

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 ресторанном 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  $2A$ .

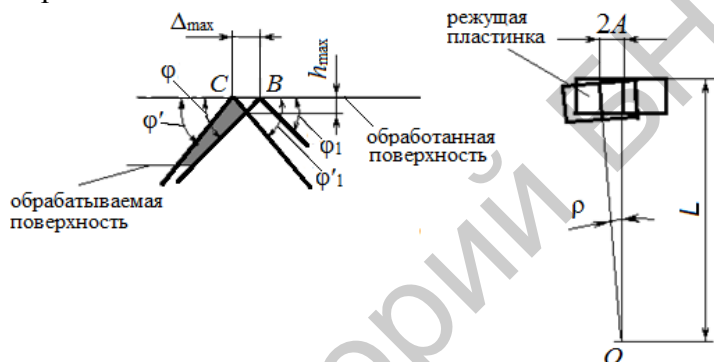


Рисунок 1 – Схема для расчета высоты гребешков микронеровности

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:

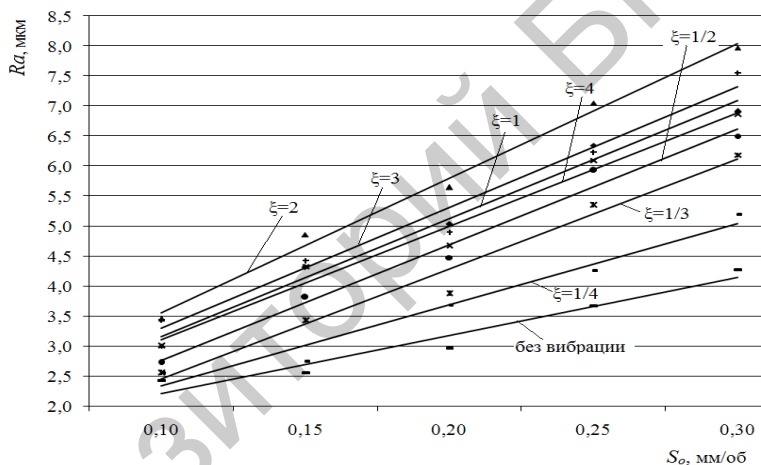
$$h_{\max} = \frac{S_o}{2} \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \text{ при } \xi > 1,$$
$$h_{\max} = \frac{S_o}{2} (1 + \xi) \text{ при } \xi < 1. \quad (3)$$

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]: