

где HV – микротвердость; x, y – координаты пересечения диагоналей; b – коэффициент полинома.

Коэффициент корреляции для перлитной фазы $R = 0,69$; для ферритной – $0,88$. По приведенному полиному получены сечения поверхностей равного уровня, отражающие распределение микротвердости в зоне резания.

Анализ микроструктуры и изосклер дает представление о переходной зоне между срезаемым слоем металла и стружкой, о распространении деформаций впереди инструмента, об изменении микротвердости по сечению стружки и самого нароста. Кроме того, данная методика позволила выявить “волнообразный” характер распространения деформаций в зоне резания при сверлении сталей шнековыми сверлами.

УДК 621.91

В.И.ХОДЫРЕВ, канд. техн. наук,
В.А.МОЛОЧКОВ (ММИ)

ПОЛУЧЕНИЕ РЕГУЛЯРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА ПРИ ТОЧЕНИИ ВИНТОВЫМ РОТАЦИОННЫМ РЕЗЦОМ

Одним из путей повышения долговечности деталей машин, работающих в условиях трения, является формирование на поверхности регулярного микрорельефа (РМР) с дискретным расположением неровностей.

При точении винтовым ротационным резцом (ВРР) создаются благоприятные условия получения РМР. Это обусловлено, с одной стороны, высокой размерной стойкостью формообразующего витка и с другой – периодическим изменением расстояния между осью детали и формообразующим витком при его перемещении вдоль оси ВРР. Скорость этого перемещения $V_{p0} = n_p i h$, где i – число заходов режущей кромки с шагом h ; n_p – частота вращения режущей части. В простейшем случае оси инструмента и детали скрещиваются под прямым углом, а межосевое расстояние определяется из формулы

$$A = R_0 + r - R,$$

где R_0 – радиус заготовки; r – радиус режущей части инструмента; R – высота элемента поверхности.

Время формирования элемента $\tau = h/v_{p0}$, а его длина $l = \tau(v \pm v_{p0})$, где v – окружная скорость заготовки. Верхний знак соответствует правому направлению винтовых режущих кромок, а нижний – левому. Обозначив соотношение частот вращения режущей части и детали через $K_n = n_p/n$, после преобразований получим наибольшую высоту элемента поверхности, его ширину и длину:

$$\begin{aligned} R_{\max} &\approx R_0 - \sqrt{R_0^2 - h^2/4}; \\ b &\approx 2\sqrt{r^2 - (r - R)^2}; \\ l &\approx 2\sqrt{R_0^2 - (R_0 - R)^2} \left(\frac{2\pi R_0}{K_n i h} \pm 1 \right). \end{aligned}$$

Количество элементов по периметру детали k определяется целой частью величины $K_n i$, а их взаимное расположение — дробной частью. При целом значении $K_n i$ элементы на смежных оборотах не смещены и расположены вдоль прямолинейных образующих цилиндрической поверхности. Если дробная часть величины $K_n i$ меньше, чем 0,5, то при правом направлении винтовой режущей кромки элементы располагаются по левым винтовым линиям, при левом направлении винтовой режущей кромки — по правым. Если дробная часть величины $K_n i$ больше, чем 0,5, — то наоборот. Величина соотношения K_n выбирается по зависимости

$$K_n = \left(1 \pm \frac{s \operatorname{ctg} \theta}{2\pi R_0} \right) \cdot \frac{k}{i},$$

где s — подача на оборот; θ — угол направления неровностей. Положительное значение угла соответствует правому направлению линий.

Величина подачи выбирается с учетом перекрытия ширины элементов и их взаимного расположения.

С целью снижения истинной скорости резания резец может быть повернут относительно вектора скорости v на некоторый угол ϵ в сторону подачи. Размеры элементов при увеличении угла уменьшаются.

Приведенные рассуждения и зависимости справедливы при обработке частично регулярных микрорельефов (ЧРМР). Полностью регулярные микрорельефы (ПРМР) образуются лишь при определенных сочетаниях условий

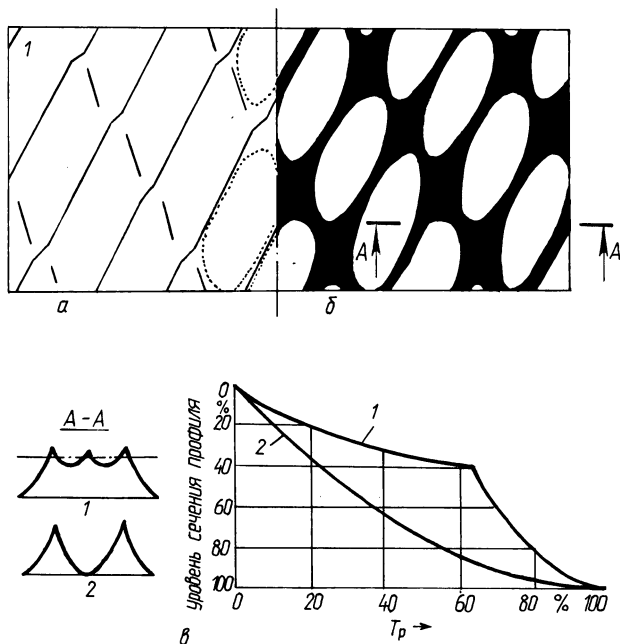


Рис. 1. Схема микрорельефа поверхности до (а) и после (б) приработки и кривые опорных поверхностей (в), обработанных винтовым (1) и чашечным (2) ротационными резцами

обработки, когда элементы поверхности располагаются в шахматном порядке и между ними отсутствуют площадки с исходной шероховатостью. В результате имитационного моделирования процесса формообразования установлено, что ПРМР образуется при выполнении условия

$$K_n = m \pm 0,8i + j/i,$$

где $m = 1, 2, 3, \dots$; $j = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm i$. На рис. 1 показана схема ПРМР до (а) и после (б) приработки и кривая опорной поверхности (в), обработанной однозаходным ВРР ($R_0 = 32,5$ мм; $h = 6$ мм; $i = 1$; $\epsilon = 25^\circ$; $s = 0,78$ мм/об; $r = 20$ мм; $K_n = 12,8$). Результаты моделирования хорошо согласуются с экспериментом. В зависимости от условий обработки размеры лунок могут изменяться в следующих пределах: $R = 3 \dots 20$ мкм; $l = 0,5 \dots 50$ мм; $b = 0,5 \dots 5$ мм.

Использование ВРР при обработке ПРМР обеспечивает значительное упрощение кинематики, заключающейся в сообщении резцу вращательного и прямолинейного движений, согласованных с вращением детали. Способ может осуществляться на шлицефрезерных, зубофрезерных и токарных станках. Последние при этом оснащаются приводом инструмента.

Повышение эксплуатационных свойств поверхностей с ПРМР, а также технологическая простота получения таких поверхностей при обработке ВРР определяют целесообразность использования ВРР при чистовой обработке.

УДК 621.914.1

**П.С.ЧИСТОСЕРДОВ, канд. техн. наук,
А.И.КРЕЗ (ММИ)**

ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ И СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ РАДИУСНЫХ СИНУСОИДАЛЬНЫХ КАНАВОК

В Могилевском машиностроительном институте разработан принципиально новый редуктор с синусошариковым зацеплением, который успешно внедряется в производство. Основной конструктивной особенностью редуктора являются замкнутые синусоидальные канавки, выполненные на наружной и внутренней цилиндрических поверхностях его деталей. Профиль канавок в нормальном к ним сечении соответствует дуге окружности определенного радиуса.

Получение канавок такого типа основано на сообщении цилиндрической заготовке относительно концевой фрезы со сферической головкой сложного движения (равномерного вращения вокруг своей оси и возвратно поступательного перемещения вдоль этой оси). В результате сложения этих двух движений точка пересечения оси фрезы с цилиндрической поверхностью заготовки диаметром D (рис. 1) описывает на этой поверхности кривую, параметрические уравнения которой в развертке имеют вид

$$x = 0,5 D \varphi, \quad y = A \sin k\varphi, \quad (1)$$

где A — амплитуда воспроизводимой синусоиды; k — целое число, равное числу периодов синусоиды на цилиндре; φ — угол поворота заготовки.