

УДК 621.9



В.Ф. Соколов,

к.т.н., старший викладач
Одеський національний
політехнічний університет
e-mail:
sokolov.viktor.flavievich@gmail.com

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕЗЬБЫ ХОДОВЫХ ВИНТОВ

В.Ф. Соколов. Анализ погрешностей при формировании резьбы ходовых винтов. Проведены исследования точности формирования резьбы ходовых винтов при резьбошлифовании.

V.F. Sokolov. Analysis of errors at formation of thread spindles. There were investigating the accuracy off or might read spind-lesatthread grinding.

Целью такого анализа может быть оптимизация структур технологических операций формирования профиля резьб ходовых винтов. Поиск оптимальных решений, как всегда, находится между факторами обеспечения максимальной производительности и техническими требованиями,

предъявляемыми к ходовым винтам. Одним из основных требований, определяющих точность винта, является погрешность шага резьбы.

Изучение причин возникновения и путей уменьшения погрешности шага резьбы посвящено большое количество работ [1-15]. На основании анализа этих работ погрешности можно условно разделить на 2 вида (в зависимости от причины их возникновения): конструкторские, технологические. Полигон распределения накопленной погрешности шага резьбы приведен на рис. 1.

Наиболее изученными являются конструкторские, т.е. погрешности обусловленные неточностью изготовления и сборки деталей и узлов резьбошлифовального станка: погрешности кинематических цепей перемещения стола станка и поворота шпинделя изделия, осевые и радиальные биения шпинделя и т.д. К технологическим погрешностям относятся погрешности базирования винта; температурные и упругие деформации технологической системы; погрешности, вызванные колебаниями свойств шлифовальных кругов и заготовок, а так же погрешности, обусловленные настройкой станка и профессиональными навыками рабочего (погрешности позиционирования профиля

шлифовального круга в осевом и радиальном направлении, относительно профиля обрабатываемой резьбы, погрешности, вызванные отклонениями режимов шлифования и правки шлифовального круга).

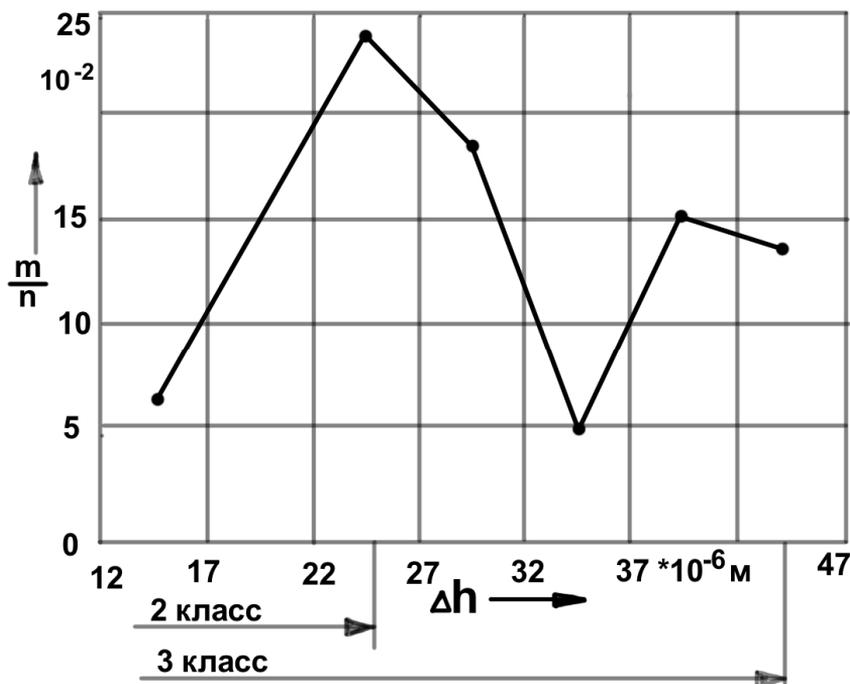


Рис.1. Полигон распределения накопленной погрешности шага резьбы

Анализ всех видов погрешностей показывает, что конструкторские и некоторые технологические погрешности носят систематический характер и, как показывает опыт, могут быть учтены с помощью коррекционных механизмов [2, 5, 6]. Однако данный метод оказывается малоэффективным при попытке исправлять погрешности по шагу, формирующихся в результате многоточного шлифования.

Опыт ОАО «Микрон» показывает, что разброс значений осевых деформаций заготовок в пределах одной партии деталей, является весьма существенным – от 91 мкм до 265 мкм (таблица 1). Установлено также, что коэффициент корреляции между величиной осевых деформаций и накопленной погрешности шага составляет $r = 0.746$, что свидетельствует о достаточно тесной зависимости между указанными параметрами. Нестабильность величины осевых деформаций и накопленной погрешности шага резьбы в пределах партии деталей затрудняют их учет при настройке коррекционной цепи станка на последующих операциях шлифования.

Таблица 1. Осевые деформации и накопленная погрешность шага резьбы после многоиточного резьбошлифования

№ винта	Типоразмер $d \times l_p \times S$, мм	Δl_{\max} , мкм	Δh , мкм	Количество технологических переходов
1	60 × 1200 × 10	129	59	2
2	60 × 1200 × 10	148	61	2
3	80 × 1200 × 10	180	73	2
4	80 × 1200 × 10	192	68	2
5	60 × 1200 × 10	152	94	2
6	60 × 1200 × 10	154	78	2
7	60 × 1000 × 10	102	62	2
8	60 × 1000 × 10	120	68	2
9	60 × 1000 × 10	136	71	2
10	60 × 1000 × 10	91	40	2
11	80 × 1200 × 10	265	105	2
12	80 × 1200 × 10	220	124	2
13	60 × 1400 × 10	142	70	3
14	60 × 1400 × 10	185	86	3
15	60 × 1400 × 10	183	61	3
16	60 × 1400 × 10	157	83	3

В целом ряде исследований [2, 6, 16] осевая деформация определяется как температурная вследствие нагрева при шлифовании. Однако, в ряде работ [17, 18], посвященных обработке деталей из закаленных сталей, в т.ч. токами высокой частоты (ТВЧ) показано, что удаление припуска с поверхности закаленной заготовки приводит к снижению остаточных напряжений, как следствие уменьшаются линейные размеры заготовки, наиболее существенно в осевом направлении. В то же время вопросы влияния данной составляющей осевой деформации на накопленную погрешность шага в настоящее время не изучены. По нашему мнению, можно предположить, что при постоянных типоразмере винта, величине снимаемого припуска и условий закалки ТВЧ учет данной погрешности может быть осуществлен с помощью настройки коррекционной цепи станка, для чего требуется провести дополнительные исследования.

Наибольшие трудности на практике вызывает устранение погрешности, обусловленной осевыми температурными деформациями заготовок в процессе резбошлифования [2, 6, 16, 18]. Это связано с тем, что на температурные деформации заготовки в осевом направлении влияет большое количество факторов процесса обработки: режущее свойство шлифовального круга, температура СОТС и ее теплофизические свойства, время охлаждения и длина охлаждаемого участка, режимы резания, типоразмер и свойства заготовки, величина снимаемого припуска, цикличность нагрева и охлаждения, обусловленные конструкцией многониточного резбошлифовального круга.

Для повышения точности по шагу резьбы ходовых винтов необходимо решить 2 основные задачи:

- уменьшить величину накопленной погрешности по шагу за счет уменьшения осевых температурных деформаций;
- стабилизировать изменение накопленной погрешности по шагу в пределах одной партии обработанных заготовок.

Для решения поставленных задач необходимо установить закономерности образования погрешности по шагу, влияние технологических и теплофизических факторов процесса резбошлифования и формирования этой погрешности, разработать методологию прогнозирования точности резьбы по шагу на этапе проектирования технологического процесса, критерий и алгоритм управления процессом шлифования.

Теоретическими предпосылками решения поставленных задач являются исследование влияния температурных осевых деформаций винта на образование накопленной погрешности по шагу и влияние процесса циклического теплового нагружения при многониточном резбошлифовании с учетом его зависимости от технологических параметров обработки, на формирование собственно осевых температурных деформаций.

Выводы. Вопрос установления закономерностей формирования осевых температурных деформаций в зависимости от технологических параметров является в настоящее время нерешенной научной проблемой и может быть изучен только на основе моделей, связывающих параметры обработки с термомеханическими процессами в обрабатываемой заготовке. Эта модель должна включать режим резания, типоразмер заготовки, наличие охлаждения СОТС и его интенсивность, а так же учитывать специфику циклического теплового нагружения, присущую многониточному резбошлифованию. Разработка подобной модели позволит создать научные основы для решения практической задачи по управлению точностью по шагу в процессе резбошлифования.

Литература

1. Алферов А. И. Кинематическая точность механизмов //Станки и инструмент –1979. №1, – С.38.
2. Белов Е.В. Исследование возможности повышения точности и производительности резьбошлифования винтов при помощи систем адаптивного управления (САУ): Дис... канд. техн. наук: 05.02.08. — защищена 10.01.79. – М., 1979. – 173с.
3. Беляев В.Г. Винтовые поверхности передач винт-гайка качения и профилирование инструмента для их обработки //Станки и инструмент. – 1971 №12. – С. 6 – 8.
4. Беляев В.Г. Расчет передачи винт-гайка качения с учетом погрешности изготовления //Станки и инструмент. – 1970. № 11. – С. 5 -7.
5. Боголюбов Ю.В., Севрюгин Д.А. Снижение периодической погрешности шага резьбы ходовых винтов //Станки и инструмент. — 1980. № 8. – С. 20–21.
6. Боголюбов Ю.В. Исследование точности шлифования резьбы ходовых винтов скольжения: Дис...канд.техн.наук: 05.03.01. – Защищена 26.03.82. – М., 1982. – 192с.
7. Волков М.М., Коротков И.А. Прокатка профиля резьбы винтов качения //Вестник машиностроения. – 1972. №12. С. 57 – 58.
8. Иванов Ю.И., Рябчиков С.И. Шлифование точных ходовых винтов //Станки и инструмент. – 1982. №2. – С. 26 – 28.
9. Крюковских Н.Д. Изготовление закаленных ходовых винтов //Станки и инструмент. –1972. №3. – С. 17.
10. Писаревский М.И. Накатывание точных резьб, шлицев и зубьев. - Л.: Машиностроение, 1973. – 126с.
11. Севрюгин Д.А., Дубец В.С. Исследование внутришаговой погрешности ходовых винтов //Станки и инструмент. - 1973. №7. –С. 13–15.
12. Соколов В.Ф., Ковальчук В.Н., Ларшин В.П. Стабилизация тепловых деформаций ходовых винтов при многониточном шлифовании резьбы //Отделочно-чистовые методы обработки и инструменты в технологии машиностроения. – Барнаул, 1984. – С.32 – 34. (Межвузовский сборник.)
13. Соколов Ю.Н. Температурные расчеты в станкостроении. - М.: НТО Машпром, 1965. - 79с.
14. Хабаров Н.Н. О погрешностях шага и среднего диаметра симметричных и остроугольных резьб //Вестник машиностроения. – 1967. №8. – С.63.
15. Хайловский Н.Т. Исследование взаимосвязей основных показателей качества шариковых винтовых пар с технологией обработки и сборки их деталей: Дис... канд.техн.наук: 05.02.08. – 07.06.77 – Одесса, 1976. – 242 с.
16. Соболева Н.В. Исследование технологических возможностей повышения производительности обработки резьбы ходовых винтов качения длиной до 250 мм: Дис...канд. техн. наук: 05.02.08. - Защищена 22.04.81. – М., 1981. – 186 с.
17. Головин Г.Ф. Остаточные напряжения, прочность и деформация при поверхностной закалке ТВЧ. – Л.: Машиностроение, 1973. — 144с.
18. Конструктивно-технологическое обеспечение качества деталей машин //В.П. Пономарев, А.С. Батов, А.В. Захаров и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 184с.

Надійшла до редакції 23.01.2015