

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 28.05.2026 15:28:08
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Рязанский институт (филиал)

Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Энергетические системы и точное машиностроение»

Н.В. Аверин, А.С. Асаев, А.Е. Посалина

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Учебное пособие

Рязань
2022

УДК 621.0
ББК 34.1
А 19

Аверин, Н.В.

А 19 Шероховатость поверхностей: учебное пособие / Н.В. Аверин, А.С. Асаев, А.П. Посалина. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 24 с.

Учебное пособие содержит сведения о нормировании шероховатости поверхностей, их обозначениях и правилах нанесения на чертежи. В приложениях приведены характерные шероховатости поверхностей для некоторых распространенных методов получения заготовок и механической обработки.

Учебное пособие предназначено для студентов направлений подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 38.03.02 Менеджмент всех форм обучения. Может использоваться в ходе изучения дисциплин «Взаимозаменяемость, стандартизация, технические измерения», «Метрология», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества».

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 621.0
ББК 34.1

© Аверин Н.В., Асаев А.С.,
Посалина А.Е., 2022
© Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического
университета, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Нормирование шероховатости поверхностей.....	5
1.1 Понятие о шероховатости поверхности.....	5
1.2 Контроль шероховатости поверхностей.....	5
1.3 Параметры для нормирования шероховатости поверхностей.....	6
1.4 Выбор значений параметров шероховатости.....	7
2 Обозначения шероховатости поверхностей.....	10
2.1 Знаки, применяемые для обозначения шероховатости поверхностей.....	10
2.2 Структура обозначения шероховатости.....	11
2.3 Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах.....	12
Библиографический список.....	19
Приложение А.....	20
Приложение Б.....	21
Приложение В.....	22

Введение

Результатом конструкторской деятельности является чертёж. В настоящее время, когда в основу производства положены принципы стандартизации и взаимозаменяемости, особенно важна тщательная проработка документации, правильное составление и оформление чертежей, спецификаций и т. д.

В данной работе сделана попытка объединить и разъяснить сведения, изложенные в различной литературе и посвященные понятию шероховатость поверхностей.

В первом разделе описаны параметры, применяемые для обозначения шероховатости поверхности и возможности контроля. Причём ввиду того, что студенты первых курсов еще недостаточно знакомы с такими дисциплинами, как технология машиностроения, метрология и стандартизация, вопросы нормирования шероховатости поверхностей рассмотрены несколько упрощенно.

Во втором разделе подробно изложены правила обозначения шероховатости поверхностей на чертеже согласно последней редакции соответствующего стандарта.

В приложениях даны примеры чертежей с пояснениями и справочные таблицы.

1 Нормирование шероховатости поверхностей

1.1 Понятие о шероховатости поверхности

При любом способе изготовления деталей их поверхности не могут быть абсолютно гладкими, идеальными. Всегда имеются более или менее выраженные неровности различной формы и высоты – следы литейной формы, прокатных вальцов, режущих инструментов и т. д. Высота, форма и расположение этих неровностей зависят от ряда факторов и условий, связанных со свойствами материала, технологией обработки, скоростью резания, качеством инструментов и др.

Совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная на определенной (базовой) длине, называется шероховатостью поверхности.

Шероховатость поверхностей регламентируется следующими стандартами:

- ГОСТ 25142–82. Шероховатость поверхностей. Термины и определения;
- ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхностей. Параметры и характеристики;
- ГОСТ 2.309–73. Обозначения шероховатости поверхностей.

Требования стандартов распространяются на поверхности изделий, изготовленных из любых материалов и любыми методами (имеются в виду традиционные методы металлообработки), кроме ворсистых поверхностей. При этом дефекты поверхности (раковины и др.) из рассмотрения исключаются.

Влияние шероховатости на эксплуатационные свойства деталей значительно и многообразно. Чем меньше неровности, тем меньше деталь подвергается истиранию и коррозии, тем выше точность установки деталей при сборке. Усталостная прочность деталей, плотность и герметичность сопряжений, качество электрических и тепловых контактов, гальванических и лакокрасочных покрытий, отражение лучей, точность измерений также во многом зависят от величины поверхностных неровностей. Поэтому так важно уметь правильно назначать шероховатость поверхностей и обозначать ее на чертеже.

1.2 Контроль шероховатости поверхностей

Качественный контроль шероховатости осуществляется путём сравнения с образцами или образцовыми деталями визуально или на ощупь. ГОСТ 9378–93 устанавливает образцы шероховатости. На каждом образце указаны значения параметра Ra (мкм) и вид обработки образца (точение, фрезерование, строгание и др.). Визуально можно удовлетворительно оценить поверхности с Ra от 0,6 до 0,8 мкм и более. Для повышения точности используют щупы и микроскопы сравнения.

Количественный контроль параметров шероховатости осуществляют бесконтактными методами (микроинтерферометры, измерительные микроскопы и др.) и контактными методами с помощью щуповых приборов (профилометры и др.).

профилографы). При этом профиль поверхности ощупывается специальной алмазной иглой, в результате чего получают профиль поверхности (рисунок 1).

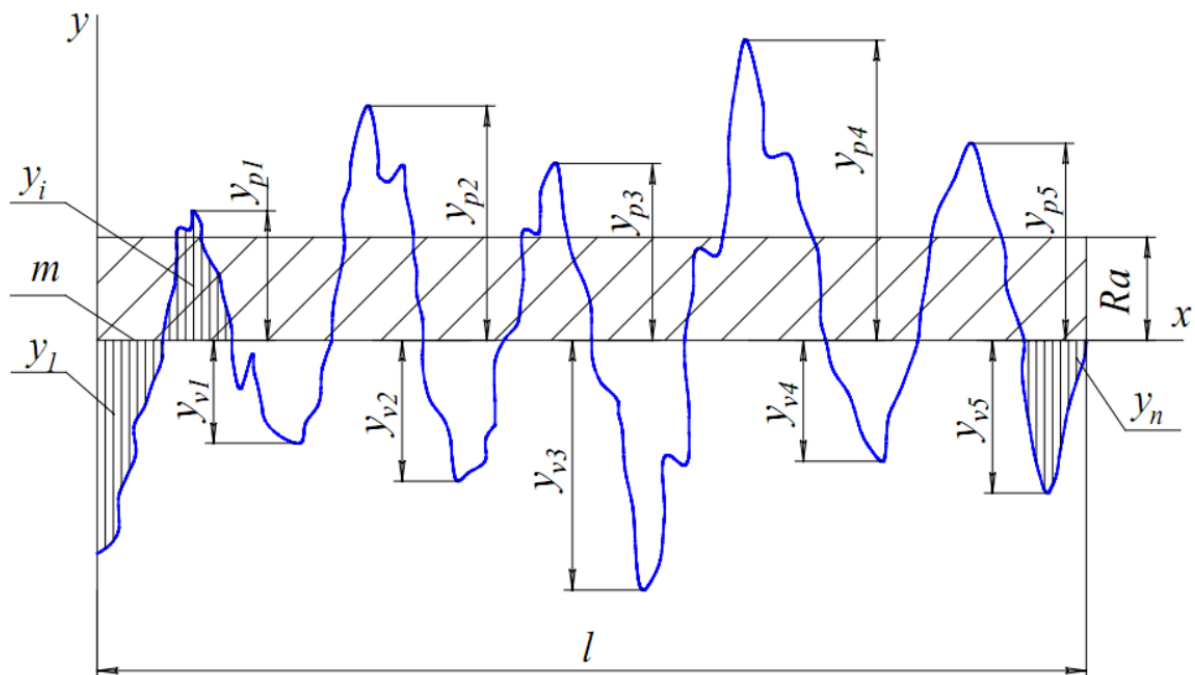


Рисунок 1 – Профиль поверхности

1.3 Параметры для нормирования шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхности оценивается по неровностям профиля (чаще поперечного), получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью (чаще всего в нормальном сечении). Как уже сказано выше, на практике профиль поверхности получают с помощью профилографа (рисунок 1). Для оценки параметров профиля проводят среднюю линию, имеющую форму номинального профиля, а также линии выступов и впадин, эквидистантно средней линии. Средняя линия m является базой для определения параметров шероховатости. Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонения формы и волнистости) ее рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется базовой длиной l . Базовая длина задается на чертеже или определяется в зависимости от числового значения высотного параметра шероховатости поверхности, заданного на чертеже.

Для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей ГОСТ 2789–73 устанавливает шесть параметров: три высотных (Ra , Rz , $Rmax$), два шаговых (S , Sm) и параметр относительной опорной длины профиля (t_p), где:

- Ra – среднее арифметическое отклонение профиля;
- Rz – высота неровностей по десяти точкам;
- $Rmax$ – наибольшая высота профиля;
- Sm – средний шаг неровностей профиля;
- S – средний шаг местных выступов профиля;
- t_p – относительная опорная длина профиля;
- r – уровень сечения профиля.

Кроме количественных параметров стандарт устанавливает типы направленных неровностей (качественная характеристика).

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

Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительным считается и чаще используется параметр Ra , который наиболее информативен и обеспечен надежными средствами измерений.

Параметр Rz применяют при нормировании небольших неровностей (диапазон от 0,025 до 0,1 мкм) и на малых по размерам поверхностях, где практически невозможно применить ощупывающие приборы, а также при нормировании требований к большим (грубым) поверхностным неровностям (диапазон от 10 до 1600 мкм). Для перехода от одного параметра к другому часто пользуются соотношениями: $Ra \approx 0,25Rz$ при $Rz \geq 8$ мкм, $Ra \approx 0,2Rz$ при $Rz < 8$ мкм.

Остальные параметры на практике применяются редко, при особых эксплуатационных требованиях к поверхности. Поэтому далее более подробно рассмотрим только параметры Ra и Rz .

Среднее арифметическое отклонение профиля Ra – среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины

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

где l – базовая длина;

n – число выбранных точек на базовой длине;

y – отклонение профиля от средней линии.

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

$$Rz = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}$$

где y_{pi} – высота i -го наибольшего выступа профиля;

y_{vi} – глубина i -й наибольшей впадины профиля.

1.4 Выбор значений параметров шероховатости

Числовые значения Ra и Rz выбирают из таблиц 1 и 2. В первую очередь следует применять предпочтительные значения (в таблицах подчеркнуты),

получившие наибольшее применение в международной практике. Им соответствуют номинальные значения шероховатости образцов сравнения.

Таблица 1 – Ряды значений среднего арифметического отклонения профиля Ra , мкм

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

Таблица 2 – Ряды значений высоты неровностей профиля Rz , мкм

-	1000	100	10,0	1,00	0,100
-	800	80	8,0	0,80	0,080
-	630	63	6,3	0,63	0,063
-	500	50	5,0	0,50	0,050
-	400	40	4,0	0,40	0,040
-	320	32	3,2	0,32	0,032
-	250	25	2,5	0,25	0,025
-	200	20	2,0	0,20	0,020
1600	160	16,0	1,60	0,16	-
1250	125	12,5	1,25	0,125	-

Числовые значения базовой длины l (мм) выбираются из ряда: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25 (значения, указанные в скобках, применяются в особых случаях).

Чем неоднороднее неровности поверхности и чем они больше, тем больше должна быть базовая длина, чтобы выбранный параметр шероховатости правильно характеризовал состояние поверхности. Если параметры Ra и Rz определены на базовой длине в соответствии с таблицей 3, то эти базовые длины не указываются в требованиях к шероховатости.

Таблица 3 – Соотношение параметров шероховатости и базовой длины

Базовая длина l , мм	Ra , мкм	Rz , мкм
0,08	До 0,025	До 0,10
0,25	Св. 0,025 до 0,4	Св. 0,10 до 1,6
0,8	Св. 0,4 до 3,2	Св. 1,6 до 12,5
2,5	Св. 3,2 до 12,5	Св. 12,5 до 50
8	Св. 12,5 до 100	Св. 50 до 400

Какие именно значения выбрать из приведенных выше таблиц и рядов определяют, ориентируясь на данные опыта конструирования и соотношения между шероховатостью и точностью (допусками размера и формы). Расчетные методы и таблицы для этих целей приводятся в специальной литературе [5, 6]. В общем случае, чем выше требования по точности, тем выше требования и по шероховатости поверхности. В особенности это важно для сопрягаемых поверхностей. Вместе с тем, прямой связи между точностью и шероховатостью поверхности нет, так как к самым неточным поверхностям по допуску размера можно предъявить весьма высокие требования шероховатости (например, поверхности ручек хирургического инструмента, различных маховичков, рукояток, кнопок и т.п.). В некоторых случаях (соединения с натягом, подшипники скольжения) существуют оптимальные параметры поверхности, отклонения от которых в ту или другую сторону снижают работоспособность соединений. Кроме того, следует помнить, что достижение высокого качества поверхностей деталей ведёт к значительному повышению стоимости изделий, поэтому рекомендуется применять менее высокие требования к шероховатости, совместимые с условием надёжной работы деталей. Необходимо в каждом конкретном случае найти оптимальное решение.

В учебных условиях перед назначением шероховатости поверхности надо в каждой детали четко классифицировать поверхности:

1) поверхности рабочие, по которым детали соприкасаются между собой и перемещаются относительно друг друга, например, поверхности направляющих, поршней и цилиндров в насосах, цилиндрические поверхности подшипников и шеек валов и их торцы, уплотнительные поверхности седел и клапанов в арматуре и т.п. Такие поверхности обязательно подлежат механической обработке, многие из них требуют высокой точности, шероховатость их должна соответствовать примерно Ra от 2,5 до 0,16 и Rz от 10 до 0,8 мкм (в отдельных случаях и меньше);

2) поверхности установочные, по которым детали соприкасаются между собой и неподвижны относительно друг друга и которыми определяется точность взаимного положения. Эти поверхности тоже механически обрабатываются. Шероховатость их может соответствовать примерно Ra от 20 до 2,5 мкм и Rz от 80 до 10 мкм (в отдельных случаях и меньше);

3) поверхности ограничительные и соединительные, которые служат для ограничения детали или соединения отдельных ее элементов между собой и по которым детали в работающих изделиях не соприкасаются, например, наружные поверхности корпусов, свободные открытые торцы деталей и т.п. Часто эти поверхности не подлежат механической обработке и остаются в том состоянии, в каком получены на стадии формообразования, т.е. при отливке, поковке, штамповке или прокатке. Шероховатость таких поверхностей может быть в пределах Ra от 20 до 2,5 мкм и Rz от 80 до 10 мкм;

4) при предъявлении эстетических требований к внешнему виду поверхностей они должны иметь шероховатость, соответствующую Ra от 5,0 до 1,25 мкм и Rz от 20 до 6,3 мкм.

Отдельно также следует рассматривать наружные поверхности различных управляющих органов (маховичков, рукояток, кнопок и т.п.), за которые приходится браться руками в процессе работы на машине, станке и др. Шероховатость таких поверхностей может быть в пределах Ra от 0,63 до 0,08 мкм и Rz от 3,2 до 0,4 мкм.

Если точность сопряжения и метод обработки не позволяют определить требования к шероховатости поверхностей, назначение шероховатости поверхности следует производить, опираясь на данные практики. При этом необходимо учитывать, что в зависимости от области машиностроения значения параметров шероховатости для одной и той же поверхности могут значительно различаться.

2 Обозначения шероховатости поверхностей

2.1 Знаки, применяемые для обозначения шероховатости поверхностей

Стандартом предусмотрены три знака для обозначения шероховатости (рисунок 2). Высота знаков h должна быть равна высоте цифр размерных чисел чертежа, высота H равна $(1,5-3)h$, толщина линий знаков – приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, т.е. $s/2$.

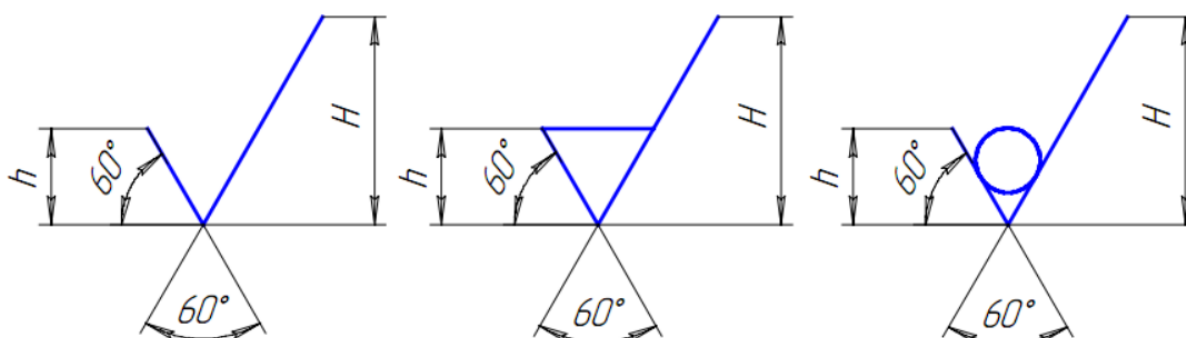
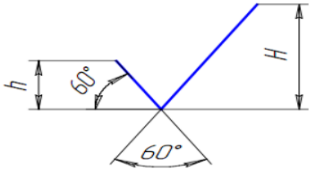
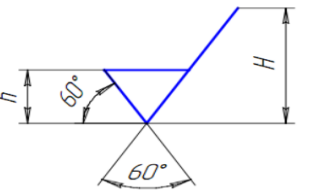
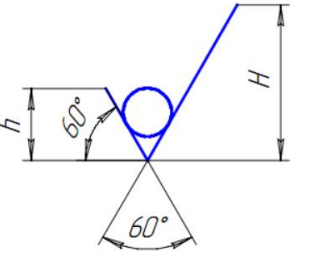


Рисунок 2 – Обозначение шероховатости

Использование трех знаков дает возможность конструктору указать изготовителю, какой вид обработки должен быть применен при изготовлении детали. Различают два вида обработки (не путать со способом обработки): со снятием материала и без снятия материала. Поверхности, обработанные разными видами, отличаются по внешнему виду и свойствам. При обработке со снятием материала каким-либо режущим инструментом (способы обработки – точение, шлифование, сверление и т.д.) удаляется часть материала заготовки. Структуры материала при этом оказываются перерезанными, на поверхности остается след режущего инструмента. При обработке без снятия материала (способы обработки – литье, штамповка, прокат и т.д.) обычно под действием давления происходит перемещение материала, его деформация, и структура поверхностных слоев оказывается часто в виде «гладко расположенных волокон».

В таблице 4 указаны условия выбора обозначения шероховатости.

Таблица 4 – Обозначения шероховатости с пояснениями

	<p>Вид обработки детали разработчику чертежа безразличен. Знак применяется с числовым значением шероховатости.</p>
	<p>Требуется изготовить деталь с удалением слоя материала. Знак применяется с числовым значением шероховатости.</p>
	<p>Поверхность должна быть изготовлена без удаления слоя материала, либо поверхность, на которой находится этот знак, при изготовлении по данному чертежу вообще не должна обрабатываться (находится “в состоянии поставки”), т.е. деталь изготавливается из проката или литой, штампованной или другой заготовки и часть поверхностей не будет обрабатываться вообще. Знак применяется как с числовым значением шероховатости (при обработке без снятия материала), так и без него (в состоянии поставки).</p>

2.2 Структура обозначения шероховатости

Структура обозначения шероховатости в соответствии с последней редакцией ГОСТ 2.309–73 приведена на рисунке 3.

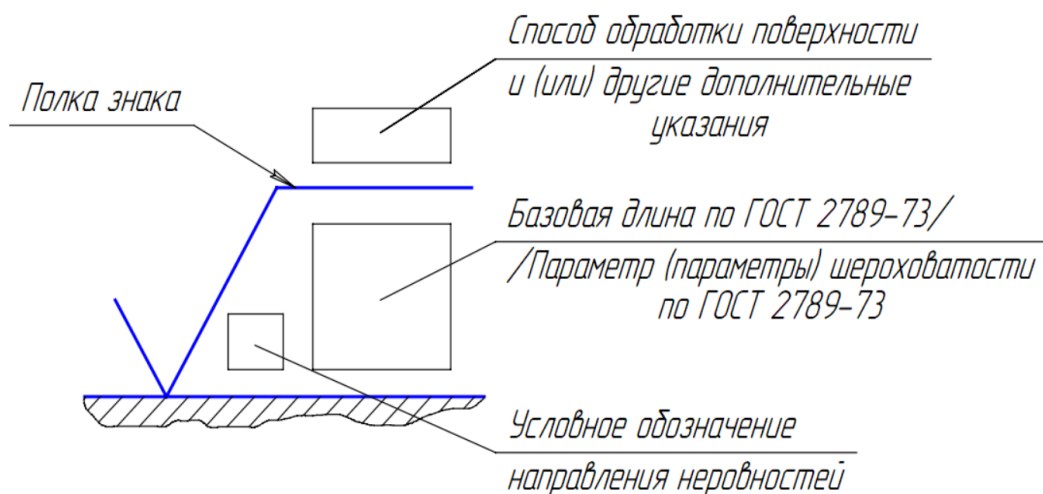


Рисунок 3 – Структура обозначения шероховатости

Такая структура дает возможность разработчику-конструктору указать на чертеже все необходимые ему требования к качеству поверхностей. Если конструктор считает необходимым, он может назначить значения как одного, так и нескольких параметров. Для каждого параметра можно установить наибольший предел, который не должно превышать действительное значение этого параметра шероховатости либо, когда слишком гладкая поверхность недопустима, диапазон значений параметра шероховатости, либо номинальное значение с предельными отклонениями в процентах от номинального. Можно самостоятельно выбрать и указать значение базовой длины, однако, если разработчика «устраивают» соотношения таблицы 3, то базовая длина не указывается вообще. Есть возможность указать направления неровностей, а над полкой – способ обработки.

Пример полного обозначения шероховатости представлен на рисунке 4.

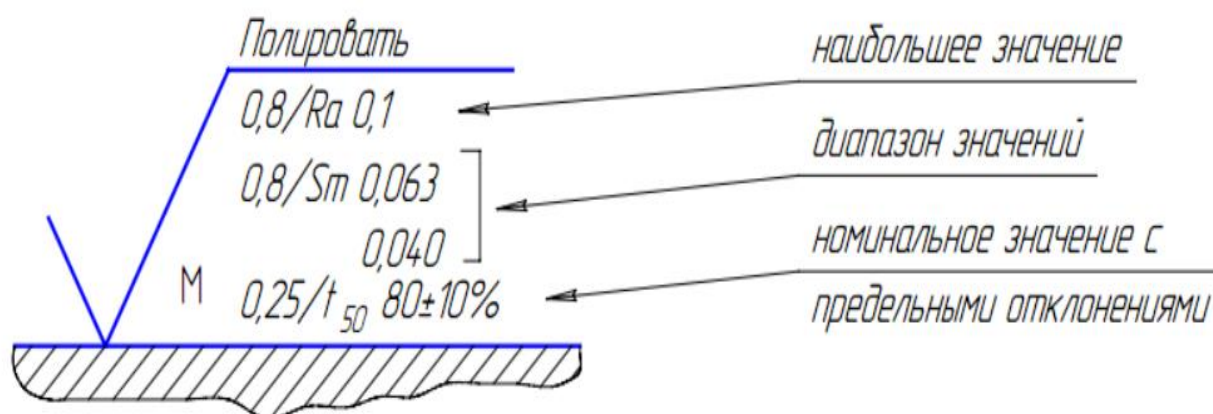


Рисунок 4 – Пример обозначения шероховатости на чертежах

Прочитать его следует так:

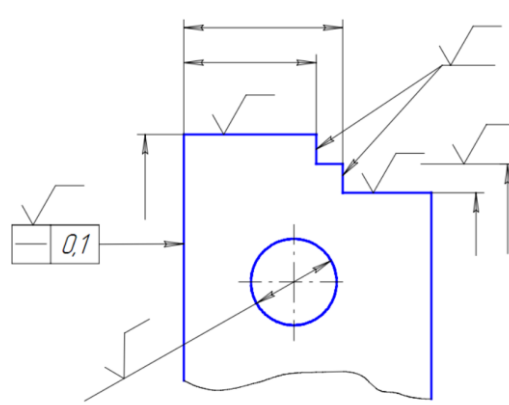
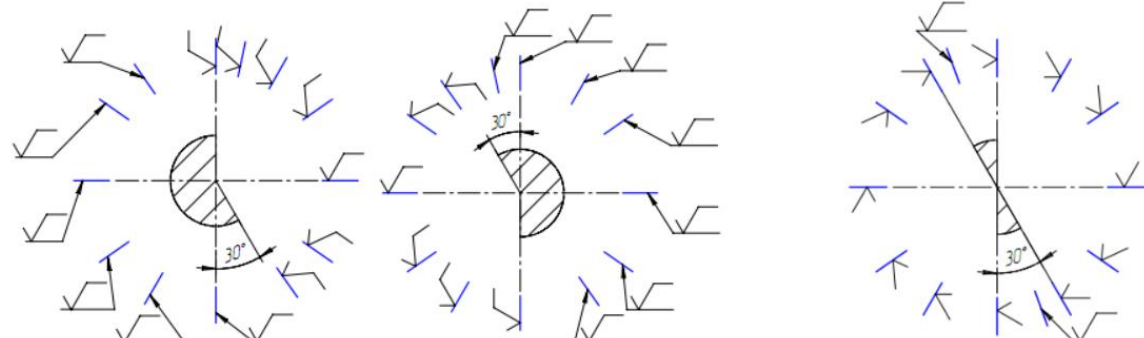
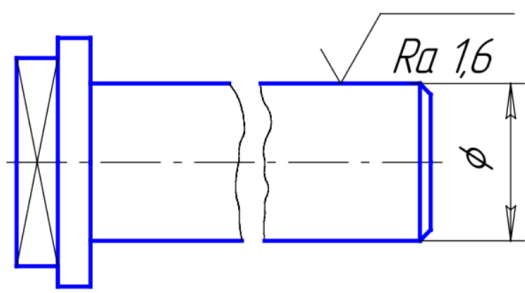
- 1) высотный параметр Ra должен быть не более 0,1 мкм на базовой длине 0,8 мм;
- 2) средний шаг неровностей профиля Sm должен находиться в пределах от 0,040 до 0,063 мм на базовой длине 0,8 мм;
- 3) относительная опорная длина профиля t_{50} $80\pm 10\%$ на базовой длине 0,25 мм;
- 4) направление неровностей произвольное;
- 5) способ окончательной обработки – полирование.

Необходимо отметить, что на практике все эти возможности обозначения используются крайне редко. Наиболее распространенным является вариант, когда указано числовое значение параметра, соответствующее наиболее грубой допускаемой шероховатости.

2.3 Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах

Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах с примерами приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах

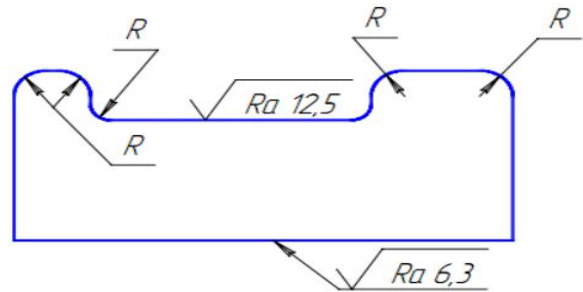
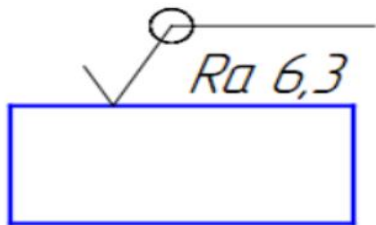
<p>1 Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.</p>	
<p>2 Обозначение шероховатости следует ставить на тех видах и разрезах, на которых поставлены размеры, относящиеся к соответствующим частям детали.</p>	
<p>3 Знаки располагаются на:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) линиях контура элементов детали; б) выносных линиях, при этом по возможности ближе к размерной линии; в) полках выносных линий; г) размерных линиях или их продолжениях при недостатке места, при этом разрешается разрывать выносную линию; д) на рамке допуска формы; е) на линии невидимого контура только в случаях, когда от этой линии нанесен размер. 	
<p>4 Знаки, имеющие полку, должны располагаться относительно основной надписи чертежа так, как указано на рисунках слева и в центре, а знаки без полки (без указания параметра и способа обработки) располагают как на рисунке справа. При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии-выноски.</p>	
<p>5 При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров.</p>	

Продолжение таблицы 5

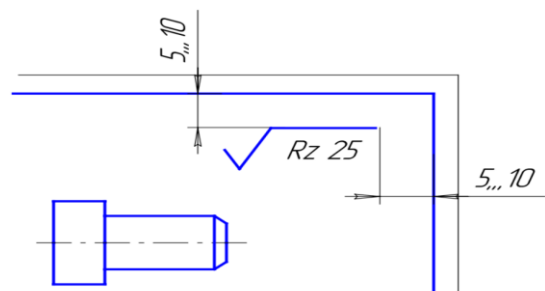
<p>6 Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости. Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят.</p>	
<p>7 Когда на чертеже поверхности детали мало места для размещения знака шероховатости, то допускается применять упрощенное обозначение с разъяснением этого обозначения в технических требованиях чертежа. При этом используют строчные буквы русского алфавита в алфавитном порядке, без повторений и, как правило, без пропусков.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Полировать</i></p> $\sqrt{a} = \sqrt{M\ 0,8 / Ra\ 0,4}$ $\sqrt{\delta} = \sqrt{Ra\ 0,8}$
<p>8 Если одинаковую шероховатость имеет поверхность сложной конфигурации, допускается обозначение шероховатости приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например: «шероховатость поверхности А – Ra 6,3». При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрихпунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии от 0,8 до 1 мм от линии контура.</p>	


Продолжение таблицы 5

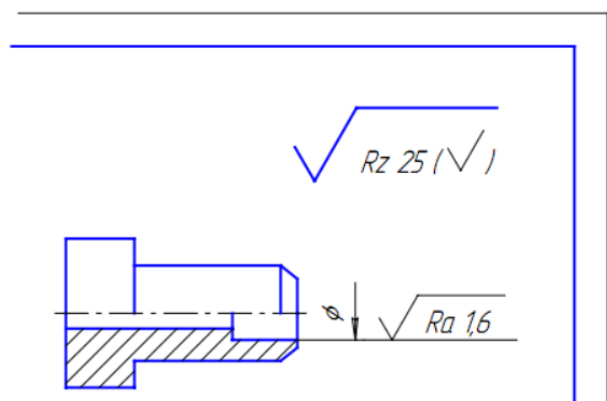
9 Если одинаковую шероховатость имеют поверхности, образующие контур, обозначение шероховатости наносят один раз (слева). Диаметр вспомогательного знака \bigcirc – от 4 до 5 мм. В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак \bigcirc не приводят (справа).



10 Если требования к шероховатости одинаковы для всех поверхностей детали, то знак указывают один раз и его помещают в правом верхнем углу чертежа, а на поверхностях элементов детали знаков не наносят.

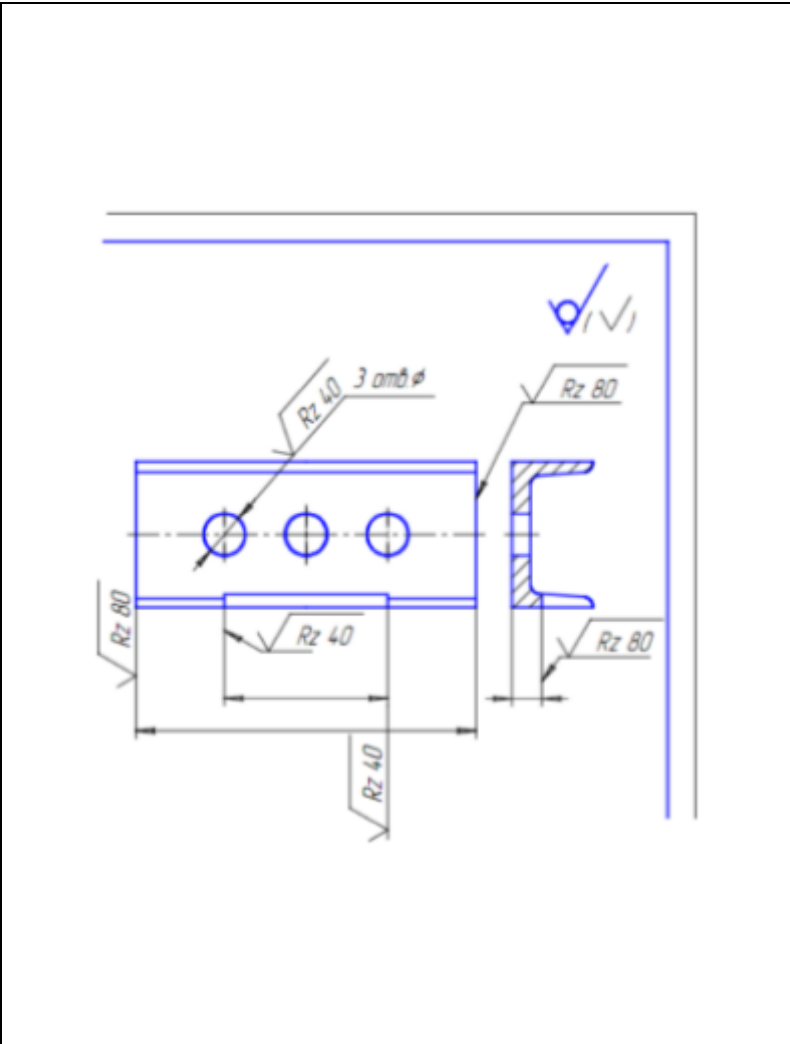


11. Если поверхности нескольких элементов детали имеют одинаковую шероховатость, то её обозначение помещают в правом верхнем углу чертежа (сверху) и рядом в скобках указывают условный знак без каких-либо требований. Это будет означать, что все поверхности, на которых на чертеже не нанесены обозначения шероховатости или знак, гласящий о получении требуемой шероховатости без снятия материала, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком. Если в правом верхнем углу чертежа указан знак  без численного значения



Продолжение таблицы 5

параметра и рядом знак в скобках (✓), то это значит, что поверхности, на которых не указана шероховатость, по данному чертежу не обрабатываются вообще, т.е. находятся «в состоянии поставки» и будут иметь неровности, которые уже есть на заготовке (снизу).
 В этом случае состояние поверхности, обозначенное знаком ✓, должно удовлетворять требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом, причём на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала (швеллер, труба, круг, лист и т.д.), другого чертежа (чертеж заготовки) и т.п. в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104–68.

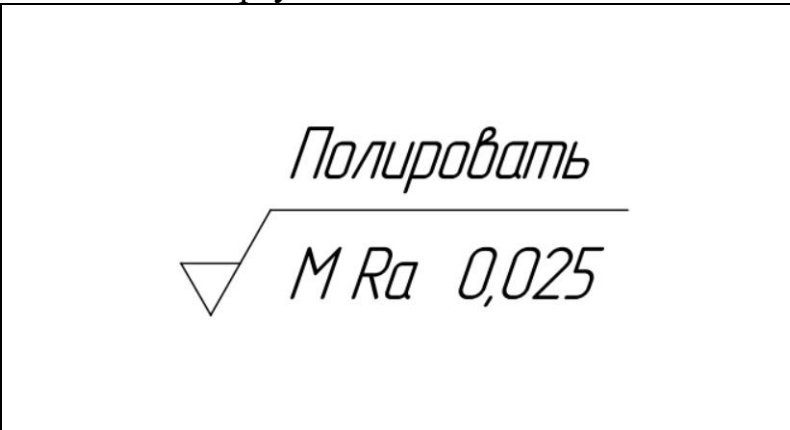


12 Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении. Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

13 Не допускается обозначение шероховатости или знак ✓ выносить в правый верхний угол чертежа при наличии в изделии поверхностей, шероховатость которых не нормируется (не обусловлена требованиями конструкции).

14 Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при необходимости, и они должны соответствовать стандарту.

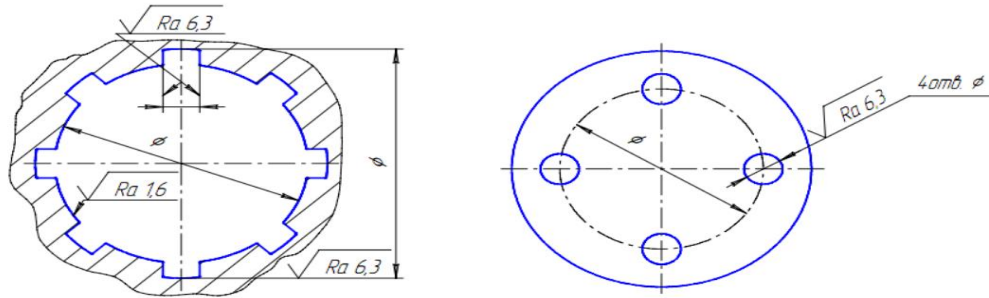
15 Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности. При этом в зависимости от вида обработки применяют или знак обязательного удаления слоя, или знак обязательного сохранения



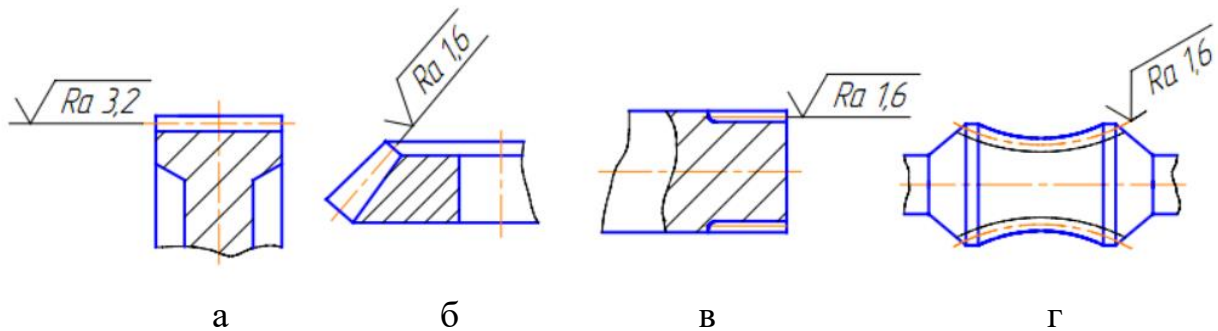
Продолжение таблицы 5

поверхностного слоя. Наиболее часто встречаются два вида таких указаний: «Полировать» или «Шабрить».

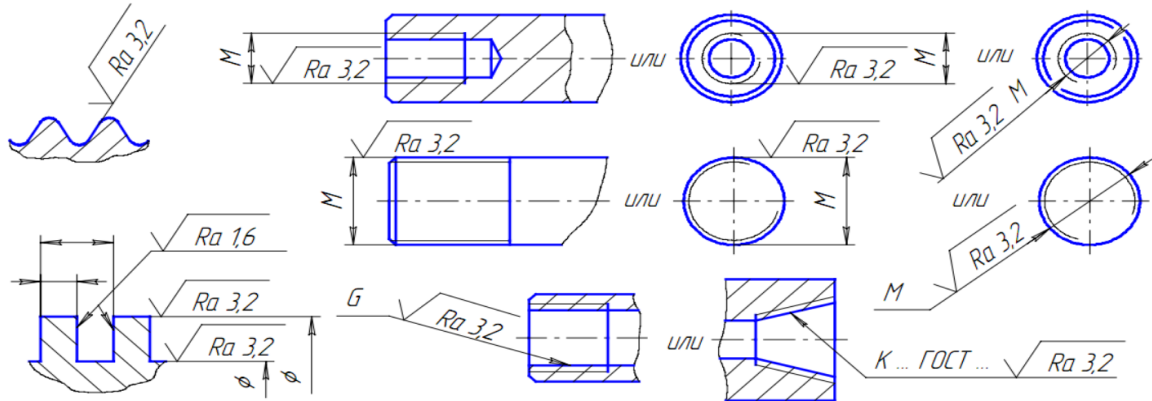
16. Обозначение шероховатости поверхности повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т.п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений.



17 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 (а, б, в), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес – на линии расчетной окружности (г).

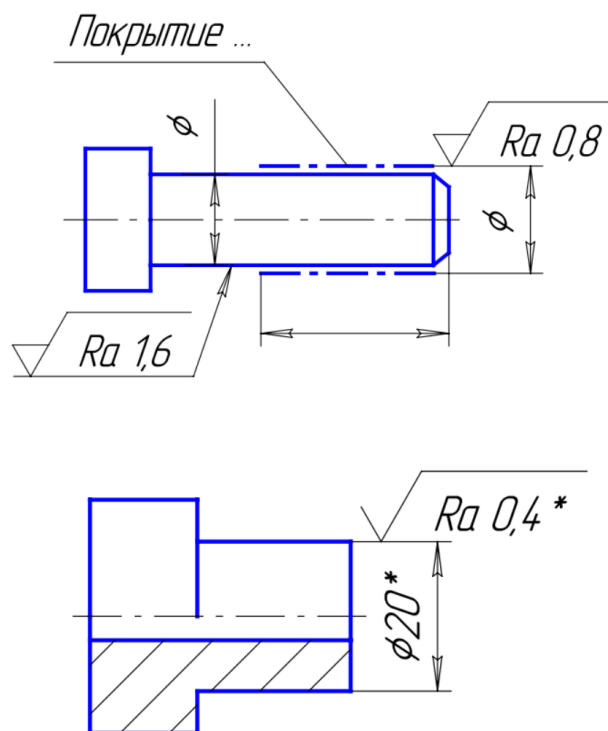


18 Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (в том числе для резьбы с нестандартным профилем) или условно на выносной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или на ее продолжении.



Продолжение таблицы 5

19 На рабочих чертежах изделий, которые подвергаются покрытию, указывают размеры и шероховатость поверхности до покрытия. Допускается также одновременно указывать размеры и шероховатость поверхности до и после покрытия. При этом размерные линии и обозначения шероховатости поверхностей до покрытия наносят на контурной линии детали, а после покрытия – на штрихпунктирной утолщенной линии, обозначающей поверхности, подвергаемые покрытию (сверху). При необходимости указать размеры и шероховатость поверхности только после покрытия соответствующие размеры и обозначения шероховатости поверхности отмечают знаком «*» и в технических требованиях чертежа делают запись типа: «*Размеры и шероховатость поверхности после покрытия» (снизу).



Библиографический список

- 1 Марков, Н.Н. Нормирование точности в машиностроении: Учеб. для машиностроит. спец. вузов. / Н.Н. Марков, В.В. Осипов, М.Б. Шабалина, под. ред. Ю.М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., Издательский центр «Академия», 2001. – 335 с.
- 2 Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособ. для вузов / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 278 с.
- 3 Любомудров, С.А. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость.: Учебн. Пособие / С.А. Любомудров, А.А. Смирнов, С.Б. Тарасов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. – 188 с.
- 4 Орлов, П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1 / под ред. П.Н. Учаева. – Изд. 3-е, испр. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
- 5 Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 464 с.
- 6 Справочник конструктора точного приборостроения / Г.А. Веркович, Е.Н. Головенкин и др.; под общ. ред. К.Н. Явленского, Б.П. Тимофеева, Е.Е. Чаадаевой. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. – 792 с.
- 7 Справочное руководство по черчению / В.Н. Богданов, И.Ф. Малезик, А.П. Верхола и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.
- 8 Попова, Г.Н. Машиностроительное черчение: Справочник / Г.Н. Попова, С.Ю. Алексеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 1999. – 453 с.
- 9 Боголюбов, С. К. Черчение: Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных учебных заведений / С.К. Боголюбов, А.В. Воинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с.
- 10 ГОСТ 2.309–73. ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей (ИУС 11-80, 12-84, 3-2003). – ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.

Приложение А

Таблица А.1 – Шероховатость поверхности после некоторых видов и методов обработки деталей, выполненных из конструкционных сталей, мкм

Вид или метод обработки		<i>Ra</i>	<i>Rz</i>
Газовая резка (машинная)		50–10	320–40
Опиливание		40–2,5	160–10
Обработка наружных цилиндрических поверхностей	Отрезка (резцом, фрезой, приводной пилой)	50–25	180–90
	Подрезание торцов	12,5–1,25	–
	Точение черновое, получистовое	40–5,0	160–20
	Точение чистовое	6,3–1,25	–
	Точение тонкое	1,25–0,32	–
	Шлифование (чистовое)	1,6–0,32	–
	Притирка, доводка	0,16–0,01	–
	Полирование пастой	0,16–0,01	–
Обработка внутренних цилиндрических поверхностей	Сверление (до 15 мм)	12,5–2,5	–
	Сверление (св. 15 мм)	25–12,5	–
	Рассверливание	25–2,5	–
	Зенкерование	6,3–0,8	–
	Развертывание	3,2–0,16	–
	Протягивание	6,3–0,16	–
	Растачивание черновое, получистовое	40–5,0	160–20
	Растачивание чистовое	5,0–0,8	–
	Шлифование (чистовое)	3,2–0,4	–
	Притирка, доводка	1,6–0,1	–
	Полирование пастой	1,6–0,1	–
Обработка плоских поверхностей	Строгание (черновое)	20–5,0	–
	Строгание (чистовое)	6,3–0,8	–
	Фрезерование (чистовое)	6,3–1,6	–
	Фрезерование (тонкое)	1,6–0,2	–
	Шлифование (чистовое)	0,63–0,1	–
	Шлифование (тонкое)	0,32–0,04	–
	Шабрение (тонкое)	0,63–0,16	–
	Полирование пастой	0,63–0,04	–
	Полирование электрохимическое	0,04–0,01	–
	Притирка	3,2–0,1	–
	Доводка	0,32–0,04	–
Нарезание резьбы плашкой, метчиком		10–3,2	–
Нарезание резьбы резцом, фрезой		5,0–0,8	–

Приложение Б

Таблица Б.1 – Шероховатость поверхностей заготовок, полученных литьем

Вид литья	Металлы или сплавы	Rz
В песчаные формы с ручной формовкой	Черные металлы	320–80
	Цветные сплавы	320–40
В песчаные формы с машинной формовкой	Черные металлы	80–20
	Цветные сплавы	80–20
В кокиль	Черные металлы	320–40
	Цветные сплавы	160–20
По выплавляемым моделям	Черные металлы	80–20
	Цветные сплавы	80–10
В оболочковые формы	Черные металлы	160–40
	Цветные сплавы	80–20
Под давлением	Алюминиевые сплавы	40–3,2
	Медные сплавы	40–3,2

Таблица Б.2 – Шероховатость поверхностей заготовок, обрабатываемых давлением (сталь)

Вид обработки	Ra
Горячая ковка в штампах, вырубка и пробивка, объемная штамповка	100–12,5
Холодная штамповка в вытяжных штампах (вытяжка полых деталей простых форм: корпуса, стаканы)	3,2–0,8
Холодная штамповка: вырубка, пробивка и зачистка (контурные размеры при вырубке плоских деталей, пробивке отверстий)	12,5–0,8
Круглый холодный прокат (калиброванный)	3,2–0,8
Прокат листовой	3,2–0,8
Прокат ленты	1,6–0,8
Прокат труб	3,2–0,8

Приложение В

Таблица В.1 – Шероховатость поверхности элементов деталей, мкм

Элемент детали		<i>Ra (Rz)</i>
Нерабочие контуры деталей (литые, полученные резкой, вырубкой, опиливанием). Поверхности деталей, устанавливаемых на бетонных, кирпичных и деревянных основаниях		(<i>Rz</i> 500–160)
Подошвы станин, корпусов, лап, несопрягаемые поверхности корпусов, механически обработанные. Кромки детали под сварные швы. Отверстия масляных каналов на валах		(<i>Rz</i> 80–40)
Опорные поверхности пружин сжатия. Шестигранники, четырехгранники, лыски, поверхности головок винтов, болтов, пазы под ключ, шлиц под отвертку и т.п. Отверстия под крепежные детали, устанавливаемые с зазором.		20–5,0 (<i>Rz</i> 80–20)
Опорные поверхности под гайки и головки крепежных деталей (рядовые соединения)		5,0–1,25
Центрирующие буртики (фланцев, крышек, корпусных деталей и т.д.):	отверстие	5,0–1,25
	буртик	2,5–0,63
Торцовые опорные поверхности неподвижных станин (фланцевых соединений и т. п.)		5,0–1,25
Поверхности разъема корпусов (редукторов, подшипников):	Соединение герметичное с прокладкой	5,0–1,25
	Соединение герметичное без прокладки (металл по металлу)	1,25–0,32 (притереть)
	Соединение негерметичное	10,0–2,5
Свободные несопрягаемые поверхности деталей (торцы и несущие цилиндрические поверхности валов, муфт, втулок, зубчатых колес, шкивов, маховиков, рычагов и т.п.; фаски, галтели).		10–2,5 (<i>Rz</i> 40–10)
Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными		5,0–1,25 (<i>Rz</i> 20–10)
Вспомогательные технологические поверхности: выточки, канавки для выхода инструмента, канавки под уплотнительные резиновые кольца, фаски, галтели, зенковки, закругления и т.п.		10–2,5
Поверхности сферических опор		1,25–0,32
Сопрягаемые поверхности деталей в неподвижных неразъемных соединениях (цилиндрических и конических), деталей, испытывающих большие сдвигающие усилия (поверхности валов, осей под посадки дисков рабочих колес, втулок и т.п.), сопрягаемые поверхности деталей в неподвижных разъемных соединениях, к которым предъявляются высокие требования соосности и центрирования (посадочные поверхности штифтов, пальцев, круглых шпонок, а также отверстий под них)		1,25–0,32

Продолжение таблицы В.1

Подшипники скольжения (трущиеся цилиндрические поверхности, вращающиеся):	отверстие (охватываемый элемент)	1,25–0,16
	вал (охватываемый элемент)	0,63–0,08
Посадочные поверхности под подшипники качения:	отверстие (охватываемый элемент)	0,63–0,16
	вал (охватываемый элемент)	0,63–0,08
	торцовые поверхности	5,0–1,25
Поршни (рабочая поверхность)		0,32–0,08
Штоки и шейки валов в уплотнениях		0,63–0,08
Уплотняющие поверхности ниппелей, штуцеров и т.п.		1,25–0,16
Золотники (с притиркой):	отверстие	0,63–0,08
	золотник	0,32–0,02
Конические пробковые краны (рабочие поверхности):	отверстие (притереть)	0,32–0,08
	пробка (притереть)	0,16–0,02
Клапаны с уплотняющими коническими поверхностями (с притиркой):	рабочая поверхность седла	0,32–0,08
	рабочая фаска клапана	0,16–0,04
Направляющие поверхности (скольжения)	охватываемые	1,25–0,08
	охватывающие	0,63–0,02
Шпоночно-пазовые соединения (рабочие грани):	пазы	5,0–1,25
	шпонка	2,5–0,32
	нерабочие грани	6,3–2,5
Шлицевые соединения	центрирующие поверхности	1,25–0,32
	не центрирующие поверхности	5,0–0,63
Резьба (крепёжная на болтах, винтах, гайках, а также на валах, штоках, втулках и т.д., в том числе коническая):		5,0–1,25
Винты ходовые (рабочие поверхности):	гайка	2,5–0,63
	винт	1,25–0,32
Кулачковые механизмы (рабочие поверхности)		0,63–0,04
Зубчатые передачи (рабочие поверхности зубьев)	работающих с умеренными нагрузками и окружными скоростями	5,0–0,32
	тяжело нагруженных и работающих при высоких скоростях	0,63–0,08
Храповые колеса (рабочие поверхности зубьев)		1,25–0,16
Фрикционы, тормоза (рабочие поверхности)		2,5–0,32
Шкивы плоско- и клиноременных передач		2,5–0,63
Детали управления (рукоятки, ободы маховиков, штурвалы, ручки, стержни, кнопки и т.п.)		0,63–0,08 (полировать)
Мерительный инструмент (рабочие поверхности)		0,04–0,01 (с доводкой)

Учебное издание

Аверин Николай Витальевич
Асаев Александр Семенович
Посалина Анастасия Евгеньевна

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Учебное пособие

Подписано в печать _____. Тираж ____ экз.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53