчук, В. Е. Овсянников. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. – 118 с.

4. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] : учеб. для машиностр. и приборостроит. спец. вузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 350 с.

5. Портативный измеритель шероховатости TR100: руководство по эксплуатации. URL: <http://static.biolight.ru/files/0006334-1.pdf> (дата обращения: 25.01.15)

Марфицын Валерий Владимирович  
Овсянников Виктор Евгеньевич

**ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛОВ ПОРТАТИВНЫМ  
ИЗМЕРИТЕЛЕМ ШЕРОХОВАТОСТИ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов,  
обучающихся по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Редактор Е.А. Могутова

---

Подписано в печать	Формат 60×84 1/16	Бумага 65 г/м <sup>3</sup>
Печать цифровая	Усл.печ.л. 0,75	Уч.-изд.л. 0,75
Заказ	Тираж 25	Не для продажи

---

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