

за другим идут десятки блюд (многие из которых помещаются в ложке), особую роль играют такие маленькие сюрпризы – они служат отточиями, восклицательными знаками и абзацами в новом ресторанным синтаксисе. Молекулярная гастрономия утверждает, еда – это сложный процесс, включающий все чувства: вкус, осязание, зрение и обоняние (самый мощный источник воспоминаний), а также восприятие себя и память. Новая кулинария воздействует на все органы чувств человека, в этом и состоит ее популярность и мода на новое.

## ЛИТЕРАТУРА

1. This, Hervé. Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor. Columbia University Press.
2. Gagnaire, P. 175 Home Recipes with a Twist / P. Gagnaire. – "Flammarion", 2012.
3. <http://www.future-food.ru> (Апрель, 2012), «Техники молекулярной кухни».
4. <http://tourweek.ru> (Январь, 2014), «Молекулярная кухня – что это?»
5. This, Hervé (November, 2006), «Food for tomorrow? How the scientific discipline of molecular gastronomy could change the way we eat», EMBO Reports (European Molecular Biology Organization) 7 (11): 1062-6.

УДК 621.941.1

Данильчик С.С., Шелег В.К.

### **РАСЧЕТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ТОЧЕНИИ С АСИММЕТРИЧНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ ИНСТРУМЕНТА**

*БНТУ, Минск*

Для расчета теоретической высоты гребешков микронеровности поверхности при обработке точением с асимметричными колебаниями инструмента [1], воспользуемся схемой,

представленной на рисунке 1. Точки В и С на схеме указывают на положение вершины инструмента на двух последовательных оборотах заготовки. Углы  $\varphi$  и  $\varphi_1$ ,  $\varphi'$  и  $\varphi'_1$  – главный и вспомогательный углы в плане, соответственно, при положении вершины реза в точках В и С. В положение С инструмент устанавливается после поворота на угол  $\rho$  вокруг оси О, расположенной в горизонтальной плоскости перпендикулярно оси вращения заготовки и ниже этой оси, в процессе колебаний с размахом  $2A$ .

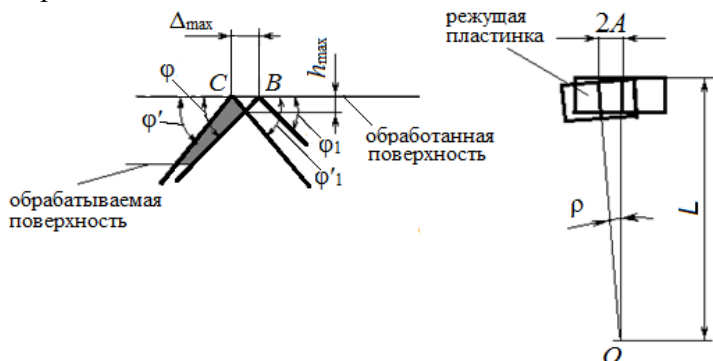


Рисунок 1 – Схема для расчета высоты гребешков микронеровности

Максимальная высота гребешков будет в том случае, когда расстояние между соседними траекториями движения реза относительно заготовки принимает максимальное значение  $\Delta_{\max}$ . Согласно рисунку 1 максимальную высоту гребешков  $h_{\max}$  можно рассчитать по формуле

$$h_{\max} = \Delta_{\max} \frac{\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\varphi'_1}{\operatorname{tg}\varphi + \operatorname{tg}\varphi'_1}. \quad (1)$$

Тангенс угла  $\varphi'_1$  выразим через угол  $\rho$  поворота реза, который равен

$$\rho = \arcsin \frac{2A}{L},$$

где  $L$  – радиус поворота вершины реза.

Теоретическим условием дробления стружки является касание траекторий движения инструмента на двух последовательных оборотах заготовки [1]. В этом случае

$$2A=S_o,$$

где  $S_o$  – подача инструмента за один оборот заготовки.

Тогда

$$\rho = \arcsin \frac{S_o}{L},$$

$$\operatorname{tg}\varphi'_1 = \frac{\operatorname{tg}\varphi_1}{\cos(\arcsin \frac{S_o}{L})}.$$

Максимальное расстояние  $\Delta_{\max}$  определяется по формулам:

$$\Delta_{\max} = S_o \left(1 + \frac{1}{\xi}\right),$$

$$\Delta_{\max} = S_o \cdot (1 + \xi),$$

где  $\xi$  – коэффициент асимметрии цикла колебаний, который может быть больше или меньше единицы. При  $\xi=1$  точение будет выполняться с гармоническими колебаниями (вибрационное точение).

Подставив  $\operatorname{tg}\varphi'_1$  и  $\Delta_{\max}$  в (1) получим формулы для расчета максимальной высоты гребешков в виде:

$$h_{\max} = S_o \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \frac{\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\varphi_1}{\operatorname{tg}\varphi \cdot \cos(\arcsin \frac{S_o}{L}) + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad \text{при } \xi > 1,$$

$$h_{\max} = S_o (1 + \xi) \frac{\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\varphi_1}{\operatorname{tg}\varphi \cdot \cos(\arcsin \frac{S_o}{L}) + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad \text{при } \xi < 1.$$

Как видно из формул, максимальная высота гребешков при точении с асимметричными колебаниями инструмента зависит от следующих параметров: величины подачи, коэффициента асимметрии цикла колебаний, углов резца в плане и радиуса поворота вершины резца, который определен конструкцией устройства для точения с асимметричными колебаниями.

В конструкции устройства, разработанного нами и используемого для экспериментальных исследований, радиус  $L=32$  мм. Величина подачи для чистового и получистового точения принимается в пределах от 0,1 до 0,3 мм/об. Поэтому отношение  $S_o/L$  близко к нулю, и можно принять, что

$$\cos(\arcsin \frac{S_o}{L}) = 1. \quad (2)$$

При точении инструментом, режущая пластинка которого имеет угол при вершине  $90^\circ$ , высота микронеровностей  $h_{\max}$  принимает наибольшие значения при углах в плане  $\varphi=\varphi_1=45^\circ$ . При данных углах в плане и принятом допущении (2) формула для определения максимальной высоты гребешков примет следующий вид:

$$h_{\max} = \frac{S_o}{2} (1 + \frac{1}{\xi}) \text{ при } \xi > 1,$$

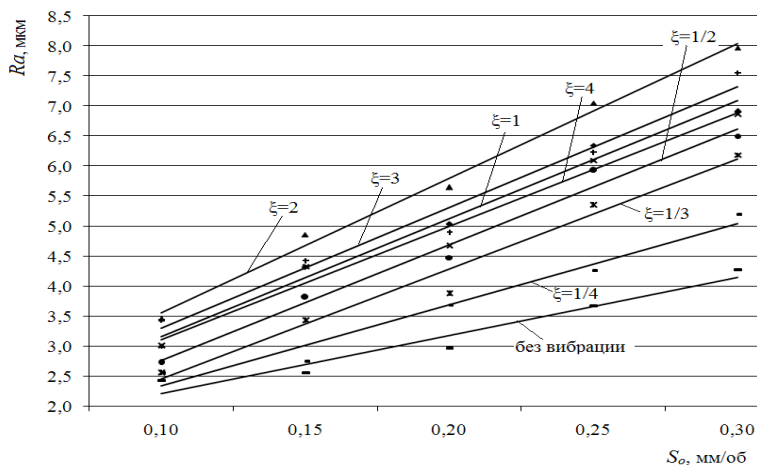
$$h_{\max} = \frac{S_o}{2} (1 + \xi) \text{ при } \xi < 1. \quad (3)$$

В соответствии с формулой (3) высота гребешков микронеровности определяется величиной подачи и коэффициентом асимметрии цикла колебаний. С ростом подачи величина  $h_{\max}$  увеличивается. При этом наибольшие значения  $h_{\max}$  будет принимать при точении с гармоническими колебаниями ( $\xi=1$ ). Использование асимметричных колебаний позволяет уменьшать высоту  $h_{\max}$ , и она будет тем меньше, чем больше будет асимметрия цикла колебаний.

Правомерность приведенных расчетов подтвердим экспериментальными данными, полученными в результате обработки деталей из стали 45 точением с разными коэффициентами асимметрии цикла колебаний инструмента, а также после точения с гармоническими колебаниями ( $\xi=1$ ). Шероховатость поверхностей, полученных обработкой с дополнительными колебаниями инструмента, сравним с шероховатостью поверхностей после обычного точения

на тех же режимах резания. Обработка производилась резцом, оснащенный пластиной из твердого сплава Т15К6. На рисунке 2 представлен график зависимости шероховатости Ra от подачи. При этом обработка производилась на минимальной для каждой из подач амплитуде колебаний инструмента.

Из графиков видно, что четко прослеживается прямая зависимость величины шероховатости поверхности от подачи инструмента. В сравнении с обычным точением шероховатость поверхности, обработанной точением с асимметричными колебаниями инструмента, выше и зависит от коэффициента асимметрии цикла колебаний.



$V=70$  м/мин,  $t=1,5$  мм

Рисунок 2 – Зависимость шероховатости от подачи

При этом точение с коэффициентом асимметрии цикла  $\xi < 1$  позволяет уменьшить шероховатость по отношению к вибрационному точению с  $\xi=1$ . Так, при точении с коэффициентом  $\xi=1/4$  шероховатость при рассматриваемых режимах резания уменьшается на 25-30%. Более высокая шероховатость при точении с коэффициентом асимметрии  $\xi > 1$  обусловлена особенностями кинематики процесса резания [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Данильчик, С.С. Кинематика точения с наложением асимметричных колебаний инструмента / С.С. Данильчик, В.К. Шелег // Наука и техника. 2013. – №4. – С.16-21.

2. Шелег, В.К. Изменение рабочих углов резца при точении с асимметричными колебаниями инструмента / В.К. Шелег, С.С. Данильчик // Наука – образованию, производству, экономике: материалы одиннадцатой междунар. науч.-техн. конф.: в 4 т. / редкол.: Б.М. Хрусталеv [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 4. – С. 232.

УДК 621.793

Ивашенко С.А., Комаровская В.М., Станкевич А.А.

### **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, Минск*

Современная техника характеризуется значительным разнообразием функционального назначения покрытий. В частности, покрытия применяются для защиты конструкций от разрушительного воздействия горячих газовых потоков, паров металлов, кислотных, щелочных растворов и других агрессивных сред; для защиты конструкций от механического износа при различных видах трения; для повышения устойчивости материалов к воздействию различных излучений; для защиты материалов от коррозии. В практике промышленного использования существуют различные способы формирования покрытий.

По подсчетам зарубежных специалистов, прямые потери от коррозии в различных странах составляют 0,5-2,5% от национального дохода. Большинство машин (85-90%) выходит из строя по причине износа деталей. Формирование покрытий на поверхности изделий позволяет резко увеличить срок службы конструкции или машин в целом.

Износостойкие покрытия по способу формирования условно, можно разделить на пять видов [1]: