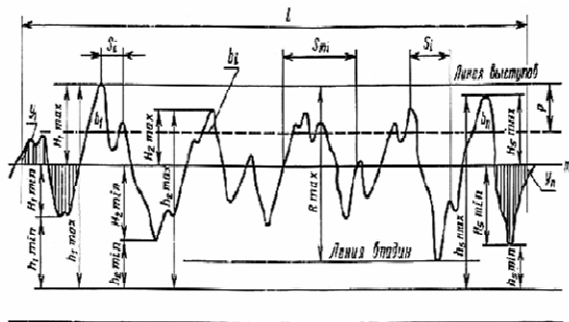


Федеральное агентство по образованию  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
(ТУСУР)

# ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ  
по теоретической и прикладной механике  
для студентов всех специальностей



Томск  
2008

Федеральное агентство по образованию  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
(ТУСУР)

**Кафедра механики, графики и управления качеством (МГУК)**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой МГУК

\_\_\_\_\_ Люкшин Б.А.

## **ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы по курсам «Механика»,  
«Теоретическая механика» и «Прикладная механика»

Указания рассмотрены и  
одобрены на методическом  
семинаре кафедры МГУК,  
протокол № 30  
от 16.02. 2008 г.

Разработчик  
Доцент кафедры МГУК

\_\_\_\_\_ Каминская С.С.  
«5» сентября 2008 г.

Томск  
2008

## АННОТАЦИЯ

Методические указания составлены в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по курсам «Механика» и «Прикладная механика»

Методические указания направлены на закрепление лекционного материала, изучение и углубление знаний по практическому применению и основам расчета и проектирования механизмов машин и приборов.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение.....	4
2	Теоретические сведения.....	4
	2.1 Параметры шероховатости поверхности.....	4
	2.2 Обозначение шероховатости на чертежах.....	4
	2.3 Выбор параметров шероховатости и их численных значений.....	4
3.	Измерение шероховатости поверхности.....	7
	3.1 Методы измерения.....	7
	3.2 Устройство и принцип работы профилометра...	8
	3.4 Порядок работы на профилометре .....	9
4	Порядок выполнения лабораторной работы.....	10
5	Содержание отчета.....	11
6	Вопросы для самопроверки.....	11
	Приложение А. Задачи.....	14
	Приложение Б. ГОСТ 2.309-73.....	17
	Приложение В. ГОСТ 2789-73.....	27

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

Приступая к проектированию изделия, конструктор должен установить параметры его изготовления, одним из которых является шероховатость поверхности.

Шероховатость поверхности влияет на прочность деталей, размеры зазоров и натягов, плотность и герметичность соединения, отражательную способность поверхности, точность измерения деталей и т.д., приводит к повышенному износу поверхностей и увеличению трения.

Цель работы:

- 1) изучить основные правила выбора параметров шероховатости и обозначения параметров шероховатости на чертежах;
- 2) ознакомиться с методами измерений шероховатости.

## **2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

### **2.1 Параметры шероховатости поверхности**

Параметры и характеристика шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 2789-73 (см. приложение Б).

### **2.2. Обозначение шероховатости на чертежах**

Обозначения шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертежах изделий устанавливает ГОСТ 2.309-73 (см. приложение В).

### **2.3. Выбор параметров шероховатости и их численных значений**

Требования к шероховатости поверхности детали устанавливают, исходя из функционального назначения поверхности, конструктивных особенностей детали и возможности их достижения рациональными методами обработки детали. При выборе нормирующих параметров шероховатости учитывают влияние на эксплуатационные свойства поверхности (табл.2.1).

Численные значения параметров шероховатости определяют, ориентируясь на рекомендуемые соотношения и данные опыта конструирования /Справочник конструктора точного приборостроения /Г.А.Веркович, В.Н.Головенкин и др.; Под общ. ред. К.Н. Явленского. - Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1989/.

Таблица 2.1- Эксплуатационные свойства поверхности и обеспечивающие их параметры

Эксплуатационные свойства	Параметры шероховатости
Износоустойчивость при всех видах трения	$Ra, Rz, t_p$ , направление неровностей
Виброустойчивость	То же и дополнительно $Sm, S$
Контактная жесткость	$Ra, Rz, t_p$
Прочность соединения	$Ra, Rz$ ,
Усталостная прочность	$Rmax, Sm, S$ , направление неровностей
Герметичность соединения	$Ra, Rz, Rmax, t_p$

Таблица 2.2 - Значения параметра шероховатости  $Ra$ , мкм

Обработка	Поверхности		
	наружного вращения	внутреннего вращения	плоские
Точение:			
черновое	12,5 - 5,0	12,5 - 6,3	12,5 - 6,3
получистовое	6,3 - 3,2	6,3 - 3,2	-
чистовое	3,2 - 2,5	2,5 - 6,3	3,2 - 2,5
тонкое	1,25 - 0,63	0,32 - 0,08	2,5 - 1,25
Шлифование:			
предварительное	2,5 - 1	3,2 - 1,6	4,0 - 1,6
чистое	1,25 - 0,2	1,60 - 0,32	1,6 - 0,32
тонкое	0,25 - 0,05	0,32 - 0,08	0,32 - 0,08
Притирка	0,11 - 0,01	0,16 - 0,02	0,1 - 0,02
Фрезерование:			
цилиндрическое	-	-	2,5 - 0,63
торцевое	-	-	1,25 - 0,32

Таблица 2.3 - Шероховатость поверхности некоторых типовых деталей и соединений, мкм

Поверхности направляющих						
Поверхность	Скорость м/с	Ra при отклонении от плоскостности, мкм				
		До 6	До 10	До 30	До 50	Св.50
Скольжения	До 0,5	0,32 - 0,16	0,63 - 0,32	1,25 - 0,63	2,5 - 1,25	5,0 - 2,5
	Св. 0,5	0,16 - 0,08	0,32 - 0,16	0,63 - 0,32	1,25 - 0,63	2,5 - 1,25
Качения	До 0,5	0,16 - 0,08	0,32 - 0,16	0,63 - 0,32	1,25 - 0,63	1,5 - 1,25
	Св. 0,5	0,08 - 0,04	0,16 - 0,08	0,32 - 0,16	0,63 - 0,32	1,25 - 0,63
Поверхности разъема корпусов						
Соединение	Шероховатость Ra соединения, мкм					
	С прокладкой			Без прокладки		
Герметичное	5,0 - 1,25			1,25 - 0,32		
Негерметичное	10,0 - 2,5			10,0 - 2,5		
Поверхности деталей						
Типовые поверхности					Ra, Rz, мкм	
Нерабочие контуры деталей					Rz = 320-160	
Отверстия для крепежных деталей					Rz = 80	
Свободные несопрягаемые поверхности валов и т.д..					Rz = 40	
Поверхности, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся сопряженными					Rz = 20	
Радиусы скругления					Ra = 2,5	
Поверхности разъема негерметических соединений, отверстия подшипников скольжения					Ra = 1, 25	
Валы, в регулируемых соединениях, точные червяки, зубчатые колеса					Ra = 0,63	
Шейки валов 5-го и 6-го квалитетов					Ra = 0,32	
Работающие на трение поверхности от износа которых зависит точность работы механизмов					Ra = 1,60	

Наибольшие значения  $Ra$  и  $Rz$  могут быть вычислены по следующим соотношениям:

при  $T/T_p = 60\%$   $Ra \leq 0,5T_p$ ;  $Rz \leq 0,2T_p$  - уровень А

при  $T/T_p = 40\%$   $Ra \leq 0,025T_p$ ;  $Rz \leq 0,1T_p$  - уровень В

при  $T/T_p = 25\%$   $Ra \leq 0,012T_p$ ;  $Rz \leq 0,05T_p$  - уровень С,

где  $T$ ,  $T_p$  - допуски формы и размера; А, В, С - уровни относительной геометрической точности,  $T_p = IT$ .

Полученные значения  $Ra$  и  $Rz$  округляют до значения ряда Ra10. Данные о достижимой шероховатости поверхности при различных видах ее обработки приведены в табл. 2.2.

Примеры нормирования шероховатости поверхностей в зависимости от их функционального назначения даны в табл. 2.3.

### 3 ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

#### 3.1 Методы измерения

Два критерия оценки шероховатости  $Ra$  и  $Rz$  разделяют поверхности на три обособленные группы, которые различают как по методам механической обработки, так и по методам контроля.

Первая группа - грубо обработанные поверхности  $Rz = 323-10$ . Шероховатость этих поверхностей оценивается сравнением с образцами, на которых указано значение  $Rz$  и каким методом они обработаны. Существующие приборы не приспособлены для измерения шероховатости таких грубых поверхностей (у профилометров ломаются иглы, у микроскопов не хватает поля зрения).

Вторая группа  $Ra = 2,5-0,02$  - поверхности, получающиеся чистовой обработкой, шлифованием, притиркой, протягиванием, разверткой. Шероховатость этих поверхностей измеряют профилометрами. Перемещения ощупывающей иглы с помощью оптико-механических или электрических устройств фиксируют по шкале, отградуированной в величинах  $Ra$ .

Третья группа  $Rz = 0,1 - 0,025$  - поверхности, шероховатость, которых измеряют микроинтерференционным микроскопом.

### 3.2 Устройство и принцип работы профилометра

Действие прибора основано на принципе ощупывания поверхности исследуемой детали алмазной иглой щупа и преобразовании возникающих при этом механических колебаний щупа в изменение электрического сигнала.

Прибор состоит из датчика, привода, стойки и электронного блока.

В корпусе датчика 1 (рис.3.1) расположен щуп с алмазной иглой. На конце корпуса расположена твердосплавная опора с торроидальной поверхностью. Крепление датчика к корпусу осуществляется при помощи хвостовика. Алмазная игла защищена кожухом 2.

Перемещение датчика 1 осуществляется с помощью привода, который устанавливается на кронштейн стойки 3. Датчик вставляется в гнездо подвески 4 и закрепляется винтом 5. Вертикальное перемещение подвески 4 осуществляется при помощи винта 6 по направляющей 7. Закрепление подвески 4 на направляющей 7 осуществляется винтом 8. Датчик 1 приводится в движение электродвигателем постоянного тока, установленного внутри привода.

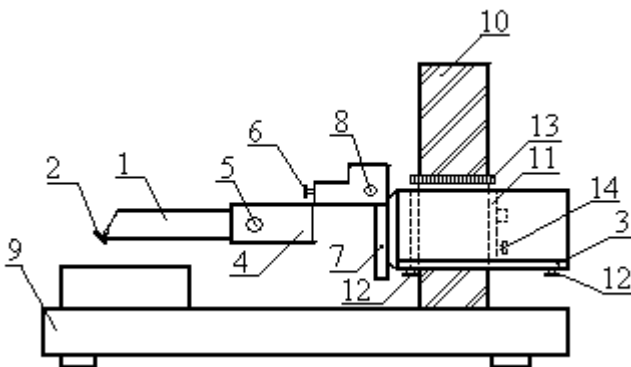


Рис. 3.1. – Измерительный блок профилометра

Стойка предназначена для установки привода и базирования исследуемых деталей. Она состоит из плиты 9, колонны 10, каретки 11, кронштейна 3. Привод крепится к кронштейну 2 винтами 12. Перемещение кронштейна 3 по вертикали



осуществляется гайкой 13, винтом 14. Каретка 11 закрепляется на колонне 10.

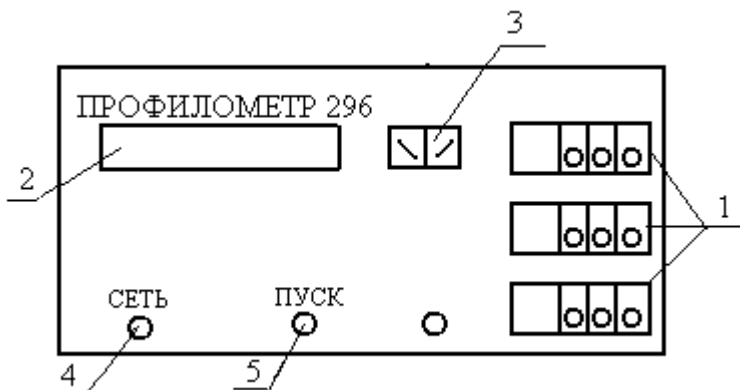


Рис. 3.2.- Электронный блок профилометра

Электронный блок выполнен в едином корпусе. На лицевой панели (рис.3.2) расположены органы управления 1 (с соответствующими надписями), цифровое табло 2 для отсчета измеренного значения  $R_a$ , индикатор рабочей зоны 3, кнопка включения СЕТЬ 4 и кнопка ПУСК 5.

### 3.3. Порядок работы на профилометре

- 3.3.1 Включите профилометр в сеть.
- 3.3.2 Снимите с датчика защитный кожух.
- 3.3.3 Установите на плиту образец шероховатости при помощи гайки 13.
- 3.3.4 Опустите датчик до положения, при котором стрелка индикатора рабочей зоны займет среднее положение.
- 3.3.5 Установите на органах управления следующие параметры: длина трассы - 1,5 мм; отсечка шага - 0,25 мм; предел измерения - 1 мкм.
- 3.3.6 Нажмите кнопку ПУСК.
- 3.3.7 Значение  $R_a$  образца шероховатости не должно отличаться более чем на 4% от указанного на образце.
- 3.3.8 Установите на столике исследуемый образец.
- 3.3.9 Установите требуемую отсечку шага в зависимости от ожидаемого значения  $R_a$  в соответствии с ГОСТ 2789-73,

табл.5 приложения Б

3.3.10 Установите требуемую длину трассы по табл.3.1,

Таблица 3.1 – Длина трассы

$l$ , мм	$L$ , мм
0,25	1,5; 3
08	3; 6
2,5	6

3.3.11. Измерьте значение  $Ra$ . Порядок работы тот же, что и при определении  $Ra$  образца шероховатости. В процессе измерения проследите за индикатором рабочей зоны. Стрелка индикатора не должна зашкаливать. В противном случае требуется уточнить установку образца. Если полученное значение  $Ra$  может уложиться в меньший предел измерения, следует переключить предел измерения и повторить измерение для получения более точного результата. Если на табло загорелся сигнал перегрузки "Р", то следует переключить предел измерений на больший и повторить измерения.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

4.1 Вариант задания и образцы для измерения получить у преподавателя.

Вариант	1	2	3	4	5	6
№ задачи	1, 4, 7, 10, 11	2, 5, 8, 10, 11	3, 6, 9, 10, 11	1, 5, 9, 10, 11	2, 6, 7, 10, 11	3, 4, 8, 10, 11

4.2 Изучить разделы 1-3 данных методических указаний.

4.3 Ответить на вопросы самопроверки раздела б

4.4 Решить задачи своего варианта (см. приложение А).

4.5 Измерить шероховатость поверхности образцов с помощью профилометра.

4.5.1 Начертить эскизы образцов

- 4.5.2 Определить метод обработки всех поверхностей.
- 4.5.3 По методу обработки определить значение  $Ra$  из табл. 2.2, и базовую длину  $l$  по ГОСТ 2789-73, (табл.5, приложения Б) для всех поверхностей образцов и занести в табл. 4.1.

Таблица 4.1 - Шероховатость и методы обработки поверхности

Поверхность	Обработка	$Ra$ , мкм	$l$ , мм	$Ra$ , (данные измерения)
1				
.				
.				
.				
10				

- 4.5.4 Получить допуск к измерениям у преподавателя.
- 4.5.5 В соответствии с п.3.3. определить шероховатость всех поверхностей и отверстий образца (кроме торцевых), цилиндрических поверхностей вала.
- 4.5.6 Проставить на эскизах образцов обозначения шероховатостей.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Указание цели работы.
- 5.2 Формулировка задач и их решение.
- 5.3 Эскизы выданных образцов с обозначением поверхностей и результатов измерений.

## 6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 6.1 Дайте определение шероховатости поверхности.
- 6.2 Какие параметры шероховатости устанавливает ГОСТ 2789-73?
- 6.3 Какие параметры шероховатости чаще всего, употребляются?
- 6.4 Как определяются наиболее характерные для приборостроения значения параметров шероховатости?
- 6.5 Назовите рекомендуемые значения базовой длины.
- 6.6 Какие существуют соотношения значений  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $R_{max}$  и

базовой длины  $l$  ?.

- 6.7 От каких условий зависят нормируемые параметры шероховатости и как их устанавливают?
- 6.8 Какими соотношениями определяются наибольшие значения  $Ra$ ,  $Rz$  ?
- 6.9 Какой документ устанавливает структуру обозначения шероховатости поверхности?
- 6.10 Какова структура обозначения шероховатости поверхности?
- 6.11 Как записывают параметры шероховатости в обозначении их на чертежах?
- 6.12 Какими величинами можно задавать численные значения параметров шероховатости?
- 6.13 Как записываются параметры шероховатости, если они заданы наибольшим и наименьшим значениями?
- 6.14 В каких, случаях на чертеже указывают базовую длину и как?
- 6.15 Как располагают знак шероховатости?
- 6.16 В каком случае знак шероховатости указывается в правом верхнем углу чертежа?
- 6.17 Что означают эти записи:  
 $Ra0,40$ ;  $Rz40$ ;  $R_{max}6,3$ ;  $Sm100$ ;  $S0,63$ ;  $t_{25}10$  ?

- 6.18. Что означают эти знаки:

$$\sqrt{\perp}; \sqrt{=} ; \sqrt{R} ; \sqrt{X} ; \sqrt{M} ; \sqrt{P} ; \sqrt{C} \quad ?$$

- 6.19 Что обозначают эти записи:

$$Ra0,8 \pm 10\% ; Rz4^{+20\%} ; 10_{-20,\%}^{+10\%} ; Sm100 \pm 40\% ; t_{25}50_{-30\%} ?$$

- 6.20 Что обозначают эти записи:

$$\sqrt[полировать]{C} 0,8 / Ra0,4 ; \sqrt{Rz50(\sqrt{\quad})} ; \sqrt{\begin{matrix} Ra0,1 \\ 0,8 / Sm0,063 \\ 0,040 \\ 2,5 / t_{40} 60 + 10\% \end{matrix}} \quad ?$$

- 6.21 При каких эксплуатационных свойствах поверхности нужно указывать параметры шероховатости:  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $t_p$ ,  $Sm$ ,  $S$  и направление неровностей?

- 6.22 Какие параметры шероховатости указывают на чертеже, чтобы обеспечить усталостную прочность?
- 6.23 В каком случае параметр шероховатости поверхности указывают в технических условиях?
- 6.24 В каком порядке при указании двух и более параметров шероховатости записываются их значения?
- 6.25 Какие параметры шероховатости нужно указать на чертеже, чтобы обеспечить герметичность соединения?
- 6.26 Какие параметры шероховатости нужно указать на чертеже, чтобы обеспечить герметичность соединения?

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ЗАДАЧИ

**Проставить на эскизах деталей обозначение шероховатостей поверхностей:**

1. Нижняя и боковые и грани детали рис. 1 должны иметь шероховатость не грубее  $Rz40$ , базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 6). Верхняя грань должна иметь шероховатость не грубее  $Ra0,4$  и не выше 0,02. На полке указан вид обработки, базовая длина 0,2 мм, направление рисок – произвольное.

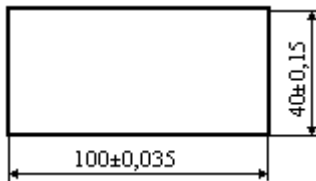


Рис. 1

2. Верхняя и боковые грани детали рис. 1 должны иметь шероховатость не грубее  $Rz20$  базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 6). Нижняя грань детали должна иметь шероховатость не грубее  $Ra 0,4$  и не выше 0,02. На полке указан вид обработки, базовая длина 0,4 мм, направление рисок – параллельное

3. Боковые грани детали рис. 1 должны иметь шероховатость не грубее  $Rz32$ , базовая длина 0,8 мм. Верхняя грань должна иметь шероховатость не грубее  $Ra0,063$  и не выше 0,04. На полке указан вид обработки, базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 5). Нижняя грань должна иметь шероховатость  $Ra0,4$ , направление рисок – перпендикулярное, базовая длина 0,25 мм.

4. Шероховатость поверхностей отверстий детали рис.2 не грубее  $Rz40$ , торцов – не грубее  $Rz80$ , базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 6). Остальные поверхности в состоянии поставки.

5. Шероховатость поверхностей отверстий детали рис.2 не грубее  $Rz20$ , торцов – не грубее  $Rz40$ , базовая длина 0,8. Остальные поверхности в состоянии поставки.

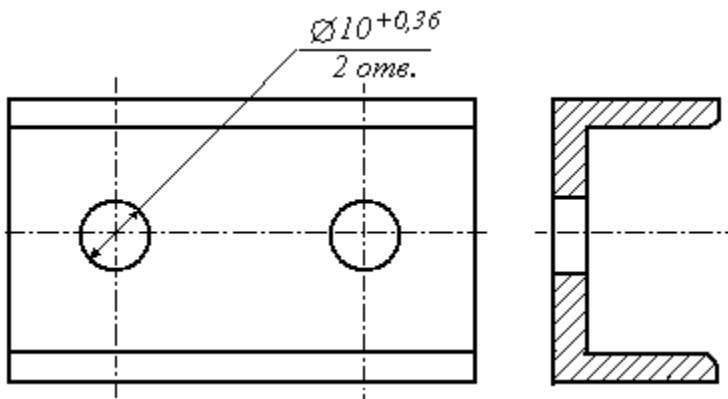


Рисунок 2

6. Шероховатость поверхностей отверстий детали рис. 2 не грубее  $Rz20$ , торцов – не грубее  $Ra40$ , базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 5, 6). Шероховатость верхней грани не грубее  $Ra 0,4$  и не выше 0,02 на полке указан вид обработки, базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл.5). Направление рисок – радиальное, остальные поверхности в состоянии поставки.

7. Наружная цилиндрическая поверхность детали рис. 3 должна иметь поверхность в состоянии поставки. Для поверхности отверстий, дна и боковых поверхностей паза шероховатость  $Ra0,63$ . Базовая длина этих поверхностей по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл.5) Шероховатость остальных поверхностей детали  $Rz20$ , базовая длина по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 6).

8. Для поверхностей отверстий, дна и боковых поверхностей паза детали рис. 3 шероховатость  $Ra 0,4$ , базовая длина 0,08 мм. Шероховатость наружных цилиндрических поверхностей  $Rz20$ , базовая длина ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл.5) Шероховатость остальных поверхностей детали  $Rz50$ .

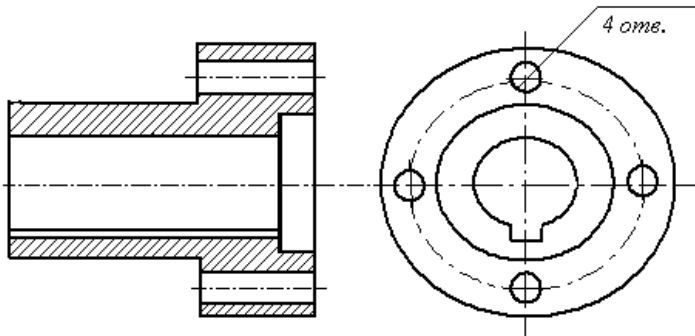


Рисунок 3

9. Шероховатость поверхностей отверстий детали рис. 3 не грубее  $Rz40$ , торцов – не грубее  $Rz80$ . Для дна и боковых поверхностей паза шероховатость  $Ra0,63$ . Базовая длина этих поверхностей по ГОСТ 2789-73 (Приложение Б, табл. 5, 6). Шероховатость остальных поверхностей в состоянии поставки.

10. Можно ли при указании предельных отклонений толщины плоской пластины, равных  $\pm IT/2$ , где  $IT$  - допуск, указать допустимую величину  $Rz$  соответствующую значению из табл. 1.?

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6
$\pm IT/2$ , мм	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,02$	$\pm 0,08$	$\pm 0,63$	$\pm 0,4$
$Rz$ , мкм	320	100	400	0,8	0,4	2,5

11. Можно ли указать на чертеже плоской детали величину  $Rz$ , если деталь толщиной  $S$  должна обрабатываться по качеству, указанному в табл. 2?

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6
$Rz$ , мкм	0,25	400	200	1,6	0,2	320
$S$ , мм	80	10	18	3	30	50
Квалитет	12	8	9	7	6	6



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(справочное)**

ГОСТ >>> <<< 2789-73

Группа Г00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

**ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ**

**Параметры и характеристики**

**Surface roughness. Parameters and characteristics**

Дата введения 1975-01-01

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением  
Государственного комитета стандартов Совета Министров  
СССР от 23.04.73 N 995

ПЕРЕИЗДАНИЕ (февраль 1985 г.) с Изменением N 1, утвер-  
жденным в мае 1980 г. (ИУС 7-80)

ВНЕСЕНА поправка, опубликованная в ИУС N 5, 1987 год  
Поправка внесена юридическим бюро "Кодекс"

1. Настоящий стандарт распространяется на шероховатость поверхности изделий независимо от их материала и способа изготовления (получения поверхности). Стандарт устанавливает перечень параметров и типов направлений неровностей, которые должны применяться при установлении требований и контроле шероховатости поверхности, числовые значения параметров и общие указания по установлению требований к шероховатости поверхности.

Стандарт не распространяется на шероховатость ворсистых и других поверхностей, характеристики которых делают невозможным нормирование и контроль шероховатости имеющимися методами, а также на дефекты поверхности, являющиеся следствием дефектов материала (раковины, поры, трещины) или случайных повреждений (царапины, вмятины и т.д.).

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 638-77 и международной рекомендации по стандартизации ИСО Р 468.

2. Требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изделий. Если в этом нет

необходимости, то требования к шероховатости поверхности не устанавливаются и шероховатость этой поверхности контролироваться не должна.

**3.** Требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться путем указания параметра шероховатости (одного или нескольких) из перечня, приведенного в п.6, значений выбранных параметров (по п.8) и базовых длин, на которых происходит определение параметров.

Если параметры  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $R_{\max}$  определены на базовой длине в соответствии с табл. 5 и 6, то эти базовые длины не указываются в требованиях к шероховатости.

При необходимости дополнительно к параметрам шероховатости поверхности устанавливаются требования к направлению неровностей поверхности, к способу или последовательности способов получения (обработки) поверхности.

Числа из табл. 2-4 и п.9 используются для указания наибольших и наименьших допускаемых значений, границ допускаемого диапазона значений и номинальных значений параметров шероховатости.

Для номинальных числовых значений параметров шероховатости должны устанавливаться допустимые предельные отклонения.

Допустимые предельные отклонения средних значений параметров шероховатости в процентах от номинальных следует выбирать из ряда 10; 20; 40. Отклонения могут быть односторонними и симметричными.

**4.** Требования к шероховатости поверхности не включают требований к дефектам поверхности, поэтому при контроле шероховатости поверхности влияние дефектов поверхности должно быть исключено. При необходимости требования к дефектам поверхности должны быть установлены отдельно.

**5.** Допускается устанавливать требования к шероховатости отдельных участков поверхности (например, участкам поверхности, заключенным между порами крупнопористого материала, к участкам поверхности срезов, имеющим существенно отличающиеся неровности. Требования к шероховатости поверхности

отдельных участков одной поверхности могут быть различными.

6. Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются из приведенной номенклатуры:

$Ra$  - среднее арифметическое отклонение профиля;

$Rz$  - высота неровностей профиля по десяти точкам;

$R_{max}$  - наибольшая высота профиля;

$Sm$  - средний шаг неровностей;



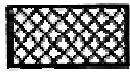



$S$  - средний шаг местных выступов профиля;

$tr$  - относительная опорная длина профиля, где  $p$  - значение уровня сечения профиля.

Параметр  $Ra$  является предпочтительным.

7. Типы направлений неровностей поверхности выбираются из табл. 1.

Таблица 1

Типы направлений неровностей	Схематическое изображение	Пояснение
Параллельное		Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Перпендикулярное		Перпендикулярно линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Перекрещивающееся		Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Произвольное		Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Кругообразное		Приблизительно кругообразно по отношению к центру поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования
Радиальное		Приблизительно радиально по отношению к центру поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования

**8.** Числовые значения параметров шероховатости (наибольшие, наименьшие, номинальные или диапазоны значений) выбираются из пп.8.1; 8.2; 8.3; 8.4.

**8.1.** Среднее арифметическое отклонение профиля  $Ra$

Таблица 2

мкм				
<u>100</u>	10,0	1,00	<u>0,100</u>	0,010
80	8,0	<u>0,80</u>	0,080	0,008
63	<u>6,3</u>	0,63	0,063	-
<u>50</u>	5,0	0,50	<u>0,050</u>	-
40	4,0	<u>0,40</u>	0,040	-
32	<u>3,2</u>	0,32	0,032	-
<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>	-
20	2,0	<u>0,20</u>	0,020	-
16,0	<u>1,60</u>	0,160	0,016	-
<u>12,5</u>	1,25	0,125	<u>0,012</u>	-

*Примечание.* Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

**8.2.** Высота неровностей профиля по 10 точкам  $Rz$  и наибольшая высота неровностей профиля  $Rmax$ .

Таблица 3

мкм					
-	1000	<u>100</u>	10,0	1,00	<u>0,100</u>
-	800	80	8,0	<u>0,80</u>	0,080
-	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
-	500	<u>50</u>	5,0	0,50	<u>0,050</u>
-	<u>400</u>	40	4,0	<u>0,40</u>	0,040
-	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
-	250	<u>25,0</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>
-	<u>200</u>	20,0	2,0	<u>0,20</u>	-
1600	160	16,0	<u>1,60</u>	0,160	-
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	-

*Примечание.* Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

**8.3.** Средний шаг неровностей  $S_m$  и средний шаг неровностей по вершинам  $S$ .

Таблица 4

мм				
-	10,0	1,00	0,100	0,010
-	8,0	0,80	0,080	0,008
-	6,3	0,63	0,063	0,006
-	5,0	0,50	0,050	0,005
-	4,0	0,40	0,040	0,004
-	3,2	0,32	0,032	0,003
-	2,5	0,25	0,025	0,002
-	2,0	0,20	0,020	-
-	1,60	0,160	0,0160	-
12,5	1,25	0,125	0,0125	-

**8.4.** Относительная опорная длина профиля  $t_p$ : 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90%.

**9.** Числовые значения уровня сечения профиля  $p$  выбираются из ряда 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90% от  $R_{max}$ .

**10.** Числовые значения базовой длины  $\lambda$  выбираются из ряда: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25 мм.

**11.** (Исключен, Изм. N 1).

**12.** Числовые значения параметров шероховатости по п.8 относятся к нормальному сечению.

**13.** Направление сечения не оговаривается, если требования технической документации относятся к направлению сечения на поверхности, которое соответствует наибольшим значениям высотных параметров.

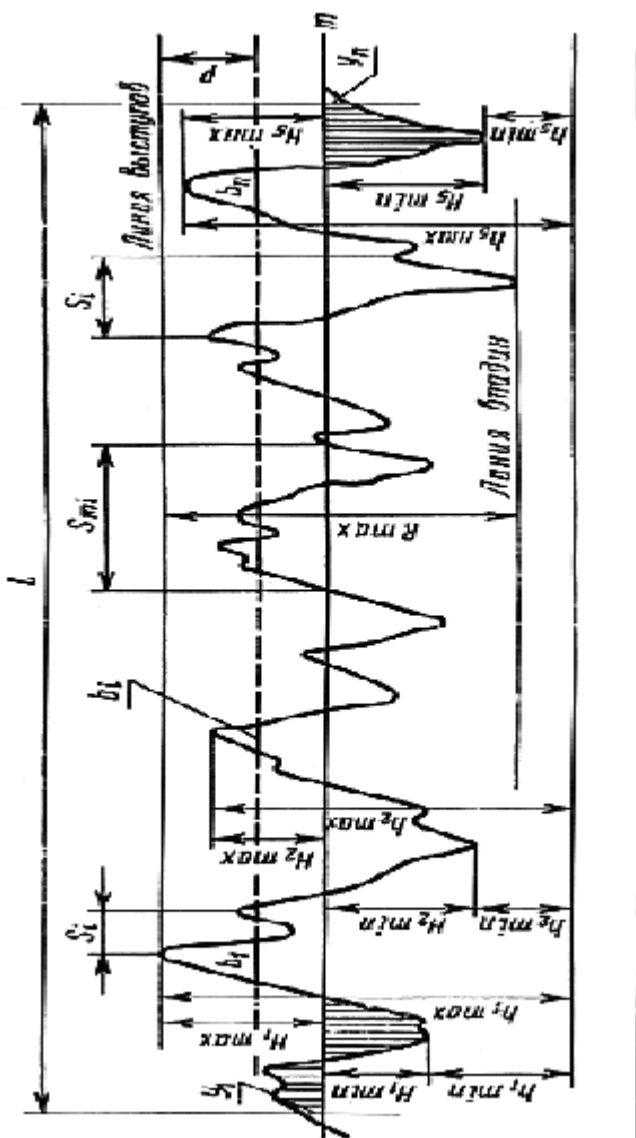


Таблица 5

Соотношение значений параметра  $Ra$  и базовой длины



$Ra$ , мкм	$l$ , мм
До 0,025	0,08
Св. 0,025 " 0,4	0,25
" 0,4 " 3,2	0,8
" 3,2 " 12,5	2,5
"	8,0

Таблица 6

Соотношение значений параметров  $Rz$ ,  $R_{max}$ , и базовой длины

$Rz = R_{max}$ , мкм	$l$ , мм
До 0,10	0,08
Св. 0,10 " 1,6	0,25
" 1,6 " 12,5	0,8
" 12,5 " 50	2,5
" 50 " 400	8

## Термины и определения

Термин	Обозначение	Определение
1. Номинальная поверхность		Поверхность, заданная в технической документации без учета допускаемых отклонений
2. Базовая линия (поверхность)		Линия (поверхность) заданной геометрической формы, определенным образом проведенная относительно профиля (поверхности) и служащая для оценки геометрических параметров поверхности
3. Нормальное сечение		Сечение, перпендикулярное базовой поверхности
4. Базовая длина		Длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности
5. Средняя линия профиля		Базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально
6. Выступ профиля		Часть реального профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией профиля, направленная из тела
7. Впадина профиля		Часть реального профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией, направленная в тело
8. Линия выступов профиля		Линия эквидистантная средней линии, проходящая через высшую точку профиля в пределах базовой длины
9. Линия впадин профиля		Линия, эквидистантная средней линии, проходящая через низшую точку профиля в пределах базовой длины



Продолжение

Термин	Обозначение	Определение
10. Неровность профиля		Выступ профиля и сопряженная с ним впадина профиля
11. Направление неровностей поверхности		Условный рисунок, образованный нормальными проекциями экстремальных точек неровностей поверхности на среднюю поверхность
12. Шероховатость поверхности		Совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная с помощью базовой длины
13. Шаг неровностей профиля		Отрезок средней линии профиля, ограничивающий неровность профиля
14. Шаг местных выступов профиля		Длина отрезка средней линии между проекциями на нее двух наивысших точек соседних местных выступов профиля
15. Средний шаг неровностей профиля	$S_m$	Среднее значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины
16. Средний шаг местных выступов профиля	$S$	Среднее значение шага местных выступов профиля в пределах базовой длины
17. Высота неровностей профиля по десяти точкам	$R_z$	Сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины $R_z = \frac{\sum_{i=1}^5  y_{pmi}  + \sum_{i=1}^5  y_{vmi} }{5}$ <p>где <math>y_{pmi}</math> - высота <math>i</math>-го наибольшего выступа профиля,  <math>y_{vmi}</math> - глубина <math>i</math>-й наибольшей впадины профиля</p>

Продолжение

Термин	Обозначение	Определение
18. Наибольшая высота профиля	$R_{max}$	Расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины
19. Отклонение профиля	$y$	Расстояние между любой точкой профиля и средней линией
20. Опорная длина профиля	$\eta_p$	Сумма длин отрезков в пределах базовой длины, отсекаемых на заданном уровне в материале профиля линией, эквидистантной средней линии
21. Относительная опорная длина профиля	$\eta_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{l}$	Отношение опорной длины профиля к базовой длине
22. Среднее арифметическое отклонение профиля	$R_a$	Среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины $R_a = \frac{1}{l} \int_0^l  y  dx$ или $R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n  y_i $ , где $l$ - базовая длина; $n$ - число выбранных точек профиля на базовой длине
23. Уровень сечения профиля	$P$	Расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль эквидистантно линии выступов профиля

Текст документа сверен по:  
официальное издание  
М.: Издательство стандартов, 1985

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**(справочное)**

ГОСТ 2.309-73

Группа Т52

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР**

**Единая система конструкторской документации**

**ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ**  
**ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**Designations system for design documentation.**

**Designations of surface finish**

Дата введения 1975-01-01

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением  
Государственного комитета стандартов Совета Министров  
СССР от 9 ноября 1973 г. N 2604

ВЗАМЕН ГОСТ 2.309-68

Настоящий стандарт устанавливает обозначения  
шероховатости поверхностей и правила нанесения их на  
чертежах изделий всех отраслей промышленности.

**1. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**1.1.** Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для  
всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия,  
независимо от методов их образования, кроме поверхностей,  
шероховатость которых не обусловлена требованиями  
конструкции.

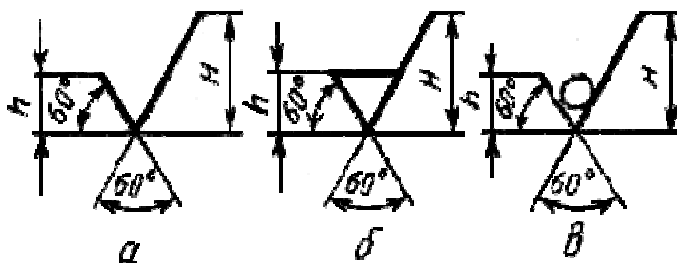
**1.2.** Структура обозначения шероховатости поверхности  
приведена на черт.1.



Черт.1

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.


1.3. В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на черт.2.





Черт.2

Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна (1,5...5)  $h$ . Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже.

В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют


знак  (черт.2а).

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак  (черт.2б).

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак  (черт.2в) с указанием значения параметра шероховатости.

**1.4.** Поверхности детали, изготовляемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены

знаком  без указания параметра шероховатости.

Состояние поверхности, обозначенной знаком , должно соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом, причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104-68.

**1.5.** Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например:  $Ra\ 0,4$  ;  $R_{max}\ 6,3$  ;  $S_m\ 0,63$  ;  $t_{50}\ 70$  ;  $S\ 0,032$  ;  $R_z\ 50$ .

*Примечание.* В примере  $t_{50}\ 70$  указана относительная опорная длина профиля  $t_p = 70\%$  при уровне сечения профиля  $p = 50\%$ .

**1.5а.** При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:  $\sqrt{Ra\ 0,4}$  ;  $\sqrt{Rz\ 50}$ .

**1.5б.** При указании наименьшего значения параметра шеро-

ховатости после обозначения параметра следует указывать "min", например:  $\sqrt{Ra\ 3,2min}$  ;  $\sqrt{Rz\ 50min}$  .

**1.6.** При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

$Ra\ 80$  ;  $Rz\ 0,10$  .  $Rmax\ 0,80$  .  $t_{50}\ 70$  и т.п.  
 $0,4$  ;  $0,05$  ;  $0,32$  ;  $50$

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости.

**1.7.** При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2789-73, например:

$Ra\ 1+20\%$  ;  $Rz\ 100\ -10\%$  ;  $Sm\ 0,63\ +20\%$  ;  $t_{50}\ 70\pm 40\%$  и т.п.

**1.8.** При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке (см. черт.3):

параметр высоты неровностей  
 профиля  
 параметр шага неровностей  
 профиля  
 относительная опорная длина  
 профиля

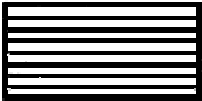

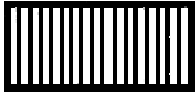

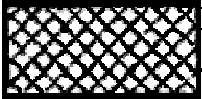

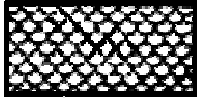

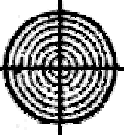

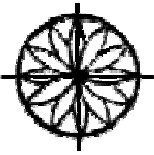

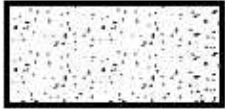
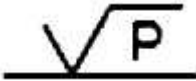
$Ra\ 0,1$   
 $0,8/Sm\ 0,063$   
 $0,040$   
 $0,25/t_{50}\ 80+10\%$

Черт.3

**1.9.** При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $Rmax$  базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует указанной в ГОСТ 2789-73 ( табл. 5, 6 приложения) для выбранного значения параметра шероховатости.

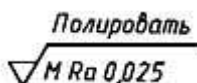
**1.10.** Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в таблице. Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при

необходимости.

Типы направления неровностей	Обозначение
	
	
	
	
	
	
	

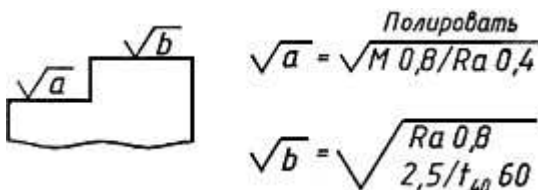
Высота знака условного обозначения направления неровностей должна быть приблизительно равна  $h$ . Толщина линий знака должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии.

**1.11.** Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности (черт.4).



Черт.4

**1.12.** Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа по примеру, указанному на черт.5.

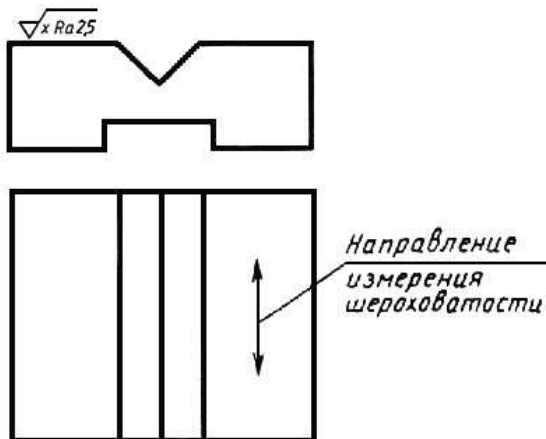


Черт.5

В упрощенном обозначении используют знак ✓ и строчные буквы русского алфавита в алфавитном порядке, без повторений и, как правило, без пропусков.

**1.13.** Если направление измерения шероховатости должно отличаться от предусмотренного ГОСТ 2789-73, его указывают на чертеже по примеру, приведенному на черт.6.



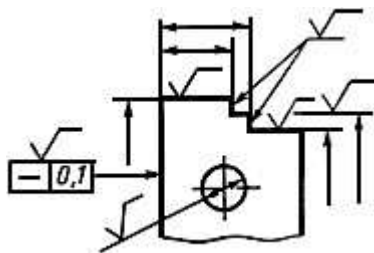


Черт.6

## 2. ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

2.1. Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий – выносок.

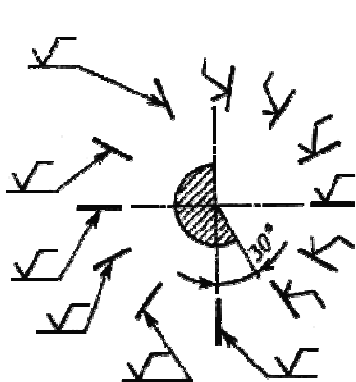
Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (черт.7).



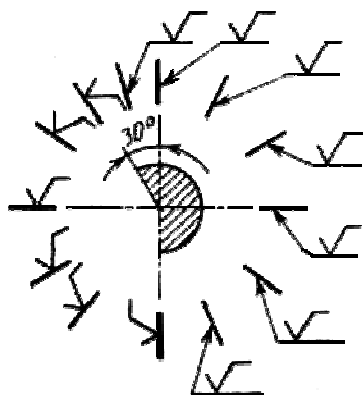
Черт.7

2.2. На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер.

2.3. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на черт.8 и 9.

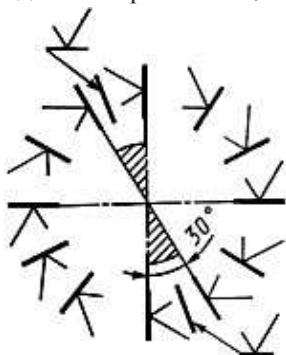


Черт.8

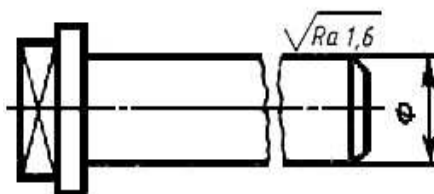


Черт.9

2.4. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на черт.10.



Черт.10



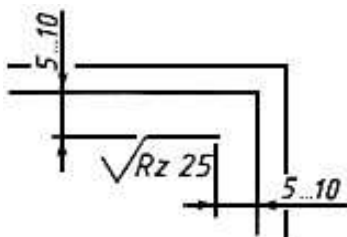
Черт.11

2.5. При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (черт.11).

2.6. При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (черт.12).

Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

*Примечание.* При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии-выноски.



Черт.12

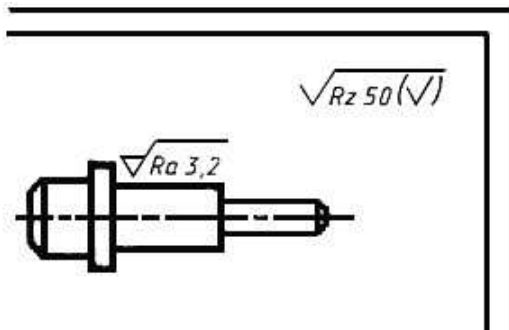
2.7. Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (черт.13, 14) вместе с условным обозначением

( $\checkmark$ ). Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак

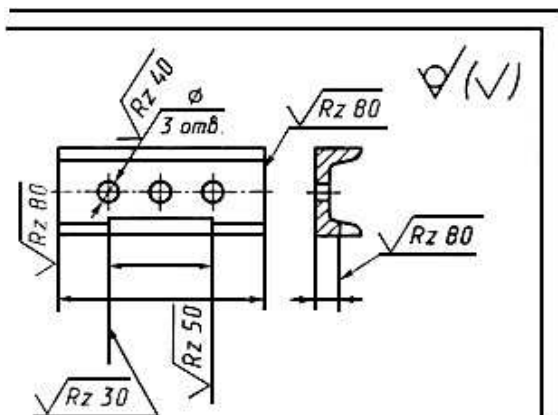
$\checkmark$ , должны иметь шероховатость, указанную перед условным

обозначением ( $\checkmark$ ).

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.



Черт.13



Черт.14

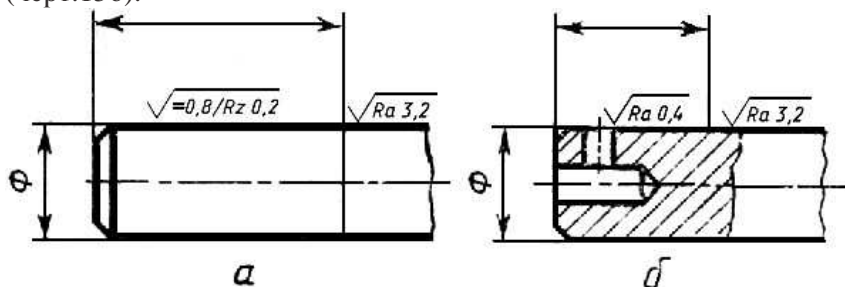
*Примечание.* Не допускается обозначение шероховатости или знак  $\sqrt{\checkmark}$  выносить в правый верхний угол чертежа при наличии в изделии поверхностей, шероховатость которых не нормируется.

**2.8.** Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т.п.),

количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений.

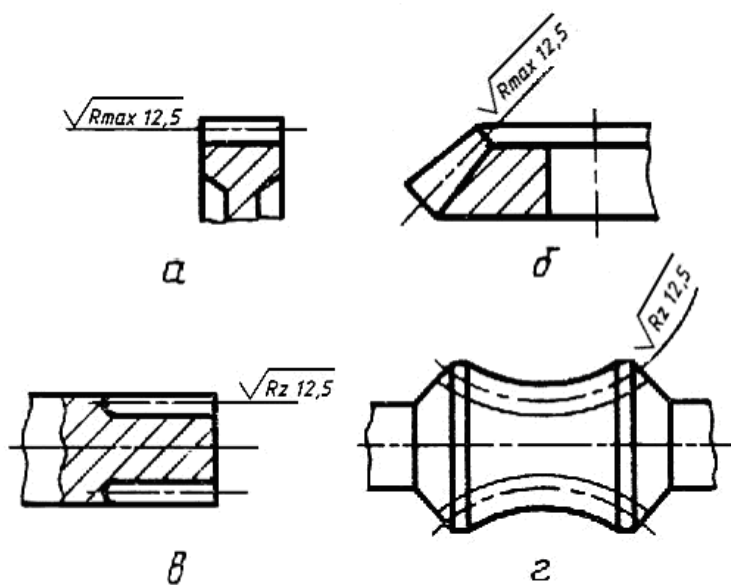
Обозначения шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

**2.9.** Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (черт.15а). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят (черт.15б).

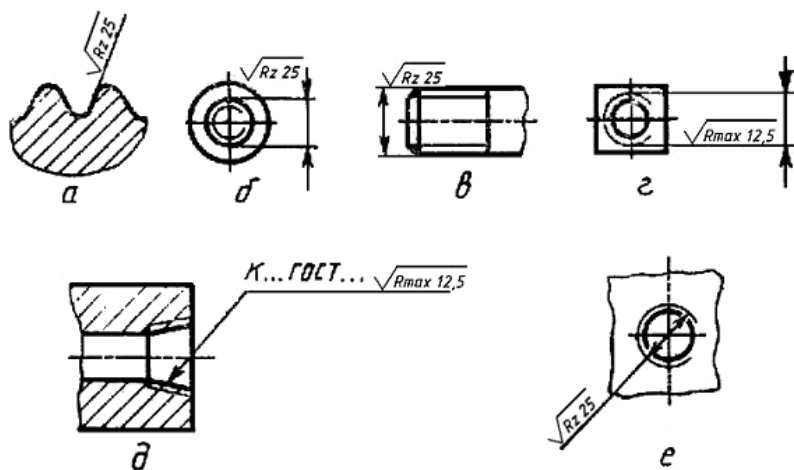


Черт.15

**2.10.** Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (черт.16а, б, в), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес - на линии расчетной окружности (черт.16г).



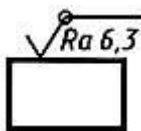
Черт.16



Черт.17

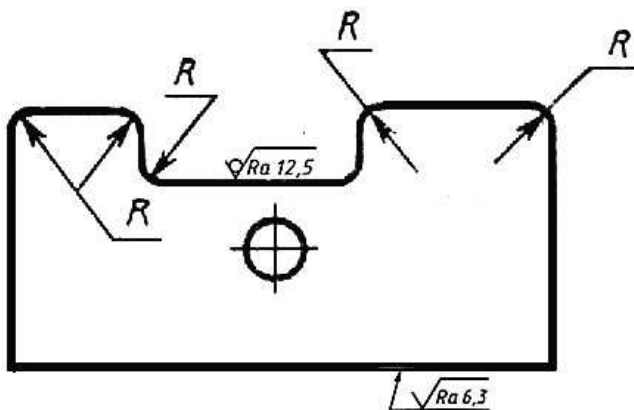
**2.11.** Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (черт.17а) или условно на выносной линии для указания размера резьбы (черт.17б, в, г, д), на размерной линии или на ее продолжении (черт.17е).

**2.12.** Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с черт.18. Диаметр вспомогательного знака  $\bigcirc$  - 4 ... 5 мм



Черт.18

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  $\bigcirc$  не приводят (черт.19).

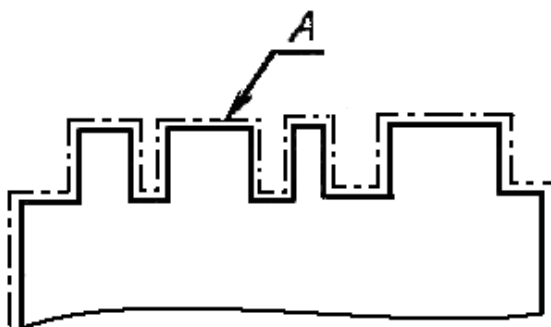


Черт.19

**2.13.** Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например:

"Шероховатость поверхности  $A - \sqrt{Ra\ 1,6}$ ".

При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрихпунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8...1 мм от линии контура (черт.20).



Черт. 20

Текст документа сверен по:  
официальное издание

Единая система конструкторской документации:  
Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001

Юридическим бюро "Кодекс" в текст  
документа внесено Изменение N 3,  
принятое МГС (протокол от 28.05.2002 N 21)