

чиками типа М, исключаящими подрезание опорных сторон резьбы на третьем и последующих витках, а также метчиками типа А и Б комбинированной схемы резания, формирующими профиль резьбы боковыми кромками последнего режущего зуба. Эти метчики обеспечивают одинаковую шероховатость обеих сторон резьбы на всей длине отверстия (см. табл.).

Установленное влияние осевых сил позволяет предположить, что ширина незатылованной части пера метчиков типа Б, а также длина калибрующей части всех метчиков также сказывается на шероховатости поверхностей резьбы, поскольку эти параметры метчика изменяют степень влияния осевых сил на подрезание опорных сторон резьбы. Предположение в некоторой мере подтверждается изменением средних значений R_z .

Характер распределения шероховатостей по сторонам резьбы, нарезанной метчиками типа А и Б, разный, однако оба метчика обеспечивают одинаковый класс шероховатости, если его оценивать по наибольшим значениям R_z в отверстии. Лучше других оказались метчики комбинированной схемы резания, так как они обеспечили одинаковую на всей резьбовой поверхности и меньшую по сравнению с другими типами шероховатость поверхностей нарезанной резьбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. М а т в е е в В.В. Нарезание точных резьб. — М., 1978.

УДК 621.923–621.924

Г.В.ТИЛИГУЗОВ, Е.С.ЯЦУРА,
В.М.ШЕВЧЕНКО, Э.Ф.КАПАНЕЦ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО СУППОРТА ПРИ БЕСЦЕНТРОВОМ ШЛИФОВАНИИ

Особенность формообразования при бесцентровом шлифования, заключающаяся в отсутствии жесткой кинематической связи обрабатываемой детали с исполнительными органами станка, затрудняет применение традиционных систем и алгоритмов адаптивного управления, в которых предусматривается изменение режимов резания. Более целесообразно в данном случае использовать параметры геометрической наладки оборудования. Теоретический

анализ геометрических и кинематических соотношений рабочей зоны при бесцентровом шлифовании показал возможность использования в качестве регулирующего воздействия высоты расположения обрабатываемого изделия в зоне шлифования.

Геометрическая схема зоны резания при бесцентровом шлифовании приведена на рис. 1. Обрабатываемая деталь контактирует с ножом суппорта, шлифовальным и ведущим кругами, причем на протяжении всего рабочего цикла система СПИД находится в упруго деформированном состоянии. Перемещение опорного ножа с деталью в вертикальной плоскости приводит к изменению величины упругих деформаций, а следовательно — к изменению условий съема металла и соответствующему изменению диаметра изделия. Эта закономерность использована для управления процессом обработки при бесцентровом шлифовании. Расчетные соотношения, описывающие взаимосвязь между величиной упругих деформаций системы в радиальном направлении и высотой расположения детали над линией кругов, могут быть представлены зависимостью

$$\Delta y = \sqrt{\left(R_1 + \frac{d}{2}\right)^2 - h^2} + \sqrt{\left(R_2 + \frac{d}{2}\right)^2 - h^2} - \sqrt{\left(R_1 + \frac{d}{2}\right)^2 - (h + \Delta h)^2} - \sqrt{\left(R_2 + \frac{d}{2}\right)^2 - (h + \Delta h)^2}. \quad (1)$$

По зависимости (1) для различных диаметров d обрабатываемых изделий, а также используемых значений высоты расположения детали в зоне шлифования h рассчитаны величины приращений Δh , обеспечивающие изменение величины упругих деформаций системы СПИД в радиальном направлении на величину 0,001 мм. Как видно из представленной номограммы (рис. 2), между величиной изменения упругих деформаций системы и соответствующим приращением высоты расположения детали имеется существенное (5...50) передаточное отношение, что должно обеспечить высокую точность регулирующего воздействия при управлении процессом шлифования.

В конструкциях суппортов, применяемых на бесцентровошлифовальных станках, не предусмотрены перемещения опорного ножа в процессе шлифования, а управление точностью размеров деталей осуществляется за счет радиального перемещения бабок шлифовального или ведущего кругов.

Для экспериментальной проверки эффективности предлагаемого метода управления разработана (применительно к станку мод. 3М182) конструкция суппорта, в которой предусмотрено

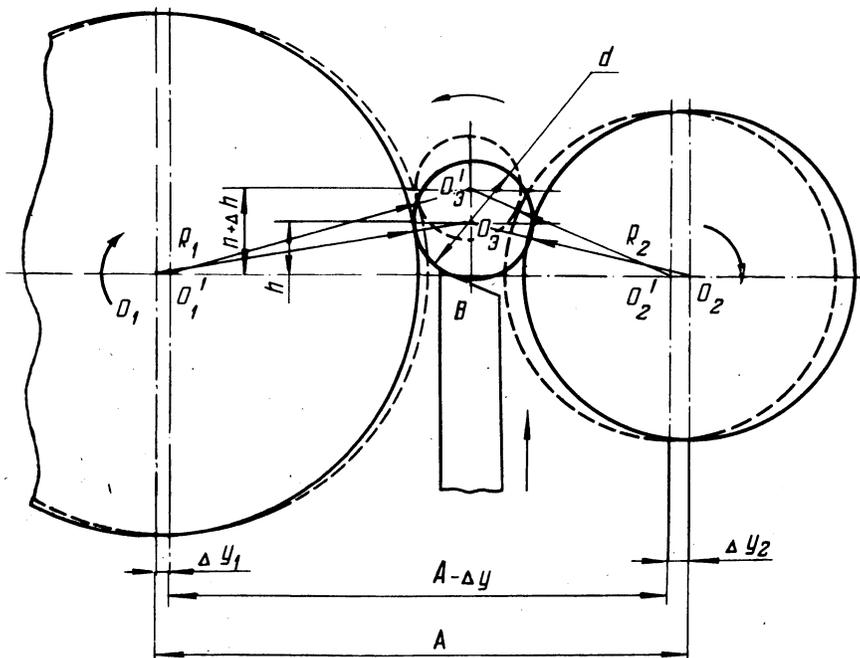


Рис. 1. Схема геометрических соотношений зоны шлифования.

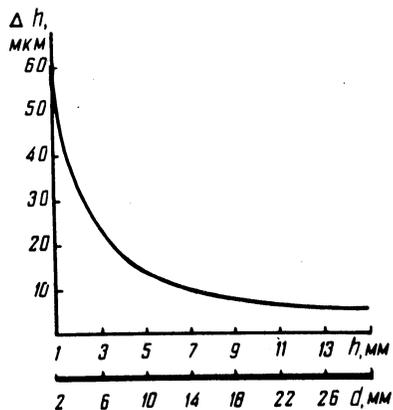


Рис. 2. Номограмма для выбора приращения высоты расположения ножа суппорта.

Т а б л и ц а 1.

Способ управления точностью деталей	Точность и стабильность подналадочных перемещений при			
	1			
	$\bar{\Delta l}(\bar{\Delta h})$	m	s	Δ
С помощью механизма подачи	1,43	0,43	0,87	5,24
С помощью регулируемого суппорта	10,09	0,09	0,74	4,44

автоматическое изменение высоты расположения изделия в зоне резания на отдельных этапах рабочего цикла шлифования.

Для оценки эффективности предлагаемого метода управления шлифовались врезанием с последующим выхаживанием по реле времени заготовки диаметром 10 мм и длиной 95 мм из-стали 45 (HRC 50...52), имеющие исходную некруглость и нецилиндричность 10...15 мкм и шероховатость поверхности 6...7 класса. Обработка каждой партии заготовок в количестве 40 штук велась при величине поперечной подачи 1,5 мм/мин, припуске 0,05 мм и продолжительности выхаживания 3 с.

Для сравнительной оценки подналадочные перемещения при управлении точностью размеров осуществлялись как с помощью существующего механизма подачи станка, так и с помощью регулируемого суппорта. Во время подналадок с помощью механизма подачи производились последовательные перемещения (30 раз) бабки шлифовального круга на величины Δl , равные 1 и 2 мкм, по лимбу с фиксацией фактических перемещений бабки шлифовального круга.

При управлении точностью размеров деталей с помощью регулируемого суппорта фиксировались последовательные вертикальные перемещения опорного ножа Δh на 10 и 20 мкм, соответствующие расчетному изменению диаметрального размера Δd соответственно на 1 и 2 мкм.

Фактические значения Δd определялись на основании измерений деталей, прошлифованных при различных способах подналадки. По фактическим значениям подналадочных перемещений рассчитывались оценки их средних значений и средних квадратических отклонений s .

При разделении размерных отклонений на систематическую и случайную составляющие использовался корреляционно-спектральный метод анализа погрешностей обработки [1]. В соответствии с выявленным характером систематического смещения от-

величине подналадки Δd , мкм				Параметры составляющих размерных погрешностей партии деталей, мкм		
2				\bar{a}	\bar{b}	$s_{\text{МГН}}$
$\bar{\Delta l} (\bar{\Delta h})$	m	s	Δ			
2,38	0,38	1,10	6,6	0,37	0,0966	0,548
19,7	0,3	0,8	4,8	-0,92	0,4366	0,307

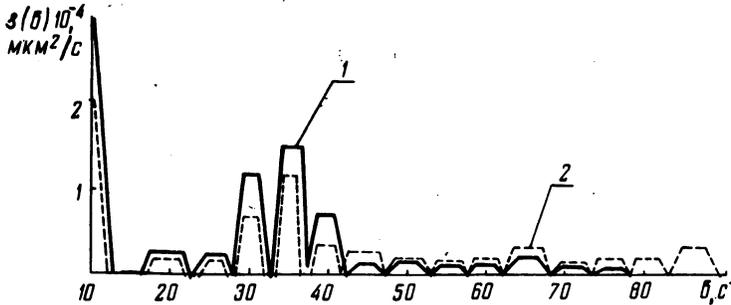
клонения деталей, шлифованных без подналадок на станке с различными конструкциями суппорта, задавались соответствующие алгоритмы проведения подналадок.

Для анализа закономерностей формообразования на этапе выхаживания производилась запись колебаний станочной системы в радиальном направлении с помощью виброизмерительной аппаратуры НВА-1:

Расчетные данные, полученные при сравнительной оценке эффективности различных способов управления точностью обработки, приведены в табл. 1. Как показывают результаты, точность подналадочных перемещений, осуществляемых с помощью регулируемого суппорта, при изменении диаметрального размера на Δd , равное 1 и 2 мкм, соответственно в 4 и 1,3 раза выше, чем точность подналадочных перемещений с помощью существующего механизма подачи. Стабильность же подналадочных перемещений с помощью регулируемого суппорта соответственно выше (в 1,2 и 1,4 раза). Стабильность размерных отклонений партии деталей, характеризуемая средним квадратическим отклонением мгновенного рассеивания погрешностей $s_{\text{МГН}}$, при управлении процессом шлифования за счет вертикального перемещения опорного ножа в 1,8 раза выше, чем при проведении подналадок с помощью механизма подачи. Это обусловлено тем, что при обработке на станке с регулируемым суппортом устраняется необходимость осуществления малых перемещений шлифовальной бабки, а следовательно, исключается нестабильность, свойственная им.

В традиционных структурах цикла врезного шлифования [2] этап выхаживания, как правило, неуправляем и протекает под действием упругих деформаций системы СПИД. В то же время для повышения качества и производительности обработки целесообразно осуществлять закономерное изменение величины упругих деформаций в конце рабочего цикла.

С этой целью в начальный момент выхаживания с помощью регулируемого суппорта обрабатываемой детали автоматически сообщалось равномерное вертикальное перемещение "на подъем". Величина суммарного вертикального перемещения составляла 30 мкм. В связи с тем что рабочая зона при бесцентровом шлифовании имеет V-образную форму, происходит уменьшение величины упругих деформаций системы СПИД в процессе всего этапа выхаживания на расчетную величину $\Delta y = 3$ мкм. При таком варианте выхаживания устраняется необходимость осуществления малых перемещений шлифовальной бабки, в результате чего повышается точность обработки.



Как видно из приведенной спектрограммы (рис. 3), спектры частот колебаний системы при различных вариантах выхаживания существенно отличаются друг от друга. При выхаживании с перемещением опорного ножа суппорта наблюдается смещение спектра колебаний в более высокочастотную область. Проявляются колебания в диапазоне частот 40...80 Гц, а амплитуды колебаний на доминирующих частотах (30 и 35 Гц) снижаются.

Аналогичные изменения наблюдаются и в характере некруглости обрабатываемых деталей. Величины овальности и огранки снижаются, и на деталях образуется некруглость сложного спектра с пониженной амплитудой.

Анализ круглограмм и результаты замеров деталей показали, что реализация предлагаемого варианта выхаживания обеспечивает снижение некруглости форм до полутора раз, по сравнению с циклом обработки, осуществляемым при неизменной высоте расположений детали над линией центров шлифовального и ведущего кругов.

Повышение точности формы деталей в поперечном сечении при обработке с изменением высоты расположения детали в про-

цессе выхаживания объясняется возрастанием скорости процесса исправления исходной гранности за счет сдвига фазового угла колебаний между максимумами натяга системы и гранности обрабатываемой поверхности.

Итак, точность и стабильность подналадочных перемещений за счет вертикального перемещения опорного ножа на величину 1 мкм соответственно в 4 и 1,2 раза выше, чем точность и стабильность подналадочных перемещений шлифовальной бабки с помощью механизма подач;

выявлена возможность повышения до 1,8 раза стабильности размерных отклонений партии деталей за счет обеспечения более точных и стабильных подналадок с помощью регулируемого суппорта;

управление процессом обработки на этапе выхаживания обеспечивает снижение до 1,5 раза некруглости формы деталей в поперечном сечении.

Предлагаемый способ управления процессом обработки может быть рекомендован для перспективных моделей бесцентрошлифовальных станков с целью осуществления тонких подналадок в пределах одного микрометра, а также при создании систем адаптивного управления на этих станках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Невельсон М.С. Автоматическое управление точностью обработки. — Л., 1973.
2. Ящерицын П.И., Попов С.А., Наерман М.С. Прогрессивная технология финишной обработки деталей. — Мн., 1978.

УДК 621.9:681.3.06

И.А. БАСС, Н.И. ЖИГАЛКО,
П.Л. РОЗЕНТАЛЬ

КОМПЛЕКСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФАСОННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧЕРТЕЖНО-ГРАФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Совершенствование вычислительной техники и создание на основе этого автоматизированных рабочих мест проектировщика (АРМ) позволяют качественно изменить систему взаимодействия человека и ЭВМ в процессе решения задачи. В наибольшей степени этому способствует наличие в АРМ таких технических средств как дисплей и чертежно-графический автомат (ЧГА). В зависимости от вида и сложности задачи, степени ее формализации могут использоваться не все, а только часть технических средств АРМ.