

$$\left. \begin{aligned} x &= X \cos \varphi - Y \sin \varphi; \\ y &= X \sin \varphi + Y \cos \varphi; \\ z &= Z + f(\varphi). \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Решая совместно уравнения (12) и (13), получим:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(t) \cos \varphi - f_2(t) \sin \varphi; \\ y &= f_1(t) \sin \varphi + f_2(t) \cos \varphi; \\ z &= f(\varphi) + f_3(t). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Используя формулу (1), перепишем уравнения (14) в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(t) \cos \varphi - f_2(t) \sin \varphi; \\ y &= f_1(t) \sin \varphi + f_2(t) \cos \varphi; \\ z &= r_i (\operatorname{tg} \alpha_0 \varphi + m \varphi^k) + f_3(t), \end{aligned} \right\}$$

где  $r_i = \sqrt{f_1^2(t) + f_2^2(t)}$ .

В векторной форме относительно репера  $(\bar{e}; \bar{g}; \bar{k})$  уравнения (14) примут вид

$$\bar{r} = f_1(t) \bar{e}(\varphi) + f_2(t) \bar{g}(\varphi) + \bar{k} [f(\varphi) + f_3(t)]$$

или при использовании уравнения (1)

$$\bar{r} = f_1(t) \bar{e}(\varphi) + f_2(t) \bar{g}(\varphi) + \bar{k} [r_i (\operatorname{tg} \alpha_0 \varphi + m \varphi^k) + f_3(t)].$$

Предлагаемая методика расчета винтовых поверхностей переменного шага позволяет проводить проектные расчеты режущего инструмента различного назначения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

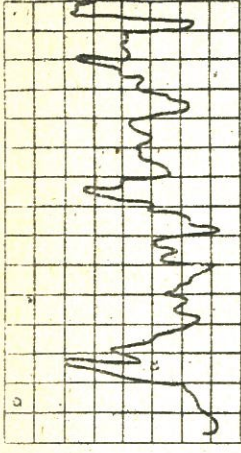
1. Люкши В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. - М., 1968. - 370 с. 2. Дружинский И.А. Сложные поверхности: Математическое описание и технологическое обеспечение. - Л., 1985. - 263 с. 3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М., 1977. - 831 с.

УДК 621.924.8

А.Л. АБУГОВ,  
И.Л. БАРМАЙ, канд. техн. наук (БПИ)  
КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ  
ПРИ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИИ

При обработке поверхностей цилиндрических деталей из стали Ст10 (диаметр детали 22 мм) применялась цилиндрическая иглофреза с на-

Рис. 1. Профильграмма поверхности после иглофрезерования (увеличение вертикальное 20 000, горизонтальное 200)



ружным диаметром 150 мм, шириной рабочей поверхности 22 мм, вылетом и диаметром игл соответственно 14 и 0,32 мм. Иглофрезерование осуществлялось на универсально-фрезерном станке мод. 6Н82. Деталь устанавливалась в центрах специальной бабки и делительной головки, закрепленных на столе станка, а иглофреза — на выходном валу специального устройства, расположенного на направляющей хобота станка [1]. Делительная головка через гитару сменных зубчатых колес была связана с ходовым винтом стола, специальное устройство — со шпинделем станка. Конструкция устройства позволяла упруго установить иглофрезу с прижатием ее к обрабатываемой поверхности с помощью пружины.

Иглофрезерование проводилось с применением смазочно-охлаждающей жидкости — эмульсии. Параметры режима обработки изменялись в следующих пределах: скорость резания  $v = 60...240$  м/мин, продольная подача  $S_{пр} = 2,5...10$  мм/об, круговая подача  $S_{кр} = 1,38...4,46$  м/мин, усилие прижатия иглофрезы к обрабатываемой поверхности  $P = 150...250$  Н. Жесткость пружины составляла 20 Н/мм.

В указанном диапазоне изменений параметров режима иглофрезерования характеристики шероховатости и волнистости поверхности составляли: среднее арифметическое отклонение профиля  $Ra = 0,26...2,58$  мкм, высота неровностей профиля по десяти точкам  $Rz = 1,66...12,4$  мкм, наибольшая высота профиля  $R_{max} = 4,34...20,2$  мкм, высота сглаживания (расстояние от линии выступов до средней линии)  $R_p = 2,23...13,7$  мкм, средний шаг неровностей выступов до средней линии)  $R_p = 170...556$  мкм, средний шаг местных выступов профиля  $S_p = 91...455$  мкм, средний радиус неровностей профиля  $\rho = 91...126$  мкм, средний

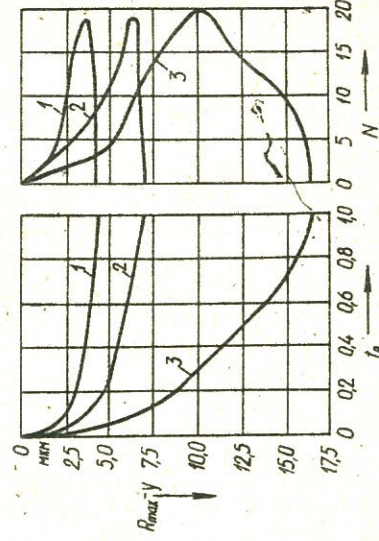


Рис. 2. Зависимость относительной опорной длины профиля  $tr$  и количества полных выступов  $N$  от уровня сечений профиля  $(R_{max} - y)$ :

- 1 -  $P = 130$  Н; 2 -  $P = 200$  Н;
- 3 -  $P = 270$  Н ( $v = 150$  м/мин,  $S_{пр} = 6,25$  мм/об,  $S_{кр} = 2,92$  м/мин)



согные параметры шероховатости, поэтому зависимости отсечительной  
 рной длины профили от параметров режима обработки определяются из-  
 нениями высотных параметров шероховатости [2].

Иглофрезерование характеризуется ударным взаимодействием податли-  
 х игл с поверхностью детали и последующим микрорезанием, сопровож-  
 ющимся пластическим отгнетением прилегающих объемов металла. В ре-  
 льтае формируется поверхностный слой с повышенной микротвердостью  
 ис. 3). В отмеченном диапазоне изменения параметров режима обработки  
 мротвердость поверхности детали достигает  $H_{\text{П}} = 1600 \dots 2560$  МПа (исход-  
 я  $H_{\text{П}} = 1500 \dots 1550$  МПа) при глубине упрочненного слоя  $h = 0,01 \dots 0,24$  мм.

рис. 4 представлено распределение микротвердости по глубине поверхност-  
 го слоя в зависимости от скорости резания и усилия прижатия иглофрезы к  
 рабатываемой поверхности. Наибольшего значения микротвердость дости-  
 ет на поверхности детали.

Таким образом, отмечены широкие пределы изменения характеристик  
 качества поверхностей деталей при иглофрезеровании. Это обуславливает воз-  
 ожность технологического управления ими и формирования поверхностного  
 оя с заданными геометрическими и физико-механическими характеристика-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А б у г о в А.Л. Иглофрезерная обработка цилиндрических деталей // Машино-  
 тронгель. - 1987. - № 6. - С. 21-22. 2. Ры ж о в Э.В., Су сл о в А.Г., Фед о р о в В.П.  
 ехнологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. - М., 1979. -

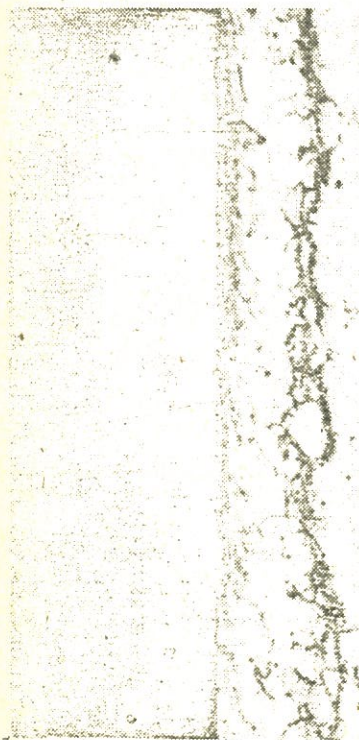


Рис. 3. Микроструктура поверхностного слоя в результате иглофрезерования

угол боковой стороны профиля  $\theta = 2,42 \dots 11,3^\circ$ , продольная волнистость  
 $W_{\text{пр}} = 0,36 \dots 3$  мкм, поперечная волнистость  $W_{\text{поп}} = 33 \dots 48$  мкм.

На рис. 1 приведена характерная профилограмма поверхности после игл-  
 фрезерования ( $Ra = 0,35$  мкм). Отношение истинной (развернутой) и номин-  
 нальной длины профиля составляет 1,0018...1,013.

Параметры относительной опорной длины профиля [2]:  $\nu = 2,03, 7,976$  с.  
 длины профиля и количества полных выступов от уровня сечений опорно  
 при различных условиях прижатия иглофрезы к обрабатываемой повер-  
 ности. Параметры относительной опорной длины профиля выражаются чере

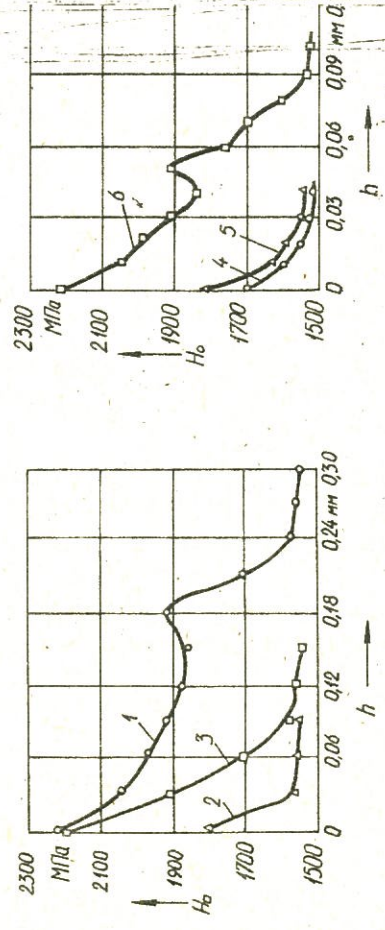


Рис. 4. Распределение микротвердости в поверхностном слое:  
 1 -  $\nu = 2,92$  м/мин,  $P = 200$  Н; 2 -  $\nu = 150$  м/мин; 3 -  $\nu = 270$  м/мин ( $S_{\text{пр}} = 6,25$  мм/об,  $S_{\text{кр}} =$   
 $= 2,92$  м/мин,  $P = 200$  Н); 4 -  $P = 130$  Н; 5 -  $P = 200$  Н; 6 -  $P = 270$  Н ( $\nu = 150$  м/мин  
 $S_{\text{пр}} = 6,25$  мм/об,  $S_{\text{кр}} = 2,92$  м/мин)

Ис:

ГД:

Вд:

Ил:

по  
на

ст  
ма  
К  
19  
У,

(1