

# Лекция №7

## **ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЕЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ**

Детали могут иметь различную шероховатость поверхностей, зависящую от способов их изготовления.

Под шероховатостью поверхности подразумевают числовую характеристику величины микронеровностей реальной поверхности, определяющую ее отклонение от идеально гладкой поверхности. Номенклатура параметров, типы направлений неровностей поверхности и числовые значения параметров для оценки шероховатости поверхностей устанавливаются ГОСТ 2789 - 73.

Основные параметры:

$R_a$  - среднеарифметическое отклонение профиля, мкм  
( $1 \text{ мкм} = 1 \text{ м} / 1000000$ ),

$R_z$  - высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм.



## Высотные параметры шероховатости

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i| \quad \text{среднее арифметическое отклонение профиля}$$

$$R_a \approx \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx;$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^n |H_{i \min}| \right) - \text{высота неровностей профиля по 10 точкам}$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n h_{i \max} - \sum_{i=1}^n h_{i \min} \right);$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i; \quad S = \frac{l}{N-1} - \text{средний шаг неровностей профиля по вершинам,}$$

где: N-число максимумов профиля

**Шаговые параметры шероховатости**

$$S_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_m; \quad S_m = \frac{2l_0}{k-1} - \text{средний шаг неровностей профиля по средней линии,}$$

где: k-число нулей профиля;  $l_0 \leq l$

$l_0$  - длина отрезка средней линии в пределах базовой длины, ограниченная первым и последним нечетным пересечением профиля по средней линии

## Высотно-шаговый параметр шероховатостей

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i \quad (\text{в процентах}) - \text{относительная опорная длина профиля}$$

# Числовые значения $R_a$ или $R_z$ выбираются из таблицы

Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$

100.0	10.00	1.000	0.100	0.010
80.0	8.00	0.800	0.080	0.008
63.0	6.30	0.630	0.063	—
50.0	5.00	0.500	0.050	—
40.0	4.00	0.400	0.040	—
32.0	3.20	0.320	0.032	—
25.0	2.50	0.250	0.025	—
20.0	2.00	0.200	0.020	—
16.0	1.60	0.160	0.016	—
12.5	1.25	0.125	0.012	—

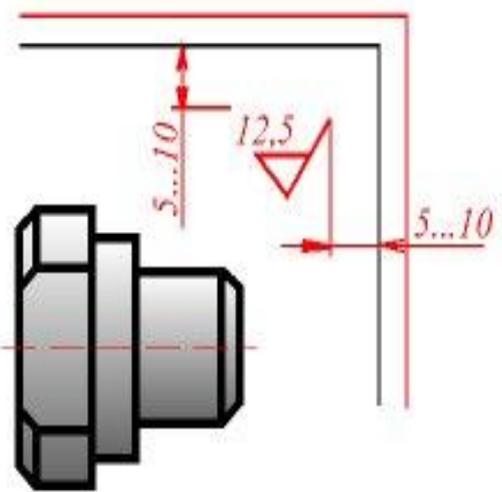
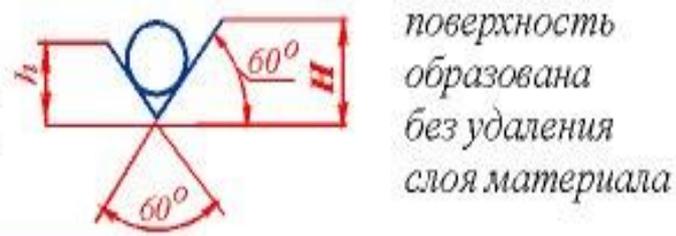
Высота неровностей профиля по 10 точкам

—	1000	100.0	10.00	1.000	0.100
—	800	80.0	8.00	0.800	0.080
—	630	63.0	6.30	0.630	0.063
—	500	50.0	5.00	0.500	0.050
—	400	40.0	4.00	0.400	0.040
—	320	40.0	4.00	0.400	0.040
—	320	32.0	3.20	0.320	0.032
—	250	25.0	2.50	0.250	0.025
—	200	20.0	2.00	0.200	—
1600	160	16.0	1.60	0.160	—
1250	125	12.5	1.25	0.125	—

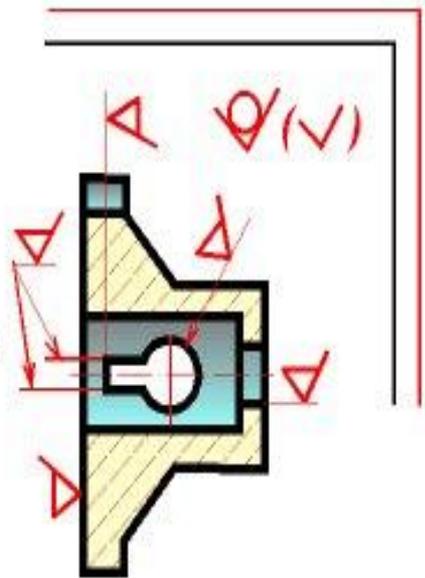
При обозначении шероховатости параметр  $R_a$  пишется без символа (например, 0,5), остальные параметры наносят с символами. Стандартом установлено 14 классов шероховатостей деталей. Чем выше класс шероховатости, тем меньше высота неровностей, а следовательно, чище поверхность.

Определение шероховатости поверхности производят сравнением поверхности с соответствующим эталоном или специальными приборами (профилографом, профилометром, двойным микроскопом).

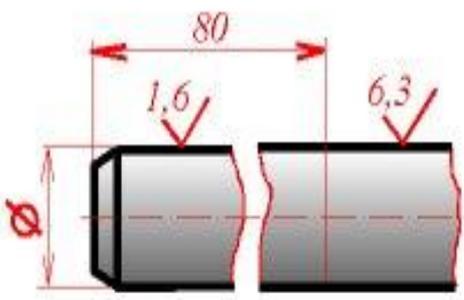
ГОСТ 2.309 - 73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности.



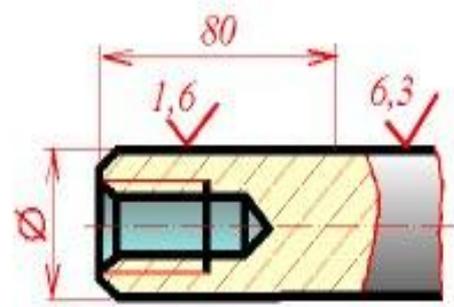
При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей деталей обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят.



При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей детали в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и условный знак (√), означающий слово 'остальное'.



Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией. Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят.



Первый знак - поверхность образована удалением слоя материала (например, точением, сверлением, травлением и т.п.).

Второй знак - поверхность образована без удаления слоя материала (например, литьем, ковкой, прокаткой и т.п.).

Третий знак - поверхность, вид обработки которой конструктором не устанавливается, но указываются параметры  $R_a$  или  $R_z$  и другие требования к поверхности.

Высота  $h$  знаков должна быть равна высоте цифр размерных чисел чертежа. Высота  $H$  составляет  $1,5...3 h$ . Толщина линий знаков должна быть равна  $1/2$  толщины линии видимого контура. Размеры и толщина линий у знака в правом верхнем углу, взятого в скобки, должны быть такими же, как у знаков, расположенных на чертеже, а у знака перед скобкой - в 1,5 раза больше.

Отсутствие знака означает, что поверхность не нормируется данным чертежом, т.е. к поверхности не предъявляется никаких требований.

Классы шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$R_a$ , 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
$R_z$ , 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				

*Достижимый при данном способе изготовления деталей класс шероховатости*

Отливание	✓	✓	✓											
Шабрение							✓	✓	✓					
Сверление			✓	✓	✓	✓								
Строгание	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Развертывание							✓	✓	✓					
Точение	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Фрезерование		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Протягивание						✓	✓	✓	✓	✓				
Шлифование						✓	✓	✓	✓	✓				
Притирка								✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Хонингование								✓	✓	✓	✓	✓		
Прокат					✓	✓	✓	✓	✓					
Литье в кокиль	✓	✓	✓	✓										
Литье под давлением		✓	✓	✓	✓	✓	✓							

# **Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах:**

1. Знаки шероховатости поверхностей располагают на линиях видимого контура, на выносных линиях (ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. При недостатке места допускается располагать знаки на размерных линиях или на их продолжениях и на месте разрыва выносной линии

2. Знаки шероховатости поверхности располагают на тех изображениях, на которых проставлены размеры данных поверхностей.

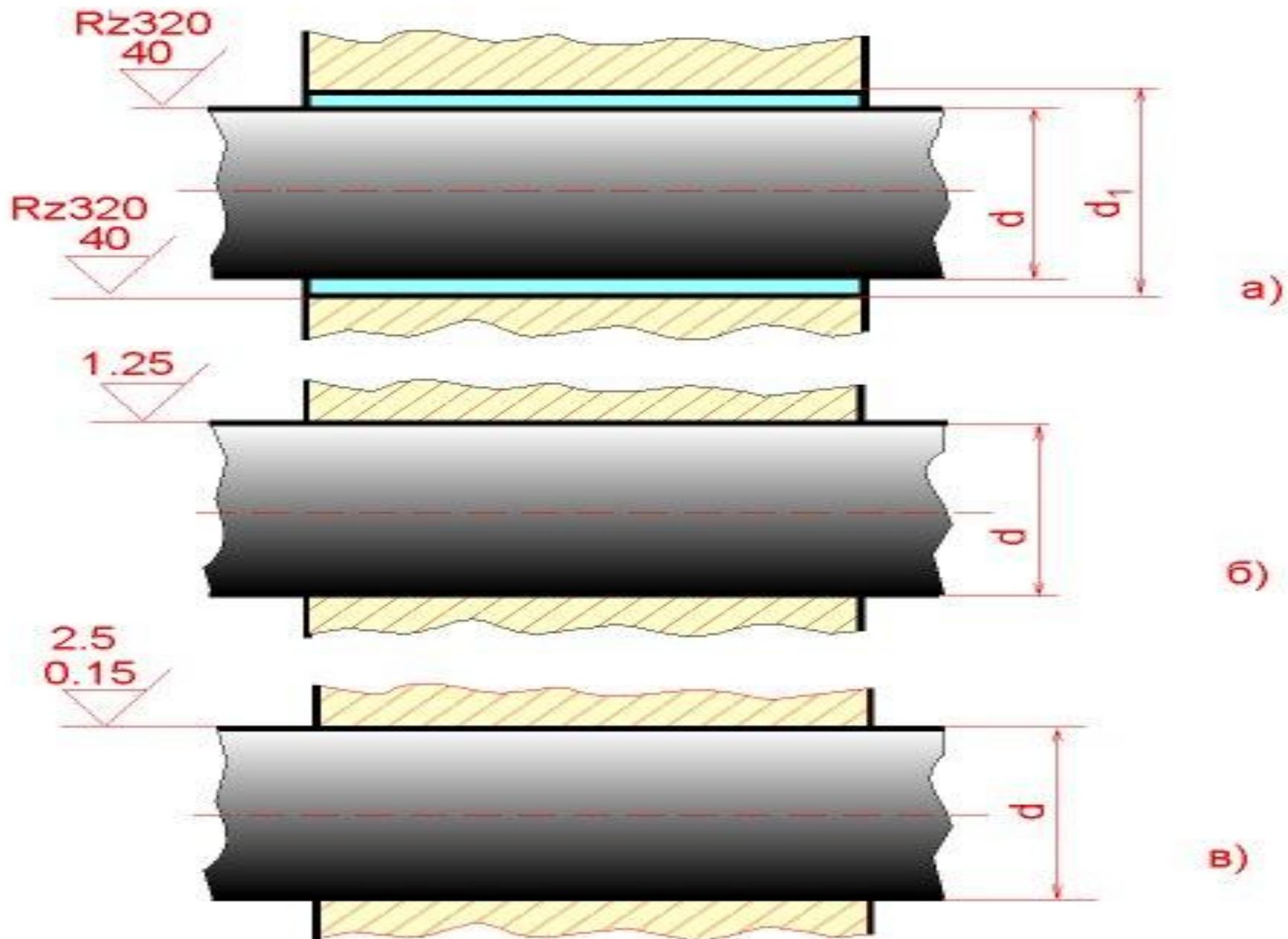
# Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах:

3. Острие знака направляется к обрабатываемой поверхности. Знаки располагают относительно основной надписи чертежа.

4. Если все поверхности детали должны иметь одинаковую шероховатость, обозначение ее проставляют в правом верхнем углу чертежа, а на изображении не проставляют.

5. Если часть поверхностей детали имеет одинаковую шероховатость, тогда в правом верхнем углу чертежа проставляют обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение. Это значит, что все поверхности, на изображении которых не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением.

6. Если изображена деталь с разрывом, шероховатость проставляется один раз и по возможности ближе к месту указания размера.



# Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах:

7. При наличии в детали поверхностей, шероховатость которых не нормируется, в правом верхнем углу чертежа никаких знаков не ставится.
8. Если шероховатость поверхности детали на смежных участках одного и того же профиля должна быть разной, то между ними проводят сплошную тонкую линию с нанесением соответствующего размера и ставят знак шероховатости. Через зону штриховки границу между поверхностями с различной шероховатостью не проводят.
9. На чертежах зубчатых колес обозначение шероховатости рабочей поверхности зуба, если не указан его профиль, условно наносят на линию делительной поверхности.
10. Обозначение шероховатости повторяющихся поверхностей (отверстий, зубьев, пазов и т.п.) дается только один раз.

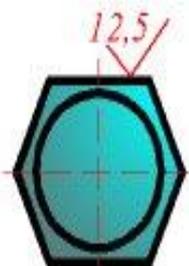


Рис.1

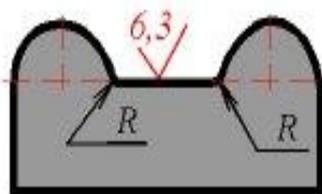
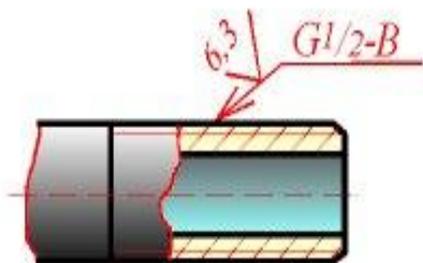
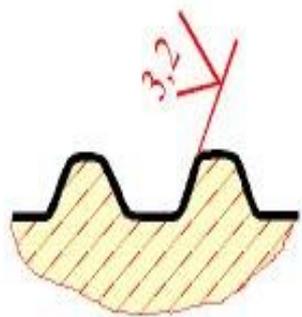
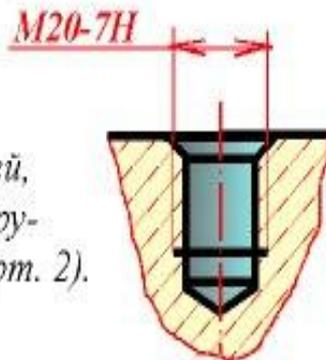


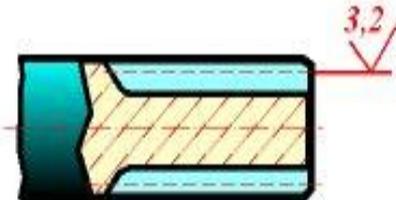
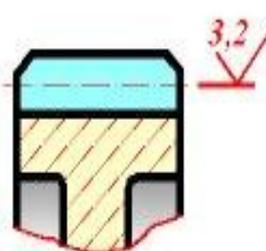
Рис.2

Если шероховатость поверхностей, образующих контур должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с черт. 1. Диаметр вспомогательного знака  $\bigcirc$  -4...5 мм.

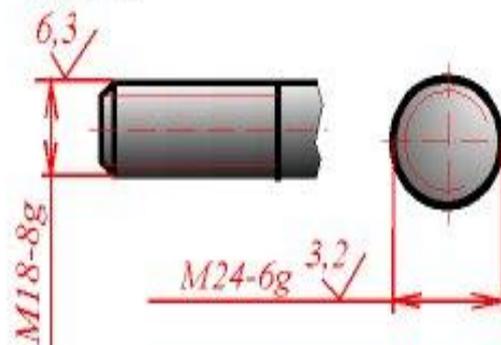
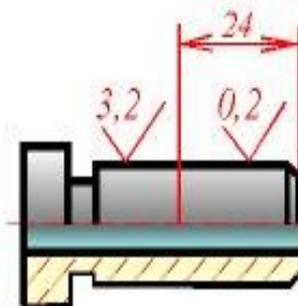
В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  $\bigcirc$  не приводят (черт. 2).



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.



Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля или условно на выносной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или ее продолжении.



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.

## **Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах:**

11. Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля.

Для приближенной оценки шероховатости поверхности можно пользоваться таблицей

Все классы шероховатости и другие параметры условно разделены на 5 групп:

I (классы 1...3) - торцовые поверхности труб, профилей и другого сортового материала, поверхности шкивов, фланцев и т.п.

II (классы 4...6) - втулки, гладкие части болтов 3 и 4-го классов точности, кронштейны, различные привалочные поверхности.

III (классы 7...9) - несущие поверхности подшипников, поверхности зубьев и т.п.

IV (классы 10...13) - поверхности, работающие на трение, поверхности поршневых пальцев и колец, шейки коленчатых валов, кулачков.

V (класс 14) - поверхности оптических стекол