

# 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 допусковых 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;

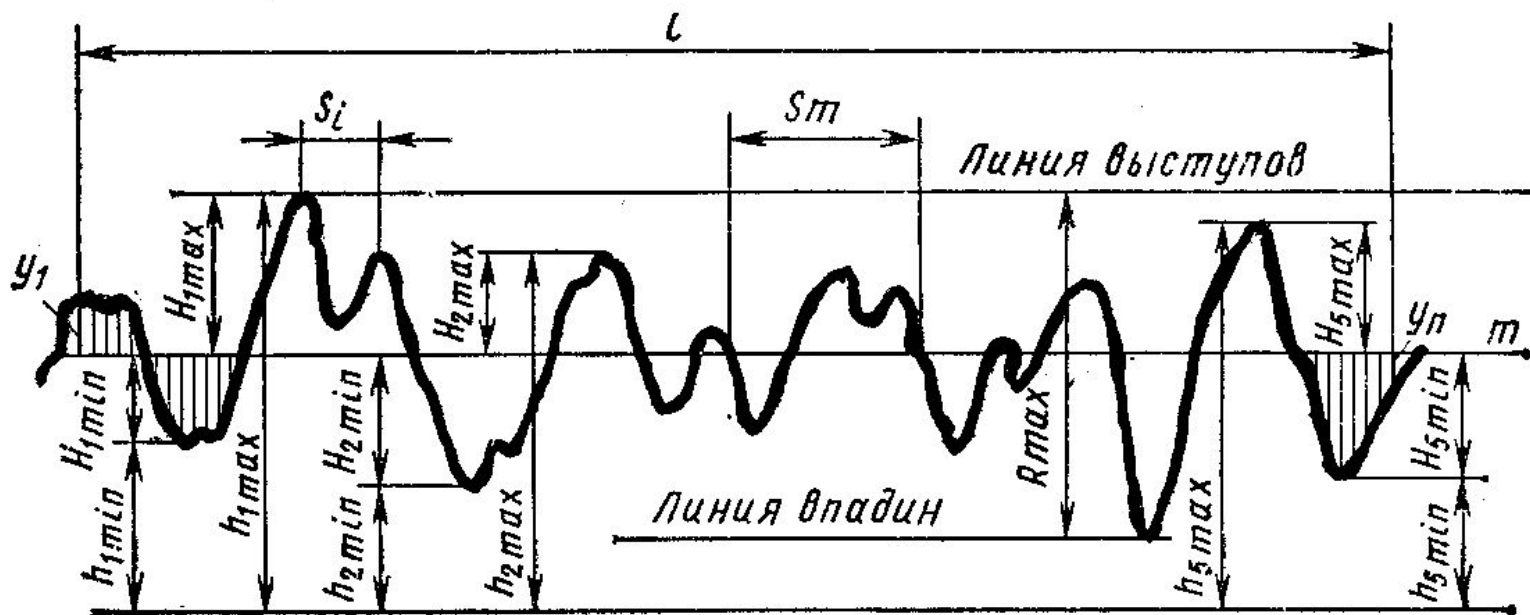
$S_m$  – средний шаг неровностей профиля;

$S$  – 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:

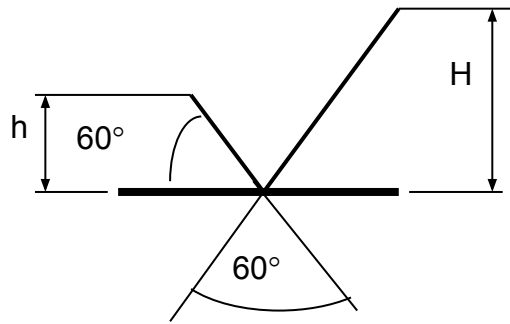
$$Rz = \frac{\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i \min}|}{5}$$

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

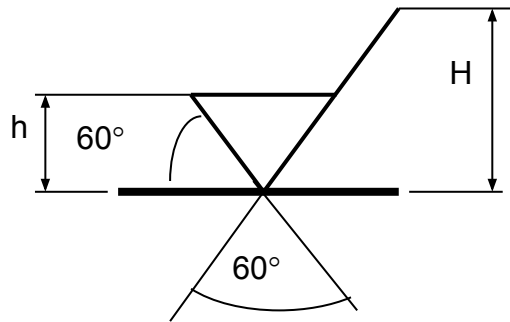
Обозначение шероховатости на чертежах рассматривается ГОСТ 2.306-73. Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования.

*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.

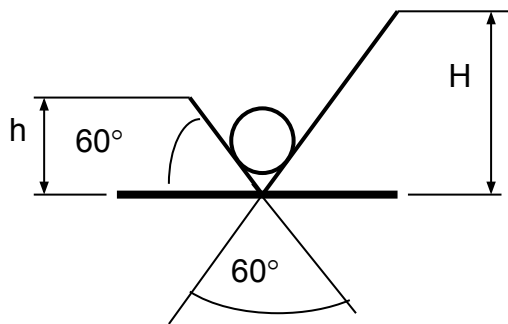
В обозначении шероховатости применяют один из знаков, показанных на рис.



- 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.

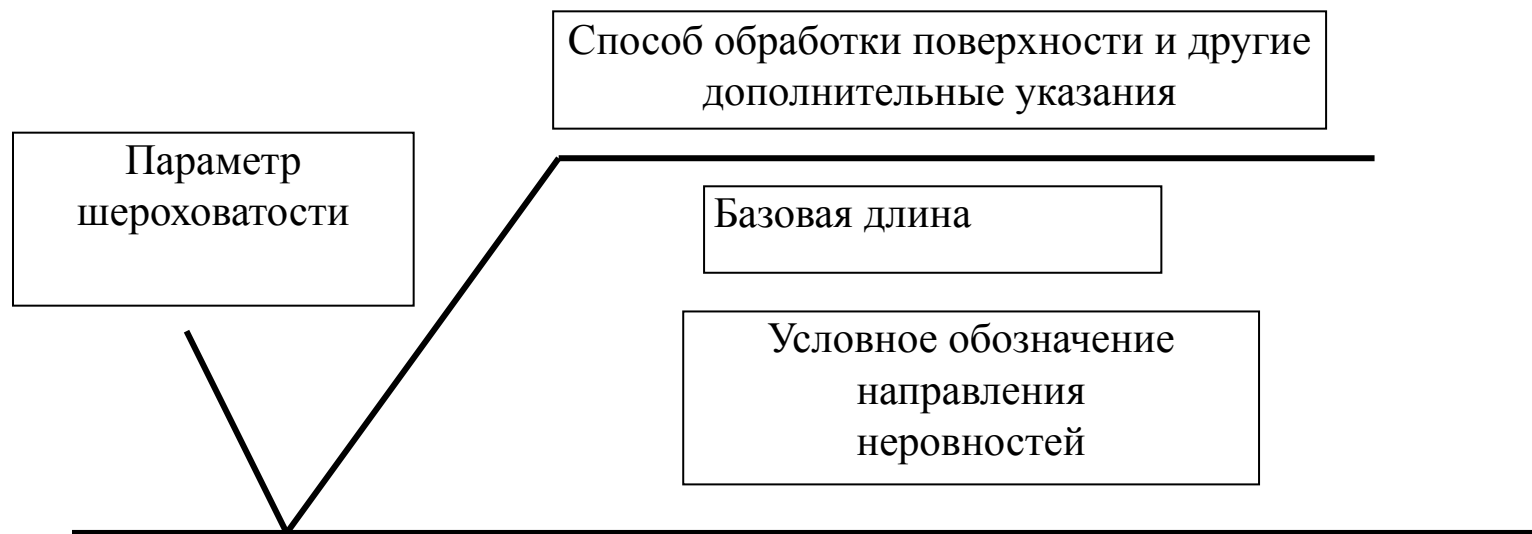


Рис. Пример обозначения шероховатости на чертежах

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).

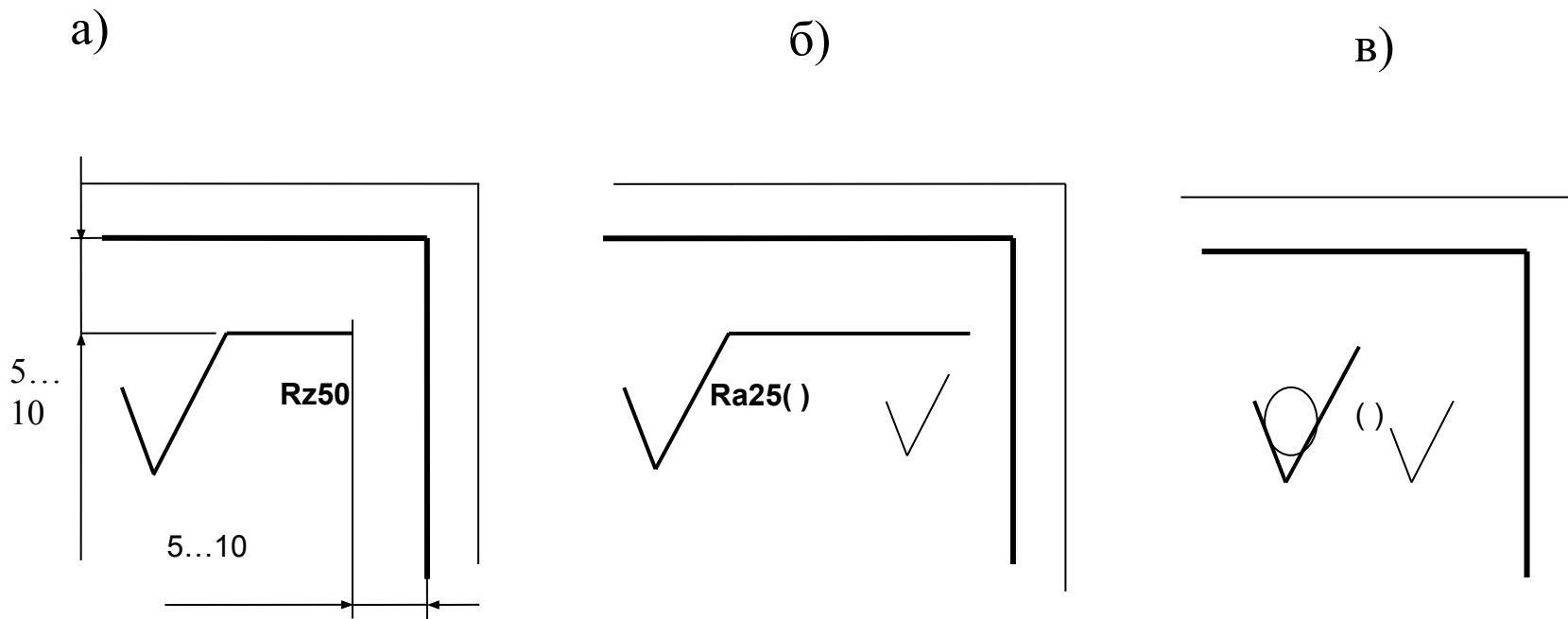
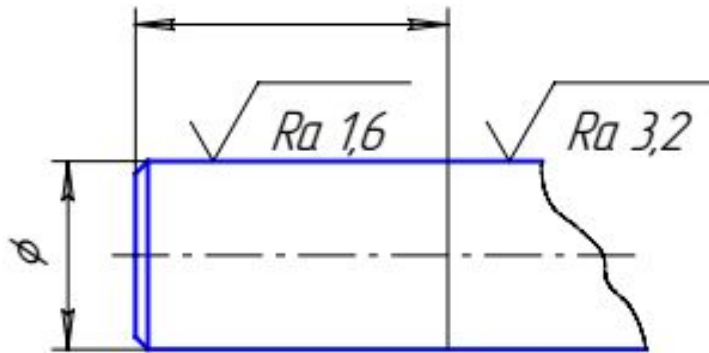
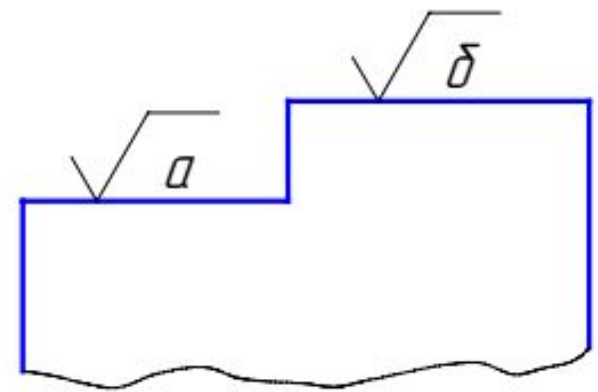


Рис. Обозначение шероховатости на чертежах

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.



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

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

Таблица оценки шероховатости.

| Классы шероховатости  | 1             | 2           | 3           | 4           | 5           | 6              | 7               | 8               | 9               | 10              | 11              | 12              | 13              | 14               |
|---|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <i>Ra</i> , мкм   | 80...<br>40   | 40...<br>20 | 20...<br>10 | 10...<br>5  | 5...<br>2,5 | 2,5...<br>1,25 | 1,26...<br>0,63 | 0,63...<br>0,32 | 0,32...<br>0,16 | 0,16...<br>0,08 | 0,08...<br>0,04 | 0,04...<br>0,02 | 0,02...<br>0,01 | 0,01...<br>0,008 |
| <i>Rz</i> , мкм   | 320...<br>160 | 60...<br>80 | 80...<br>40 | 40...<br>20 | 20...<br>10 | 10...<br>6,3   | 6,3...<br>3,2   | 3,2...<br>2,6   | 2,6...<br>0,8   | 0,8...<br>0,4   | 0,4...<br>0,2   | 0,2...<br>0,1   | 0,1...<br>0,05  | 0,05...<br>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   |               | ▽           | ▽           | ▽           | ▽           | ▽              | ▽               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |

