

# Тема 5. Шероховатость поверхности

План:

1. Основные параметры шероховатости поверхности.
2. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах.

# 1. Основные параметры шероховатости поверхности.

Реальные поверхности деталей имеют ряд чередующихся выступов и впадин со сравнительно малыми шагами, в отличие от погрешностей формы. Эти выступы и впадины образуют микронеровности поверхности.

Совокупность неровностей на реальной поверхности детали с относительно малыми шагами, выделенная с помощью базовой длины, называется *шероховатостью поверхности*.

Шероховатость возникает в процессе формообразования поверхности и может являться следом режущего инструмента или являться следствием копирования неровностей режущей кромки резца, она возникает из-за пластической деформации поверхностного слоя при образовании стружки или вибраций, а также из-за химической коррозии материала и в результате других причин.

Шероховатость поверхности является важным показателем состояния поверхности и в значительной степени влияет на работу деталей машин и их долговечность. Шероховатость поверхности оказывает большое влияние на: работу подвижных соединений (трущихся пар), прочность деталей, антикоррозионную стойкость деталей, герметичность соединений, точность измерения деталей.

*Реальная поверхность* – поверхность, ограничивающая тело и отделяющая его от окружающей среды.

*Номинальная поверхность* – поверхность, заданная в технической документации без учета допускаемых отклонений.

*Базовая линия (поверхность)* – линия (поверхность) заданной геометрической формы, определенным образом проведенная относительно профиля (поверхности) и служащая для оценки геометрических параметров поверхности.

*Базовая длина  $l$*  – это длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности.

Для оценки шероховатости ГОСТ 2789-73 предусматривает следующие *численные параметры шероховатости поверхности*:

$R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля;

$R_z$  – высота неровности профиля по десяти точкам;

$R_{max}$  – наибольшая высота профиля;

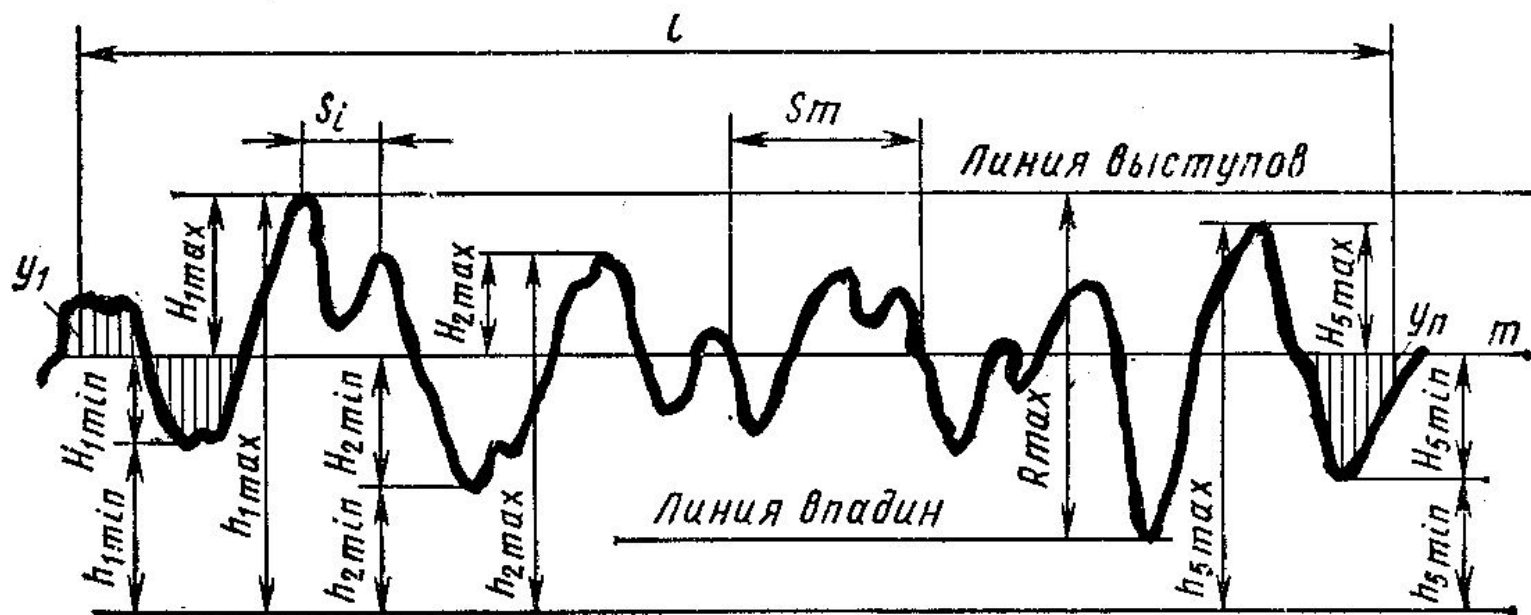
$S_m$  – средний шаг неровностей профиля;

$S$  – средний шаг неровностей по вершинам.

Все параметры шероховатости поверхности определяются на базовой длине. Базовая длина задается на чертеже или определяется в зависимости от числового значения высотного параметра шероховатости поверхности, заданного на чертеже.

ГОСТ 2789-73 распространяется на поверхности изделий, изготовленных из любых материалов и любыми методами, кроме ворсистых поверхностей. Кроме количественных параметров шероховатости ГОСТом предусмотрены два качественных параметра шероховатости, это вид обработки и направление неровностей.

Для определения параметров шероховатости поверхности используют профиль поверхности (рис.), который может быть получен с помощью приборов профилографов, которые ощупывают профиль поверхности специальной алмазной иглой.



Для оценки параметров на профиле проводят *среднюю линию*, а также *линии выступов и впадин*. Все параметры шероховатости определяются относительно *средней линии*. Современные приборы профилиметры автоматически определяют все численные параметры шероховатости поверхности.

Высотные параметры шероховатости поверхности  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$  нормируются и указываются на чертежах в *мкм*, а шаговые  $S$  и  $S_m$  в *мм*, базовая длина задается в *мм*.

*Численные параметры шероховатости поверхности.*

Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  – среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

где  $l$  – базовая длина;  $n$  – число выбранных точек профиля на базовой длине;  $y$  – отклонение профиля от средней линии.

Среднее арифметическое отклонение профиля является наиболее информационным параметром шероховатости и именно его рекомендуется указывать на чертежах.

Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

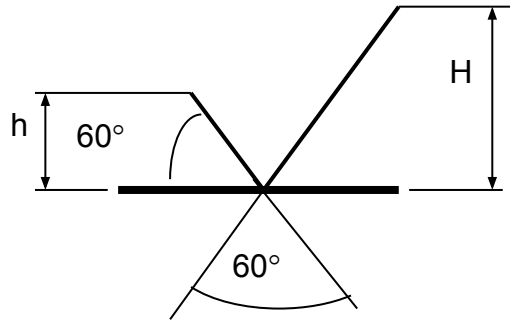
$$Rz = \frac{\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i \min}|}{5}$$

где  $H_{i \max}$  – высота  $i$ -го наибольшего выступа профиля;  
 $H_{i \min}$  – глубина  $i$ -й наибольшей впадины профиля.

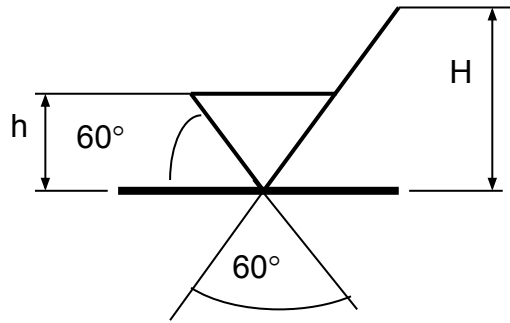
Обозначение шероховатости на чертежах рассматривается ГОСТ 2.306-73. Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования.

*Установлено 14 классов шероховатости поверхности.* Чем меньше шероховатость, тем выше класс. Классы с 1 по 5, а также 13 и 14 определяются параметром Rz, все остальные с 6 по 12 определяются параметром Ra, символ которого не пишется, а пишется только количественная характеристика.

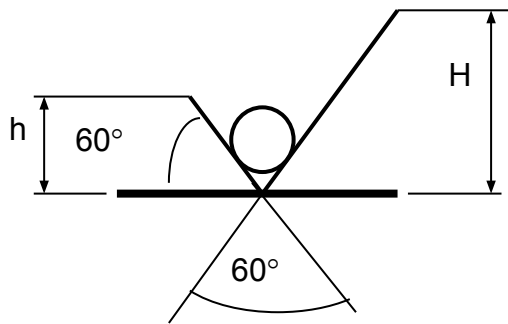
В обозначении шероховатости применяют один из знаков, показанных на рис.



- способ обработки конструктором не устанавливается, этот значок применяется наиболее часто, высота  $h$  равна высоте шрифта на чертеже, высота  $H = (1,5...5)h$ .



- поверхность образована удалением слоя материала, например: точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием, полированием, травлением и т. д.



- поверхность образована без удаления слоя материала, например, литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т. д.

Рис. Знаки для обозначения шероховатости поверхности

*Числовые значения параметров шероховатости указываются после соответствующего символа, например: Ra0,8 Rz25, Rmax30, Sm0,2, t5070.*

Требования к шероховатости можно указывать тремя способами:

1. Устанавливается наибольший предел, который не должно превышать действительное значение параметра шероховатости, например Rz 25.

2. Указывается диапазон значений параметра шероховатости поверхности, в котором должно находиться действительное его значение. Для этого приводят пределы значения параметра, размещая их в две строки, в верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости, например: Ra1,6 Rz0,80 Rmax0,8 и т. п.

3. Приводится номинальное значение параметра шероховатости с предельными отклонениями. Отклонения указываются в процентах от номинального значения, при этом значения выбираются из ряда 10, 20 и 40 % и могут быть симметричными или односторонними, например: Rz6,3±20 % и т. д. При указании двух или более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке: параметр высоты неровностей профиля, параметр шага неровностей профиля, относительная опорная длина профиля.



Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. на котором показан порядок записи параметров шероховатости и приведен пример такого обозначения.

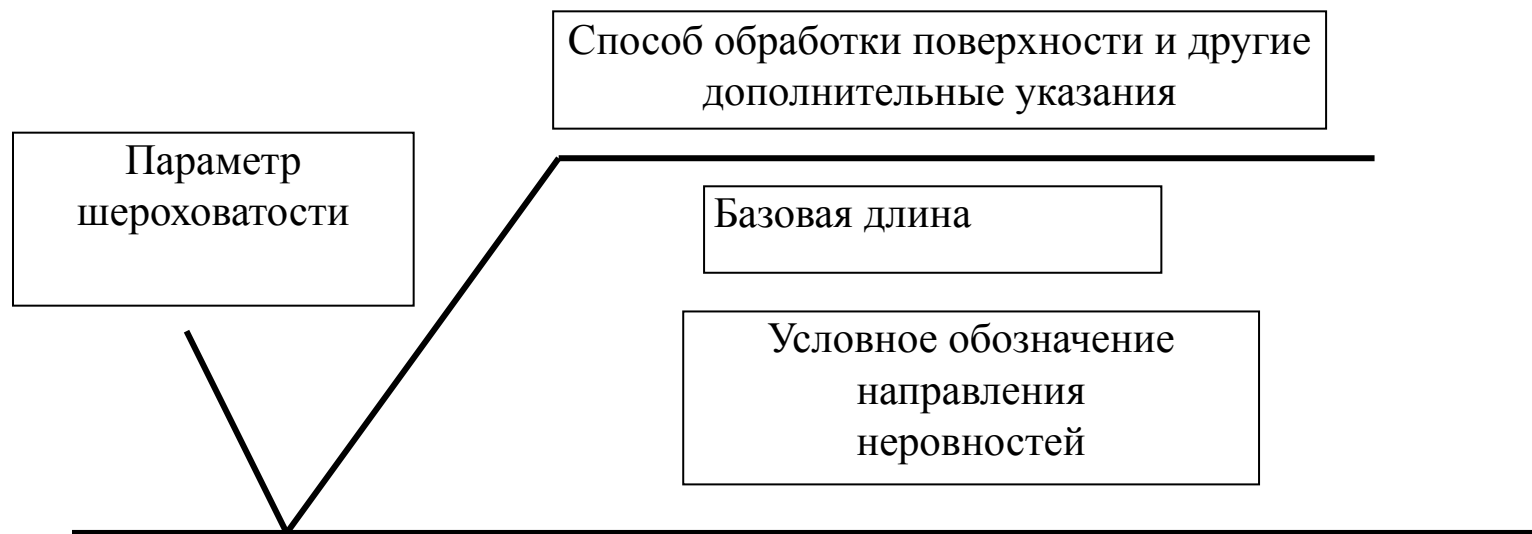


Рис. Пример обозначения шероховатости на чертежах

Обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа, если: все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость и на поверхности детали ее не проставляют (рис. а); не проставленная на части поверхности детали шероховатость одинакова и имеет указанные параметры, знак шероховатости, помещенный в скобках, следует читать «остальные поверхности» (рис.б); часть поверхностей детали не обрабатывается по данному чертежу (рис. в).

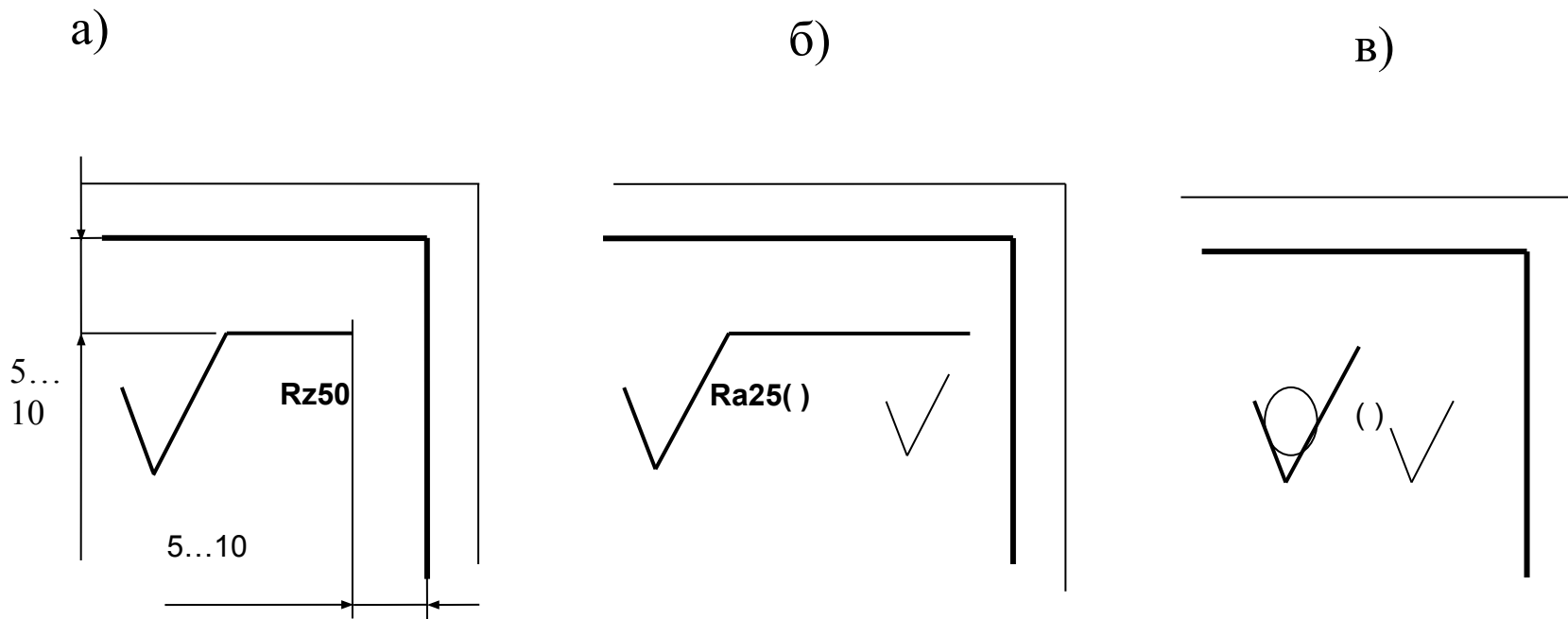
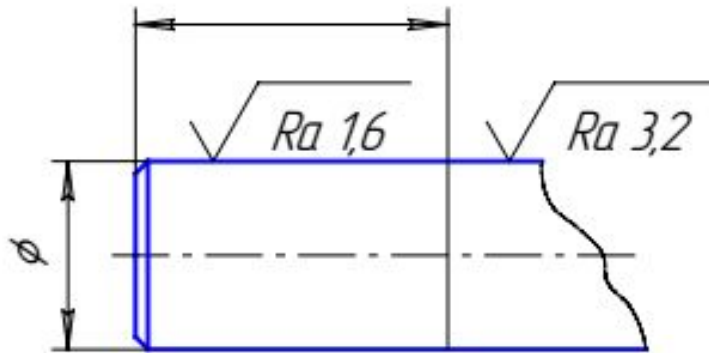
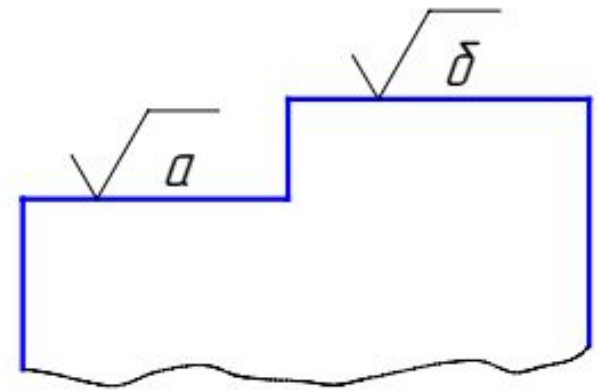


Рис. Обозначение шероховатости на чертежах

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и шероховатости.



Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхности с разъяснением его в технических требованиях чертежа (рис.), для чего используют строчные буквы русского алфавита в алфавитном порядке, без повторений и без пропусков.



$$\sqrt{a} = \sqrt{\text{Полировать } M 0,8 / Ra 0,4}$$

$$\sqrt{\delta} = \sqrt{Ra 0,8}$$

Таблица оценки шероховатости.

Классы шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Ra</i> , мкм	80... 40	40... 20	20... 10	10... 5	5... 2,5	2,5... 1,25	1,26... 0,63	0,63... 0,32	0,32... 0,16	0,16... 0,08	0,08... 0,04	0,04... 0,02	0,02... 0,01	0,01... 0,008
<i>Rz</i> , мкм	320... 160	60... 80	80... 40	40... 20	20... 10	10... 6,3	6,3... 3,2	3,2... 2,6	2,6... 0,8	0,8... 0,4	0,4... 0,2	0,2... 0,1	0,1... 0,05	0,05... 0,025
Базовая длина, мм	8		2,5			0,8			0,25				0,08	
<i>Достижимый при данном способе изготовления деталей класс шероховатости</i>														
Отливание	▽	▽	▽											
Шабрение							▽	▽	▽					
Сверление			▽	▽	▽	▽								
Строгание	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽						
Развертывание							▽	▽	▽					
Точение	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽				
Фрезерование		▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽						
Протягивание						▽	▽	▽	▽	▽				
Шлифование						▽	▽	▽	▽	▽				
Притирка								▽	▽	▽	▽	▽	▽	
Хонингование								▽	▽	▽	▽	▽		
Прокат					▽	▽	▽	▽	▽					
Литье в кокиль	▽	▽	▽	▽										
Литье под давлением		▽	▽	▽	▽	▽	▽							

