

Л.С. Овчинников, В.Н. Комаров, канд.техн.наук

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ СИЛОВЫХ РАЗВЕРТОК
ПО ОКРУЖНОМУ ШАГУ ЗУБЬЕВ

Одним из эффективных путей снижения радиальных колебаний в процессе резания является применение инструментов с неравномерным окружным шагом зубьев. Данное положение особенно важно для инструмента - силовой развертки [3], схема резания которой характеризуется возрастанием радиальной составляющей силы резания. Установлено, что при неравномерном окружном шаге зубьев периодичность врезания одних зубьев во впадины, а других — в выступы на обработанной поверхности нарушается, что приводит к затуханию радиальных колебаний оси инструмента относительно оси отверстия. Предварительные эксперименты [1] полностью подтвердили правильность приведенных тесетических предпосылок.

Задачей настоящего исследования явилось установление степени влияния окружного шага зубьев на радиальную устойчивость инструмента при силовом развертывании, т.е. прогнозирование точности обработки в зависимости от принятой схемы расположения зубьев.

В работе [2] предлагается методика прогнозирования волнистости при традиционном развертывании отверстий (с припуском до 0,3 мм на диаметр). Авторами получен закон движения центра развертки с произвольным расположением зубьев по окружности. Данная методика положена в основу исследования силовых разверток, которые работают в условиях, аналогичных широко применяемым традиционным разверткам, но при значительном увеличении подач (10 мм/об и более) и припусков (до нескольких миллиметров).

Схема расположения зубьев по окружности однообразно характеризуется параметром h , определяющим как степень отклонения рассматриваемой схемы расположения зубьев по окружности от идеально равномерной, так и характер упруго-пластического контакта сопряжения инструмент—деталь. Параметр h определяется из выражения

$$h = \frac{\sqrt{c^2 + d^2}}{z \sin \delta} \quad (1)$$

$$\text{где } c = \sum_{i=1}^{z_i} \cos 2 \sum_{i=1}^{z_i} \tau_i; \quad d = \sum_{i=1}^{z_i} \sin 2 \sum_{i=1}^{z_i} \tau_i;$$

δ — угол, характеризующий соотношение радиальной и тангенциальной составляющих силы резания; τ_i — центральный угол между соседними зубьями; z — число зубьев. Изменение параметра h влияет на траекторию движения центра инструмента и, следовательно, на точность обработки.

Исследования проводились по методу полного факторного эксперимента 2^3 . Факторами явились окружной шаг зубьев, выраженный параметром h , скорость резания v , подача s . Основные характеристики плана экспериментов приведены в табл. 1.

Обработка осуществлялась силовыми развертками, имеющими следующие переменные параметры $\tau_1 = 120^\circ$; $\tau_2 = 60^\circ$, $\tau_3 = 60^\circ$, $\tau_4 = 120^\circ$, что соответствует значению $h = 2,5$, и $\tau_1 = 80^\circ$, $\tau_2 = 90^\circ$, $\tau_3 = 90^\circ$, $\tau_4 = 110^\circ$, что соответствует значению $h = 0,43$. Следует отметить, что схемы расположения зубьев с $h > 2,5$ являются неработоспособными из-за ма-

Т а б л. 1.

Уровень	Кодированное значение	\tilde{x}_1 (V, м/мин)	\tilde{x}_2 (S, мм/об)	\tilde{x}_3 (h)
Основной	0	16,85	8,48	1,465
Интервал варьирования	$\Delta \tilde{x}_1$	12,95	1,58	1,035
Верхний	+	29,8	10,16	2,5
Нижний	-	3,9	6,9	0,43

Т а б л. 2.

Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	\bar{y} , мкм
1	+	-	-	+	18
2	+	+	-	+	24
3	+	-	+	+	15
4	+	+	+	+	25
5	+	-	-	-	22
6	+	+	-	-	26
7	+	-	+	-	25
8	+	+	+	-	35

лого объема стружечных канавок и сильного утонения спинки зуба. Следующие геометрические параметры на протяжении эксперимента оставались постоянными: передний угол $\gamma = 15^\circ$; задний угол режущей части $\alpha_p = 3^\circ$; задний угол переходной части $\alpha_{\Pi} = 2^\circ$; задний угол калибрующей части $\alpha_k = 2^\circ$; угол наклона спирали зубьев на диаметре 25 мм $\omega = 40^\circ$; направление спирали левое; угол в плане режущей части $\varphi_p = 1^\circ 30'$; угол в плане переходной части $\varphi_{\Pi} = 0^\circ 20'$; длина переходной части $l_{\Pi} = 30$ мм; обратная конусность калибрующей части, равная 0,05/100 мм/мм длины.

Материалом заготовок принята сталь 45. Заготовки изготавливались из прутков одной плавки и проката и перед чистой обработкой подвергались нормализации при температурах 930...950°. Срезаемый припуск составлял 5 мм на диаметр. Некруглость определялась по ГОСТ 10356-63 по общей методике.

Матрица планирования и результаты полного факторного эксперимента приведены в табл. 2.

На основании результатов полного факторного эксперимента получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние исследуемых параметров на некруглость обработанных отверстий:

$$\hat{y} = 23,75 + 3,75 x_1 - 3,25 x_3. \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует, что с увеличением параметра h некруглость отверстий, возникающая в процессе обработки, уменьшается (рис. 1). При обработке на низких скоростях

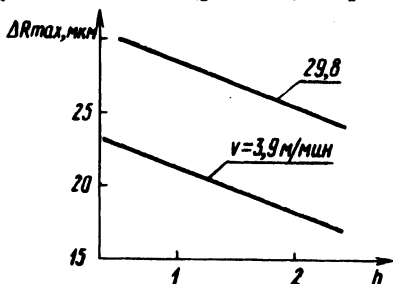


Рис. 1. Влияние окружного шага зубьев на некруглость обработанных отверстий.

резания в зоне до наростообразования при значении $h = 0,43$ на обработанной поверхности образуются волны с гармоникой более высокого порядка, чем при $h = 2,5$, причем некруглость в первом случае больше по величине. В зоне ско-

ростей наростообразования указанное явление не наблюдалось, однако некруглость обработанных деталей уменьшается с увеличением параметра h , т.е. с увеличением неравномерности разбивки зубьев силовой развертки по окружной.

В ы в о д ы

1. С целью повышения точности обработки рекомендуется выполнять силовые развертки с неравномерным расположением зубьев по окружности.

2. Величина некруглости обработанного отверстия зависит от схемы расположения зубьев по окружности, в частности, от степени неравномерности центральных углов между зубьями.

3. Рекомендуемые схемы для четырехзубой силовой развертки $\tau_1 = 120^\circ$; $\tau_2 = 60^\circ$; $\tau_3 = 60^\circ$; $\tau_4 = 120^\circ$; для шестизубой $\tau_1 = 50^\circ$; $\tau_2 = 60^\circ$; $\tau_3 = 70^\circ$; $\tau_4 = 50^\circ$; $\tau_5 = 60^\circ$; $\tau_6 = 70^\circ$.

Л и т е р а т у р а

1. Комаров В.Н., Миткевич С.И., Овчинников Л. С. Повышение точности обработки при силовом развертывании путем изменения шага зубьев по окружности. — В сб.: Мат-лы I Всесоюз. науч.-техн.конф. "Совершенствование процессов финишной обработки в машиностроении". Минск, 1975. 2. Кудинов В.А., Стрельцов В.А., Кожуховский В.А. Расчет разверток с целью прогнозирования волнистости обработанных отверстий. — "Изв. вузов", 1976, № 5. 3. Ящерицын П.И., Миткевич С.И., Комаров В.Н. Режущий инструмент. Авт. свид. № 371037. — "Бюл. изобр.", 1973, № 12.

УДК 621.797

В.Г. Ходосевич, канд.техн.наук,
А.И. Шевцов, канд.техн.наук

ИНДУКЦИОННАЯ НАПЛАВКА -- ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ТРАКТОРНЫХ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

Исследования показали, целесообразность применения индукционной центробежной наплавки порошковой шихтой при упрочнении тракторных гильз. Не менее актуальным является вопрос повышения износостойкости восстанавливаемых, бывших