

техника, 1961.– 328 с. 4. Симоновский В. Н. Некоторые исследования по теории формообразования поверхностей в машиностроении: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 /БПИ.– Мн., 1971.– 21 с. 5. Бобров В. Ф., Иерусалимский Д. Е. Резание металлов самовращающимися резаками.– М.: Машиностроение, 1972.– 179 с. 6. Юнусов Ф. С. Формообразование сложнопрофильных поверхностей шлифованием.– М.: Машиностроение, 1987.– 168 с. 7. Гречишников В.А., Кирсанов Г.И. Проектирование дискового инструмента для обработки винтовых поверхностей //Машиностроитель.– 1978.– № 10.– С. 16–17.

УДК 621.941.229

В.И. Молочко, А.А. Вольнец

О ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ РЕЗАНИИ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Несмотря на обеспечение высокой эффективности стружкодробления вибрационное резание не получило широкого применения прежде всего из-за ухудшения качества обработки, а именно из-за увеличения шероховатости обработанной поверхности. Поэтому анализ факторов, влияющих на величину гребешков шероховатости при резании с вибрациями, имеет важное практическое значение.

Цель данной работы – выявление степени возрастания параметра шероховатости R_z при вибрационном резании по сравнению с обычным и разработка некоторых предложений по его уменьшению. Поставленные задачи будут решаться на основе теоретического анализа.

Как известно, высота $H_{гр}$ гребешков шероховатости при точении резцом с точечной вершиной соответствует зависимости

$$H_{гр} = \Delta \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 / (\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1), \quad (1)$$

а при точении резцом с переходной дуговой (радиусной) кромкой – зависимости

$$H_{гр} = \Delta^2 / 8r, \quad (2)$$

где Δ – осевой шаг между двумя соседними траекториями движения резца; φ и φ_1 – главный и вспомогательный углы резца в плане; r – радиус закругления вершины резца, причем r больше подачи на оборот.

При обычном резании Δ – величина постоянная, равная подаче на оборот S ; при вибрационном же резании Δ – величина переменная, изменяющаяся от некоторого

минимального Δ_{\min} до максимального Δ_{\max} значений. Величина Δ_{\max} зависит от выбранной амплитуды A колебательного движения инструмента, которая в свою очередь связана с постоянной подачей S_0 и параметром $\nu = f/n$ известным [1] соотношением

$$A = S_0 / 2 \cdot |\sin(\nu\pi)|. \quad (3)$$

Здесь f и n – соответственно частота двойных ходов инструмента и частота вращения заготовки, следовательно, ν – это частотный параметр, определяющий число колебаний (двойных ходов) резца за один оборот заготовки.

При $\nu = 0,5; 1,5; 2,5 \dots (i+0,5)$, где i – целое положительное число, $A_{\min} = S_0/2$. При других значениях ν амплитуда колебаний инструмента (рис. 1) существенно возрастает, а при $\nu = 1; 2; 3 \dots$ и т. д. она становится равной ∞ , т. е. перерезание стружки на элементы в этих случаях становится невозможным.

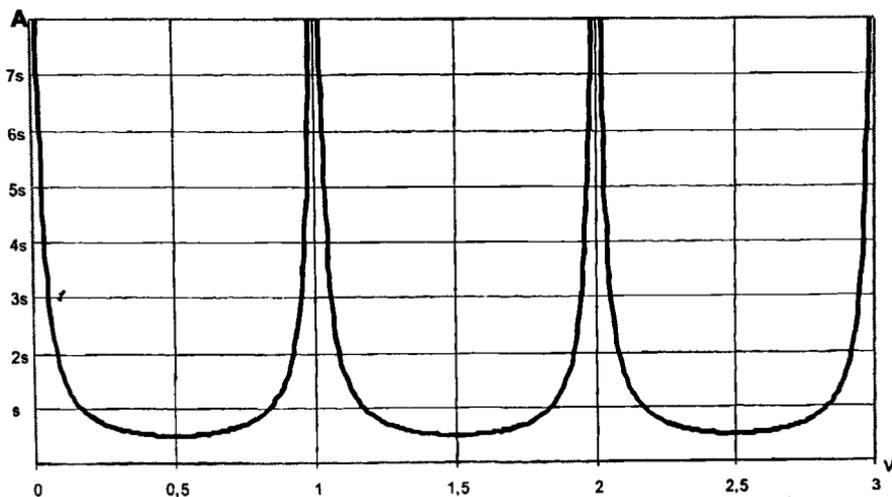


Рис. 1. Зависимость амплитуды A в долях S от параметра ν

При выборе значения коэффициента ν учитывают, что с его увеличением возрастает динамическая напряженность процесса резания, а с уменьшением возрастает длина срезаемого элемента стружки и, следовательно, снижается эффективность процесса стружкодробления. Поэтому оптимальным считается вариант вибрационного резания, при котором $\nu = 1,5$.

Для наглядного представления о характере изменения величины Δ при вибрационном резании удобно обработанную цилиндрическую поверхность детали вместе со следом (траекторией) движения вершины резца изображать в виде плоской развертки. На рис. 2 такая развертка представлена для случая $\nu = 1,5$.

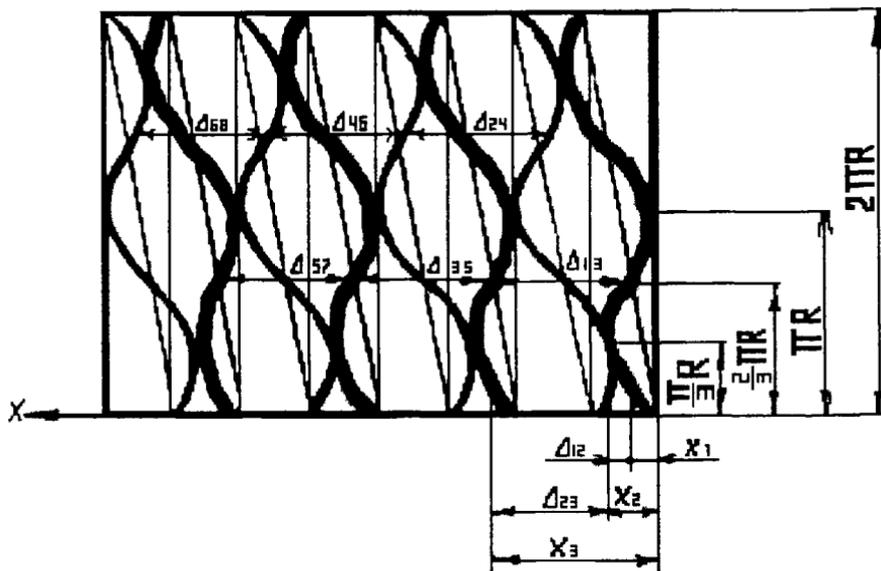


Рис. 2. Схема вибрационного резания ($\nu = 1,5$)

Из рис. 2 следует, что траектории движения резца повторяются через оборот заготовки, поэтому осевые расстояния между ближайшими нечетными траекториями, т.е. двойные шаги Δ_{13} , Δ_{35} , Δ_{57} и т. д., равно как и осевые расстояния между ближайшими четными траекториями, т.е. двойные шаги Δ_{24} , Δ_{46} , Δ_{68} и т. д. – величины постоянные, равные $2S$. Следовательно, сумма отрезков внутри шага также равна $2S$, т.е. $\Delta_{12} + \Delta_{23} = \Delta_{13} = 2S$, $\Delta_{23} + \Delta_{34} = \Delta_{24} = 2S$ и т. д. Отсюда следует, что для характеристики величин гребешков шероховатости при вибрационном резании достаточно рассмотреть динамику изменения двух соседних одинарных шагов, например Δ_{12} и Δ_{23} , одного двойного шага Δ_{13} .

Переменные значения одинарных шагов Δ_{12} и Δ_{23} могут быть определены с учетом принятых законов движения инструмента как некоторые функции текущего угла поворота заготовки φ . Для точек траектории движения инструмента, лежащих на одной прямой, параллельной оси заготовки, т.е. для точек φ ; $\varphi + 2\pi$; $\varphi + 4\pi$ и т. д. можно записать:

$$\begin{aligned} \Delta_{12} = X_2 - X_1 &= \frac{S_0(\varphi + 2\pi)}{2\pi} + A \sin[(\varphi + 2\pi)\nu] - S_0 \frac{\varphi}{2\pi} - A \sin(\varphi\nu) = \\ &= S_0 + A[\sin(\varphi + 2\pi)\nu - \sin\varphi\nu]; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\Delta_{2n} = X_1 - X_2 = S_0 \frac{(\varphi + 4\pi)}{2\pi} + A \sin[(\varphi + 4\pi)\nu] - S_0 \frac{\varphi + 2\pi}{2\pi} - A \sin[(\varphi + 2\pi)\nu] =$$

$$= S_0 + A[\sin(\varphi + 4\pi)\nu - \sin(\varphi + 2\pi)\nu], \quad (5)$$

где X_1 , X_2 и X_3 – соответственно текущие осевые перемещения инструмента в течение одного, двух и трех оборотов заготовки.

Поскольку сумма соседних одинарных шагов равна $2S$, то обычно один из отрезков Δ меньше, а второй больше S . В предельных случаях (при $\varphi = \frac{k\pi}{\nu}$) все одинарные шаги Δ равны S , а при $\varphi = \frac{\pi}{2\nu}(1 + 2k)$ один из одинарных шагов равен нулю, а второй – $2S$ (здесь $k = 0; 1; 2; 3$ и т. д.).

Соответственно изменениям одинарных шагов Δ изменяются и высоты H_p соседних гребешков шероховатости, в связи с чем характерные теоретические профилограммы при вибрационном резании имеют вид чередующихся выступов меньшего и большего размеров (рис. 3). Так как параметр R_z обычно используемый для оценки шероховатости при черновом и получистовом точении, определяется высотой наибольших максимумов профиля, то должен учитываться больший из двух соседних выступов, а, следовательно, и больший из двух соседних одинарных шагов, т. е. отрезок Δ , величина которого лежит в диапазоне $S \dots 2S$.

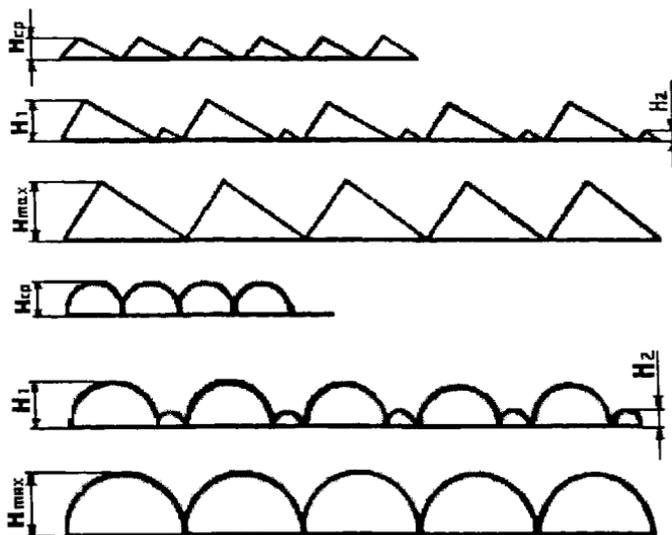


Рис. 3. Теоретические профилограммы при резании с вибрациями

С учетом изложенного параметр R_z^* , оценивающий шероховатость обработанной поверхности при вибрационном резании, может быть определен выражением $R_z^* = kR_z^0$, где k – коэффициент увеличения гребешков шероховатости, изменяющийся в диапазоне 1...2 при точечной вершине резца и в диапазоне 1...4 при дуговой вершинной кромке; R_z^0 – теоретический параметр шероховатости при обычном резании.

Таким образом, при вибрационном резании шероховатость обработанной поверхности возрастает в среднем в 1,5...2,25 раза, а максимальная шероховатость – в 2...4 раза по сравнению с обычным резанием.

Для уменьшения шероховатости необходимо применять резцы с увеличенным радиусом r закругления вершинной кромки, или резцы с точечной вершиной, и дополнительной зачищающей фаской с углом в плане, равным 0...5°. Можно также применять методы кинематического стружкодробления, например, вибрационно-прерывистое [2] или дискретное [3] резание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавров Н.К. Завивание и дробление стружки в процессе резания. – М.: Машиностроение, 1971. – 88 с. 2. Щеголев В.В. Способ кинематического стружкодробления. А. с. № 670384 В 23/В 1/00. 3. Корольков И.С., Молочко В.И. Дробление сливной стружки методом дискретного резания // Промышленность Белоруссии. – 1964. – № 1. – С. 54–56.

УДК 621.941.1

Ж.А.МРОЧЕК, В.И.АРБУЗОВ, В.Л.ХАРТОН

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ЧУГУННЫХ, СТАЛЬНЫХ И АЛЮМИНИЕВЫХ ОБРАЗЦОВ ПОСЛЕ ХОНИНГОВАНИЯ, ШЛИФОВАНИЯ И РАСТОЧКИ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Одна из многих проблем технологии машиностроения – это задача определения оптимальных режимов обработки материалов и установления качественных и точностных параметров изготавливаемых деталей. Решению этой задачи должны сопутствовать высокая производительность, экономическая целесообразность использования выбранного способа обработки заготовок деталей и, в ряде случаев, увеличение их долговечности при эксплуатации в условиях трения и износа.

Известно, что получистовое и чистовое формообразование поверхностей заготовок деталей машин в машиностроении осуществляется с использованием механических способов обработки [1–4]. К ним относятся: лезвийная обработка (точение,