

повышают трудоемкость технологического процесса и не увеличивают количество операций и требуемого оборудования.

Итак, целесообразно использовать дорнование как промежуточную операцию перед ТО, позволяющую повысить размерную точность отверстий после ТО, а следовательно, и после окончательного дорнования.

Предварительное дорнование может быть осуществлено с помощью оправки-дорна (на токарной операции) или режуще-деформирующей протяжки (на протяжной операции).

#### Л и т е р а т у р а

1. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. - М., 1972. 2. Чистосердов П.С., Шаду-ро Р.Н. Оправка-дорн. - Машиностроитель, 1979, № 9. 3. Чистосердов П.С. Комбинированные инструменты для отделочно-упрочняющей обработки. - Мн., 1977.

УДК 621.933.042

В.И.Шагун, канд. техн. наук (БПИ)

### НЕКРУГЛОСТЬ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СРЕДНЕГО ЦИЛИНДРА РЕЗЬБЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ МЕТЧИКА

Любые погрешности формы среднего цилиндра резьбы уменьшают полноту контакта резьбовых поверхностей в сопряжении и понижают его качество. Некруглость является следствием радиальных колебаний метчика во время нарезания резьбы под действием сил, природа которых различна. Это радиальные силы, возникающие от радиального биения режущих кромок метчика, биение метчика вместе со шпинделем станка по причине несоосности рабочей части метчика и шпинделя или радиального биения последнего; радиальные и тангенциальные силы резания, разные по величине на разных перьях метчика из-за неравенства активных участков главных режущих кромок на этих перьях или погрешностей формы поперечного сечения отверстий под резьбу.

Любое изменение условий работы метчика, облегчающее его радиальные колебания, приводит к увеличению некруглости поперечного сечения цилиндра нарезаемой резьбы.

В момент установившегося резания, когда вся заборная часть метчика работает, положение вектора суммы радиальных

сил относительно перьев метчика изменяется только под воздействием случайных причин, таких как разная дополнительная деформация стружки в разных канавках метчика, некруглость поперечного сечения отверстий под резьбу, непостоянство условий обтекания режущих клиньев метчика обрабатываемым металлом и т. п. Во время захода и выхода метчика к указанным причинам добавляется сильное изменение радиальных сил из-за изменения активной длины главных режущих кромок. Поэтому наибольшие погрешности формы поперечного сечения среднего цилиндра резьбы возникают в эти периоды работы, особенно в начале резания, когда радиальные колебания метчика не ограничены заходом в отверстие его калибрующей части.

Результаты опытов по нарезанию сквозной резьбы М 16x2 длиной 25 мм в стали 45 и чугуна СЧ 18-36 на вертикально-сверлильном станке методом самозатягивания метчика, установленного в плавающем патроне (табл. 1), подтверждают приведенные соображения. Некруглость, как следствие изменения радиальных сил, растет при увеличении радиального биения  $e$  главных режущих кромок метчика (получено занижением одного пера) и периодически изменяется, следуя за изменением разности длин активных участков режущих кромок на противоположных перьях метчика [1], при увеличении угла заборной части  $\varphi$ . Рост значений переднего угла  $\gamma$ , заднего угла  $\alpha$ , затылования по профилю К и уменьшение ширины  $b$  незатылованной по профилю части пера облегчают радиальные колебания метчика, увеличивая некруглость поперечного сечения среднего цилиндра резьбы. Метчики Б (затылованы по профилю на  $2/3$  ширины пера) и метчики с винтовыми стружечными канавками, обладающие ограниченной способностью к радиальным смещениям, обеспечивают более высокую точность формы.

Метчики М с бочкообразными зубьями на ведущей части [2] до момента вступления в работу бочкообразных зубьев никаких преимуществ по сравнению с метчиками А (затылованы по профилю на всей ширине пера) не имеют. Метчики К (комбинированная схема резания: генераторная плюс профильная) обеспечивают более низкую точность поперечного сечения среднего цилиндра резьбы из-за большей разности в длине режущих кромок на противоположных перьях.

Некоторые аномалии, а именно, увеличение некруглости с уменьшением длины калибрующей части  $l$ , обратной конусности  $\Delta d$  метчика при углах наклона стружечной канавки  $\omega = -30$  и  $45^\circ$  вызваны особенностями контроля. Значения некруглости

Таблица 1. Некруглость поперечного сечения среднего цилиндра резьбы, мкм

Параметры метчика	Обрабатываемый материал				Параметры метчика	Обрабатываемый материал			
	сталь		чугун			сталь		чугун	
	тип метчика					тип метчика			
	А	Б	А	Б		А	Б	А	Б
$10^*$	9,1	2,3	4,3	2,6	0,0005	11,4	1,6	5,5	1,5
$\gamma^\circ$ 15		2,8		3,9	$\Delta d$ 0,0010*	9,1	1,8	4,3	1,5
20	7,9	2,9	8,2	2,4	0,0020	8,0	3,5	3,4	1,4
30	8,8	3,2	9,8	4,2	0,7		3,4		6,5
$5^*$	9,1	2,3	4,3	1,4	b, 1,1		2,6		3,1
$\alpha^\circ$ 10	10,2	3,7	6,3	3,8	мм 1,5*		2,2		2,0
15	11,6	5,0	7,6	4,0	1,0	5,1	3,4	3,3	2,8
$9^\circ 50'$	5,7	2,9	3,8	2,9	l, 20	5,1	3,2	3,1	3,0
$14^\circ 50'^*$	9,1	2,6	4,3	1,4	мм 30*	3,7	3,4	1,7	4,3
$\varphi$ $25^\circ 20'$	7,3	2,3	4,1	3,3	0,00*	9,1	2,3	4,3	1,4
$39^\circ 50'$	9,6	3,6	8,4	5,2	e, 0,06	9,2	4,0	7,4	2,8
-30	53,8	3,6	11,6	3,9	мм 0,20	11,2	13,8	7,3	6,7
$\omega^\circ$ $0^*$	9,1	2,3	4,3	1,4	0,40	13,5	34,3	8,9	13,5
30	6,8	2,8	5,1	2,4	$\omega = 0$	9,1	2,3	4,3	1,4
45	9,5	4,0	4,8	2,5	$\omega = 30^\circ$	6,8	2,8	5,1	2,4
0,000	1,8	1,8	1,5	1,5	M	9,3		9,5	
0,035	5,5		3,6		K	8,0	5,7	9,9	3,8
K, $0,135^*$	9,1		4,3						
мм 0,200		3,3		2,1					
0,235	12,9		14,6						
$0,400^*$	20,4	2,3	24,8	1,4					

Примечания. 1. Приведены наибольшие отклонения, обычно в начале резьбы, за исключением значений на двух первых и последних витках, параметры которых стандартами не регламентированы. 2. Результаты получены методом поочередного варьирования одним параметром при постоянных остальных (отмечены \*). Скорость резания 10 м/мин, СОЖ – сульфозфрезол для стали и керосин для чугуна; отверстия под резьбу развернуты, смещение и перекося осей отверстий относительно оси вращения шпинделя станка не более 15 мкм на длине обработки.

получены по результатам измерения среднего диаметра резьбы не в одном поперечном сечении, а в двух, смещенных по длине на  $1/4$  шага резьбы. Разность размеров в этих сечениях, вызванная изменением разбивания по длине отверстия от воздействия осевых и радиальных сил [1], вошла в результаты измерения некрутости.

Наиболее сильное влияние на некрутость среднего цилиндра резьбы в условиях исследований оказали затылование по профилю  $K$  и радиальное биение главных режущих кромок  $e$  метчика (см. табл. 1). Для повышения точности обработки необходимо уменьшать вектор суммы радиальных и тангенциальных сил, а также стабилизировать направление вектора относительно перьев метчика оптимизацией параметров инструмента [3, 4], уменьшением радиального биения главных режущих кромок и самого метчика. Положительные результаты могут быть достигнуты при ограничении радиальных колебаний метчика. Это достигается использованием метчиков с малой способностью к радиальным смещениям под действием сил (незатылованные по профилю или затылованные не на всей ширине пера, с направляющими частями или перьями, с винтовыми стружечными канавками и др.).

#### Л и т е р а т у р а

1. Шагун В.И. Влияние геометрических и конструктивных параметров машинных метчиков на размеры резьбы, нарезаемой в стали. – В сб.: Резьбообразующий инструмент. М., 1968..
2. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб. – М., 1978.
3. Шагун В.И. Выбор выгодных значений угла заборного конуса метчиков. – Промышленность Белоруссии, 1968, № 2.
4. Кузьмин Ю.П., Шагун В.И. Условия, обеспечивающие одно-временный контакт зубьев метчика с обрабатываемым материалом в начальный момент процесса резания. – В сб.: Прогрессивные технологические процессы точной и высококачественной обработки деталей. Саратов, 1978.