

(EN ISO 4287 И EN ISO 16610-21)

Фактическим профилем поверхности является профиль, измеренный в сечении поверхности детали и плоскости, перпендикулярной данной поверхности в направлении, в котором значение шероховатости поверхности максимальны, обычно под прямым углом к направлению неровностей от механической обработки.

Измеренное значение профиля представляет собой профиль, измеренный в результате трассирования поверхности щупом, который механически сканирует поверхность относительно радиуса наконечника щупа r_{tip} или опоры щупа (в случае измерения опорным щупом). Дефекты поверхности, такие как трещины, царапины, вмятины не являются частью профиля и не должны учитываться в оценке. При необходимости для них могут быть установлены допуски в соответствии с DIN EN ISO 8785.

Исходный профиль (P – профиль) является базой для оценки параметров исходного профиля. Он определяется как полный профиль после применения коротковолнового фильтра с отсечкой шага λ_s . Этот процесс удаляет компоненты самых коротких волн, которые считаются незначительными для измерения шероховатости поверхности. Размеры щупа окончательно срезают очень короткие волны и на практике этот эффект механического фильтрования часто используется при отсутствии λ_s фильтра. Параметры обозначаются **P** и оцениваются в пределах базовых длин. На рисунке 1 это значение равно длине оценки **In** (общей длине измеренной поверхности).

Профиль шероховатости (R-профиль) – определяется, как профиль выделенный из исходного профиля подавлением длинноволновых составляющих, используя профильный фильтр λ_c . Этот процесс удаляет компоненты более длинных волн, как показано на рисунке 2. Параметры обозначаются **R** и оцениваются длиной l_n , которая обычно состоит из пяти базовых длин l_r . Профиль шероховатости является базой для оценки параметров шероховатости.

Средняя линия профиля шероховатости – базовая линия для расчета параметров шероховатости. Эта линия соответствует компоненту длинноволнового профиля, выделенному с помощью фильтра профиля λ_s .

Рисунок 1. Исходный профиль и средняя линия исходного профиля (отсечка шага λ_s)

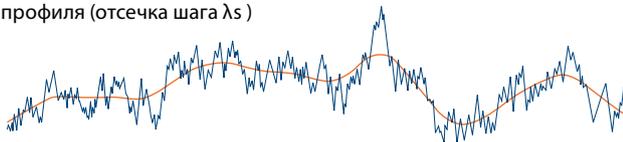
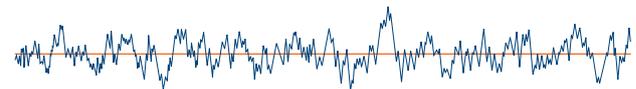


Рисунок 2. Профиль шероховатости со средней линией



Профиль волнистости (W – профиль) – профиль выделенный применением фильтра профиля λ_f и фильтра профиля λ_c к исходному профилю, подавляя длинноволновые составляющие, используя фильтр профиля λ_f и подавляя коротковолновые составляющие, используя фильтр профиля λ_c . Этот профиль является намеренно модифицированным и является базой для оценки параметров волнистости профиля. Параметры обозначаются **W** и оцениваются на длине оценки l_{nb} состоящей из нескольких базовых длин l_w . Базовая длина l_w соответствует длине волны λ_f . Однако эта величина не стандартизована и должна указываться на чертеже. Она должна находиться в пределах между пяти- и десятикратным значением λ_f .

Рисунок 3: Средняя линия низкочастотной фильтрации первоначального профиля и средняя линия фильтра профиля λ_f



Рисунок 4: Профиль волнистости со средней линией после высокочастотной фильтрации фильтром профиля λ_c



ПАРАМЕТРЫ ПРОФИЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ (EN ISO 4287)

Ra – среднее арифметическое значение шероховатости: Среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля (Z_i) от средней линии профиля шероховатости (Рисунок 6)

Rmr(c) – материальный коэффициент профиля: отношение опорной длины элементов профиля на заданном уровне сечения с выше средней линии в микрометрах к длине оценки. Указывается в процентах.

Rt – полная высота профиля шероховатости: Разница между высотой Z_p самого высокого выступа и глубиной Z_v самой глубокой впадины в пределах длины оценки l_n (Рисунок 7)

RSm – средняя ширина элементов профиля: Среднее значение ширины элементов профиля X_s . Для этой оценки указываются горизонтальные и вертикальные границы отсчета (Рисунок 8)

Rzi – наибольшая высота профиля шероховатости: сумма высот самого высокого выступа профиля и самой глубокой впадины профиля относительно средней линии в пределах базовой длины l_r

Максимальная высота профиля Rz1max: самое большое из значений **RZ_i** из пяти базовых длин l_r в пределах длины оценки l_n

Rz – средняя высота профиля шероховатости: среднее значение из пяти значений **RZ_i** и пяти базовых длин l_r в пределах длины оценки l_n .

Рисунок 5: Амплитудно-частотные характеристики фильтров, используемых для отделения характеристик шероховатости и волнистости. Характеристики фильтра Гаусса в соответствии с DIN EN ISO 11562 : 1998

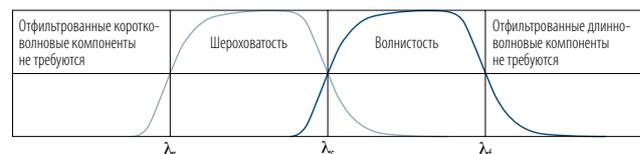


Рисунок 6: Среднее арифметическое значение шероховатости Ra

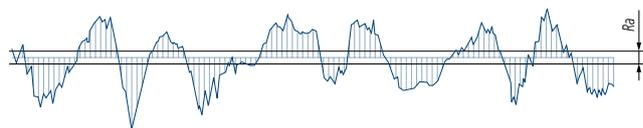


Рисунок 7: Полная высота профиля поверхности Rt, средняя высота профиля Rz и максимальная высота профиля Rz1max

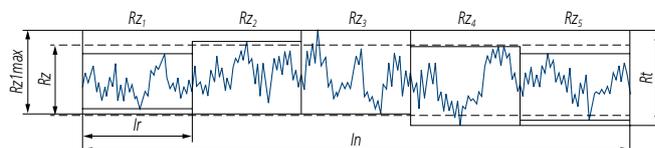


Рисунок 8: Среднее расстояние между впадинами RSm представляет собой среднее значение расстояния Xsi между элементами профиля

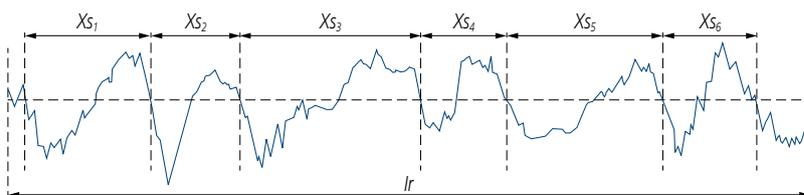
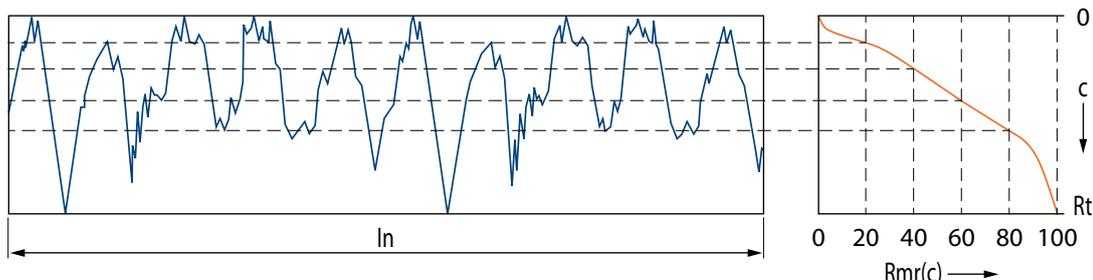


Рисунок 9: Кривая материального коэффициента профиля показывает материальный коэффициент Rmr(c) профиля как функцию от высоты сечения c (кривая Аббота -Файерстоуна)



Максимальная высота профиля Rz1max для поверхностей, в которых отдельные отклонения оказывают существенное влияние на функцию поверхности, например, уплотнительные поверхности.

Rmr(c) - материальный коэффициент профиля для направляющих поверхностей и уплотнительных поверхностей, подвижных относительно друг друга.

Средняя высота профиля поверхности Rz, как правило для всех других поверхностей.

Среднее арифметическое значение шероховатости Ra практически не зависит от индивидуальных выступов или впадин, поскольку является средним значением по всему профилю. Поэтому оно имеет небольшую важность.

НАСТРОЙКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ (EN ISO 4288)

ПРАКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ:

Если на поверхности детали не хватает места для необходимого перемещения щупа lt, допускается сократить число базовых длин выборки и указать это в протоколе измерения.

Оценка результатов измерения шероховатости (EN ISO 4288)

Результаты измерения шероховатости, в частности амплитудных параметров Rt, Ri, Rz1max и Ra, варьируются примерно в диапазоне от -20% до + 30%. Поэтому одно измерение может не дать полную картину соответствия параметров допускам.

В DIN EN ISO 4288, Приложение A, предусмотрена следующая процедура:

Правило максимума

Все параметры шероховатости с суффиксом «max» представляют собой максимальное среднее значение, измеренное в пределах пяти базовых длин. Измерение делается не менее чем в трех положениях на поверхности, в которых можно ожидать наихудших значений; предел не должен быть превышен ни в одной из них.

Правило 16%

Все параметры шероховатости без суффикса «max» представляют собой среднее значение, измеренное в пределах пяти базовых длин:

16% от измеренных значений могут превышать предел; пошаговая процедура:

1. Если первое измеренное значение менее 70% от предельного, то считается, что поверхность годная.
2. В противном случае проводятся еще два измерения в других точках на поверхности; если все три измеренных значения ниже предельного значения, то считается, что поверхность годная.
3. В противном случае, проводятся еще девять измерений в других точках на поверхности; если, в общей сложности, не более двух измеренных значений превышают предельное, то считается, что поверхность годная.

Непериодические профили		Периодические профили	Условия измерения в соответствии с DIN EN ISO 4288, DIN EN ISO 3274 и DIN EN ISO 3274			
Шлифование, доводка, притирка, электроэрозионная обработка		Обработка токарным, фрезерным, строгальным инструментом	rtip Максимальный радиус наконечника щупа lr Базовая длина ln Длина оценки lt Длина трассирования (длина оценки плюс подготовительные длины разгона и торможения)			
Rt, Rz, мкм	Ra, мкм	RSm, мм	rtip, мкм	λс = lr, мм	ln, мм	lt, мм
> 0,025 ... 0,1	> 0,006 ... 0,02	> 0,013 ... 0,04	2	0,08	0,4	0,48
> 0,1 ... 0,5	> 0,02 ... 0,1	> 0,04 ... 0,13	2	0,25	1,25	1,5
> 0,5 ... 10	> 0,1 ... 2	> 0,13 ... 0,4	2*	0,8	4	4,8
> 10 ... 50	> 2 ... 10	> 0,4 ... 1,3	5	2,5	12,5	15
> 50 ... 200	> 10 ... 80	> 1,3 ... 4	10	8	40	48

* При Rz>3 мкм или Ra>0,5 мкм может быть использован щуп с радиусом (rtip) = 5 мкм