

УДК 621.941

**ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ТОЧЕНИЕМ**

Сергей Олегович Востриков

*Студент 5 курса,**кафедра «Металлорежущие станки»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.Г. Ягопольский,**старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»*

Основными показателями качества изготовления детали при механической обработке являются точность и параметры, характеризующие свойства обработанной поверхности. К этим параметрам относят параметры шероховатости, волнистости и отклонений формы. В первом приближении профиль поверхности можно считать следом режущего инструмента. В данной статье будет предложена методика определения профиля поверхности, получаемой при точении, с учетом геометрии резца и кинематики процесса резания.

Шероховатостью поверхности согласно ГОСТ 25142-82 называют совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенную с помощью базовой длины. Служит для оценки геометрических параметров поверхности.

Рассмотрим только геометрические факторы получаемого качества поверхности при точении проходным резцом (рис. 1) при различных значениях подачи  $S$ , радиуса скругления вершины резца  $r$ , углов резца в плане:  $\phi$  и  $\phi_1$ . В рассмотрение не будут включены отжатия от сил резания, температурные деформации и другие факторы, проявляющиеся при механической обработке деталей.

Шероховатость поверхности оказывает существенное влияние на эксплуатационные свойства поверхностного слоя, следовательно, детали в целом. К показателям, характеризующим эксплуатационные свойства поверхностного слоя, относятся: действительное напряжение на поверхности двух взаимодействующих тел и, как следствие, контактная жесткость; прочность деталей из-за концентрации напряжений в отдельных рисках на поверхности; характер процесса трения между сопрягаемыми поверхностями в паре трения; изменение посадки в процессе сборки (с натягом) или при эксплуатации (с зазором); антикоррозионная стойкость поверхностей; плотность и герметичность соединений; адгезионная способность к гальваническим и лакокрасочным покрытиям; декоративные свойства; удобство содержания поверхностей в чистоте и т.п.

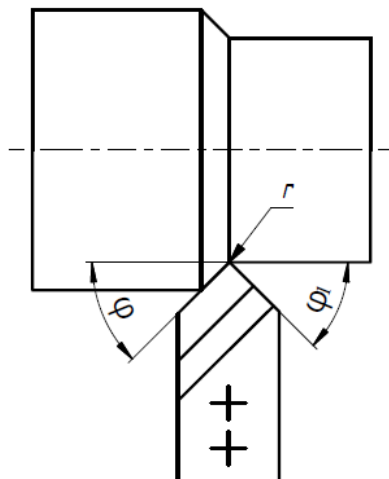


Рис.1 Пример точения проходным резцом.

В первый период эксплуатации сопряженных поверхностей происходит их приработка. Шероховатость поверхности изменяется, а сопрягаемые детали начинают работать в иных условиях. По завершении приработки создается характерная для данных условий эксплуатации шероховатость и изнашивание во времени происходит по одним и тем же законам. При разных методах обработки износ характеризуется кривыми с разной скоростью изнашивания. Из этого следует вывод о важности выбора метода обработки поверхностей.

В зависимости от главного  $\phi$  и вспомогательного  $\phi_1$  углов в плане, радиуса скругления  $r$  и величины подачи  $S$  на оборот можно выделить четыре случая, которые характеризуются определенным следом от резца (рис. 2-5).

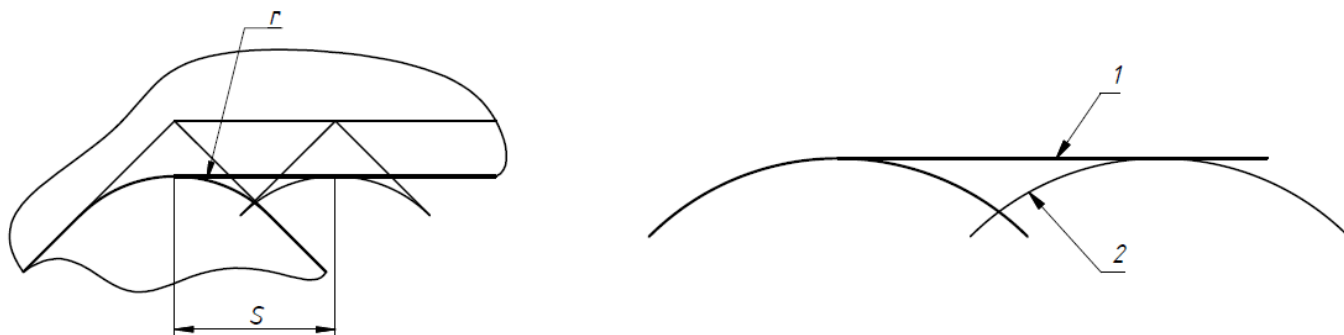


Рис.2 Случай при пересечении следов резца по скруглению.  
1- Идеальная поверхность; 2- Реальная поверхность.



Рис.3 Случай при пересечении следов по скруглению и прямой части при  $\phi < \phi_1$   
1- Идеальная поверхность; 2- Реальная поверхность.



Рис.4 Случай при пересечении следов по скруглению и прямой части при  $\phi > \phi_1$   
1- Идеальная поверхность; 2- Реальная поверхность.



Рис.5. Случай при пересечении следов по прямым участкам  
1- Идеальная поверхность; 2- Реальная поверхность.

Для расчетов будем использовать безразмерную величину  $S_r = \frac{0.5 \cdot S_0}{r}$  зависящую от подачи на оборот и радиуса скругления вершины резца

Разницу между идеальным размером и реальным размером обозначим  $\Delta$  и выведем формулу для всех случаев точения:

$$\Delta = \frac{\sin \varphi + \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} - 1$$

Для каждого случая точения получим условие выполнения и формулу для автоматизированного расчета.

№	Формула для расчета	Условие выполнения
1	$R_{max} = \frac{\sin \varphi + \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} - \sqrt{1 - S_r^2} - \Delta$	$(S_r \leq \sin \varphi) \cap (S_r \leq \sin \varphi_1)$
2	$R_{max} = \sin \varphi \cdot \left( \frac{1 - \cos(\varphi + \varphi_1)}{\sin(\varphi + \varphi_1)} + 2 \cdot \cos \varphi \cdot S_r - 2 \cdot \sqrt{S_r \cdot \sin \varphi \cdot \sqrt{1 - S_r \cdot \sin \varphi}} \right) - \Delta$	$(S_r > \sin \varphi) \cap \left( S_r \leq -\frac{\cos(\varphi + \varphi_1) - 1}{\sin \varphi} \right)$
3	$R_{max} = \sin \varphi_1 \cdot \left( \frac{1 - \cos(\varphi + \varphi_1)}{\sin(\varphi + \varphi_1)} + 2 \cdot \cos \varphi_1 \cdot S_r - 2 \cdot \sqrt{S_r \cdot \sin \varphi_1 \cdot \sqrt{1 - S_r \cdot \sin \varphi_1}} \right) - \Delta$	$(S_r > \sin \varphi) \cap \left( S_r \leq -\frac{\cos(\varphi + \varphi_1) - 1}{\sin \varphi} \right)$
4	$R_{max} = \frac{2 \cdot S_r \cdot \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)} - \Delta$	В остальных случаях

Существуют и многие другие параметры, показывающие решающее влияние шероховатости на эксплуатационные характеристики сопряжений. Из них следует, что, назначая шероховатость поверхностей деталей машин, конструктор может непосредственно влиять на качество машины и ее частей. Для этого предложены шесть параметров шероховатости поверхности по российскому стандарту. Каждая пара поверхностей требует своего набора параметров шероховатости и указания на рабочих чертежах.

В рамках данной работы рассчитываем параметр шероховатости  $R_{max}$ , как наиболее часто используемый.

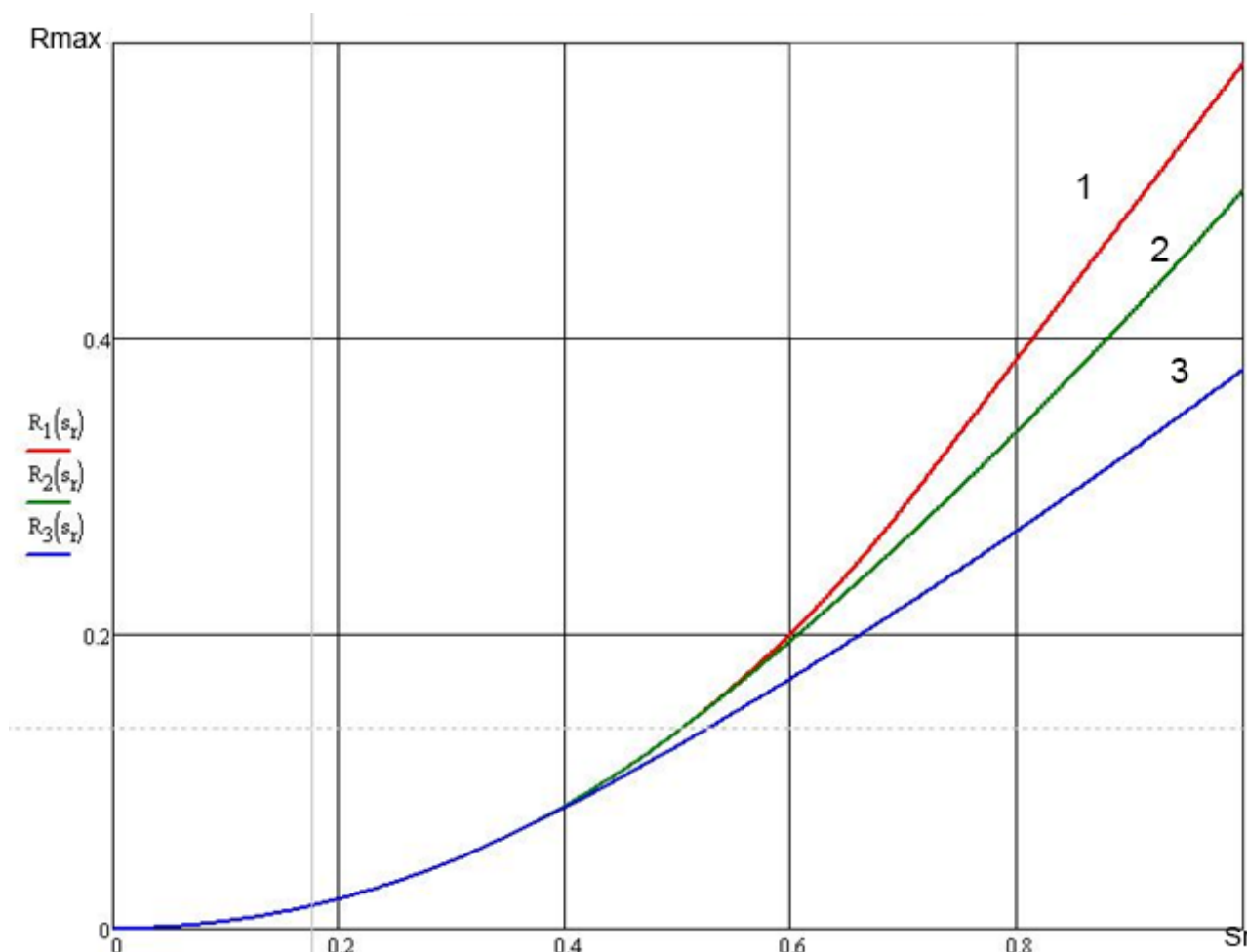


Рис. 6 Зависимость параметра шероховатости в зависимости от показателя  $S_{гр}$ .  
1- При  $\varphi = 45^\circ$ ,  $\varphi_1 = 45^\circ$ ; 2- При  $\varphi = 20^\circ$ ,  $\varphi_1 = 70^\circ$ ; 3- При  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\varphi_1 = 30^\circ$

Для систем управления или программ для написания УП (управляющей программы) есть возможность включения данного расчета в программу для прогнозирования показателей шероховатости при обработке и для возможной корректировки УП для повышения точности получаемого размера.

### Выводы

1. Для каждого рассмотренного случая показан остаточный «гребешок» поверхности детали и получены зависимости для расчета параметров шероховатости при обработке детали на токарных операциях, что позволяет оценить возможность применения токарных операций при обработке конкретных поверхностей детали.

2. Данный расчет может использоваться для прогнозирования параметров, характеризующих качество обработанной поверхности и для коррекции автоматизированной обработки при составлении УП на обработку детали.

### Литература

1. А.А. Тихонова, Д.В. Виноградов. Геометрическая шероховатость при попутном и встречном фрезеровании // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 2011. - №11 – С.68 – 71.
2. Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, А.И. Ремнев, С.В. Швец. Моделирование и расчёт шероховатости поверхности при точении резцами со вставками из композитов // Современные технологии в промышленности, строительстве и на транспорте. – 2011. - №1 – С.975 – 979.

3. *А.С. Сергеев, Н.Г. Зайцева, А.Л. Плотников.* Математическая модель формирования шероховатости поверхности при точении сталей на основе оперативного сигнала термоэдс // *Обработка металлов. Технология.* – 2012. -№3 – С. 20 – 23.
4. Расчет и моделирование геометрической составляющей параметров шероховатости поверхности при точении / *С.Г. Емельянов, А.И.Ремнев, С.В. Швец* // *Известия Курского государственного технического университета.* 2008.- № 3 (24) - С. 84-89.
5. *Плотников А.Л., Чигиринский Ю.Л., Фролов Е.М., Крылов Е.Г.* Новая методика построения модулей расчета режимов резания в САПР ТП механической обработки //СТИН. – 2009. – № 2. – С. 19–25.
6. *Плотников А.Л.* Управление режимами резания на токарных станках с ЧПУ: монография / А.Л. Плотников, А.О. Таубе. – Волгоград: РПК «Политехник», 2003. –184 с.
7. Experimental study on the cutting surface roughness in CNC turning operations by using Taguchi technique / *Magibalan, S., Prabu, M., Vignesh, P., Senthil Kumar, P.* - Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences – 2015 - №7. - pp. 134-137
8. Simulation and visual control of chip size for constant surface roughness / *Zuperl, U., Cus, F.* - International Journal of Simulation Modelling – 2015 - № 14 (3) - A002 - pp. 392-403
9. Effect of surface finish on fatigue of stainless steels / *Al-Shahrani S., Marrow T.J.* - 2009 - 12th International Conference on Fracture 2009, - ICF-12 - pp. 861-870
10. Optimising machining performance in hard turning / *Knuefermann M.M.W., Fleming M.A.* - Industrial Diamond Review - 2004 - №64 (2),- pp. 45-48+50