

УДК 621.8

Анализ погрешностей обработки сборным абразивным кругом с радиально-подвижными абразивными сегментами

Яшков В.А., Силин Л.В.

В статье рассмотрены вопросы формирования геометрии поверхности внутренних отверстий при шлифовании сборным абразивным инструментом с радиально подвижными сегментами.

Ключевые слова: машиностроение, шлифование, шероховатость, волнистость.

В современном машиностроении одной из актуальных проблем является высокопроизводительная абразивная обработка отверстий деталей машин (например, колец подшипников), к которым предъявляются высокие требования по шероховатости, волнистости и точности формы.

Обработка отверстий существующими абразивными инструментами сопряжена с рядом трудностей, обусловленных, прежде всего, сложностью подвода смазочно-охлаждающей технологической жидкости (СОТЖ) в зону резания через узкую щель между кругом и заготовкой в условиях действия мощных аэродинамических потоков, создаваемых вращающимся инструментом. Это приводит к снижению производительности обработки из-за опасности образования тепловых дефектов в поверхностных слоях шлифованных деталей.

Были рассмотрены как классические виды шлифования (со сплошной режущей поверхностью, с прерывистой режущей поверхностью) так и современный метод шлифования сборным абразивным кругом с радиально-подвижными абразивными сегментами, размещенными соосно обрабатываемой заготовке в емкости, образованной заготовкой и торцовыми крышками. Устранить многие недостатки позволяет использование сборного абразивного круга

Геометрическая погрешность при обработке этим инструментом в поперечном сечении обрабатываемой поверхности, обусловлена

элементами режима резания и параметрами круга [6]. Рассмотрим влияние режимов шлифования и параметров инструмента с радиально-подвижными абразивными сегментами на геометрию обработанной поверхности.

Кинематическая составляющая геометрической погрешности обрабатываемой поверхности возрастает при увеличении продольной подачи (рис.1, а), угловой скорости круга ω_k и уменьшается с увеличением угловой скорости заготовки ω_3 (рис. 1, б). При противоположном направлении векторов ω_k и ω_3 увеличение отношения ω_3/ω_k приводит к уменьшению геометрической погрешности, а при одинаковом направлении векторов ω_k и ω_3 – к значительному росту погрешности (рис. 2,а и 2,б).

Для снижения шероховатости, волнистости и погрешности геометрической формы в продольном и поперечном сечении обработку следует проводить при максимальной угловой скорости заготовки, уменьшать продольную подачу, скорость вращения круга, увеличивать отношение ω_3/ω_k , а процесс шлифования проводить при противоположном направлении векторов ω_k и ω_3 .

Суммарная геометрическая погрешность, формируемая в процессе обработки, состоит из кинематической Δ_k и динамической Δ_d составляющих, т.е.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_k^2 + \Delta_d^2}.$$

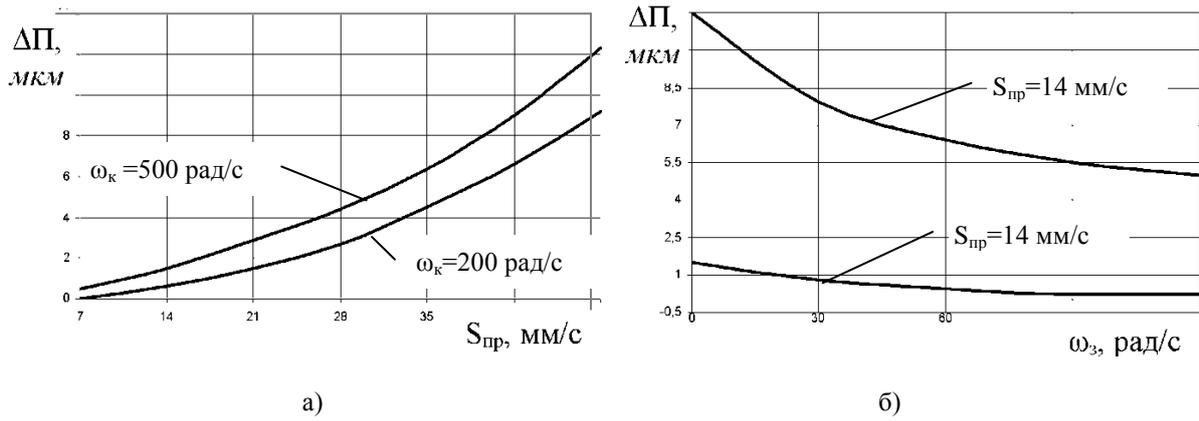


Рис. 1. Влияние продольной подачи (а) и угловой скорости вращения заготовки (б) на погрешность в поперечном сечении обрабатываемой поверхности ($\Delta П$)

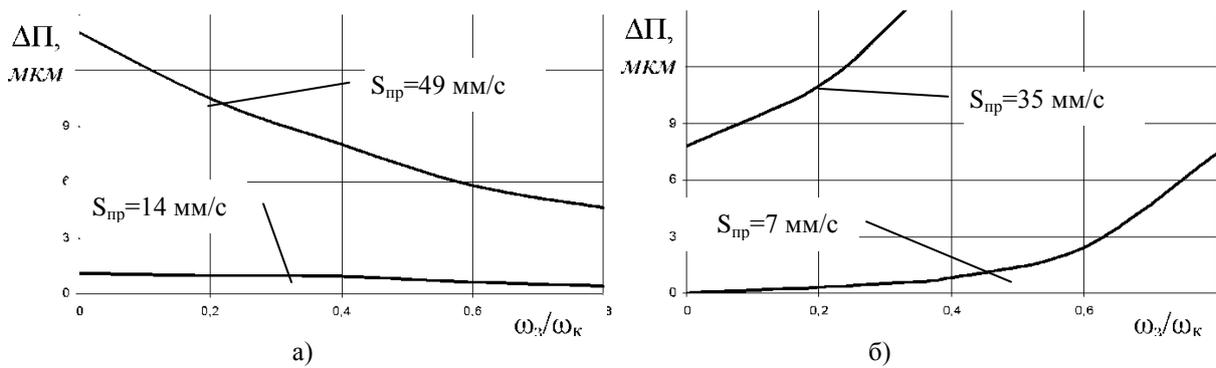


Рис. 2. Влияние отношения угловых скоростей заготовки ω_3 и круга ω_k на погрешность при противоположном (а) и одинаковом (б) направлении векторов ω_k и ω_3 .

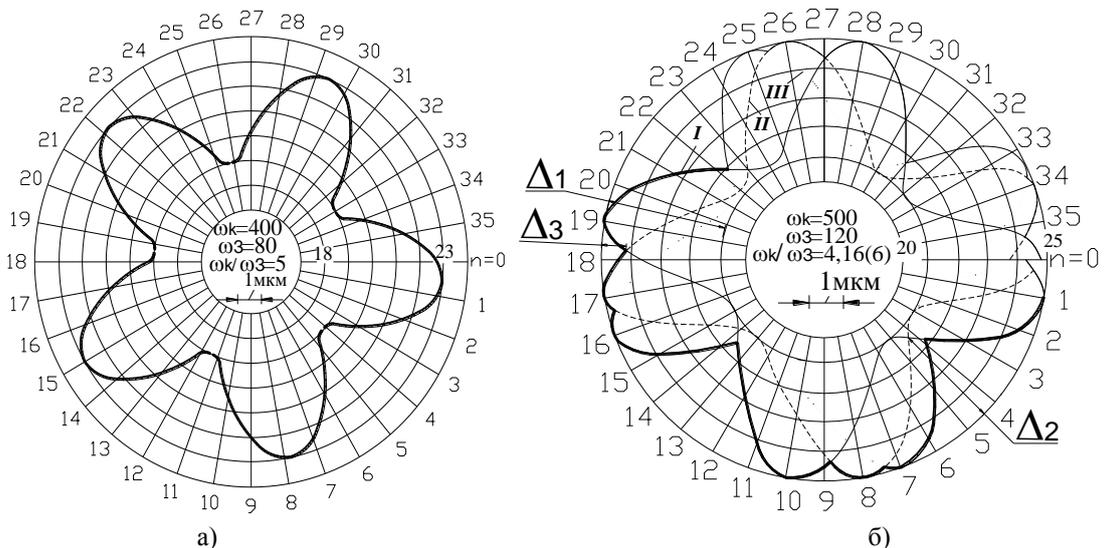


Рис. 3. Формирование геометрии поверхностей, шлифуемых кругом с радиально-подвижными сегментами при ω_k/ω_3 : а) – 5; б) – 4,16

Проанализируем динамическую составляющую погрешности, начиная с первого и кончая последним оборотом заготовки в зоне обработки (рис. 3).

Формирование динамической погрешности Δ_d носит частотный характер и зависит от отношения ω_k / ω_3 . Для уменьшения Δ_d следует назначать режимы шлифования с отношением ω_k / ω_3 , приближающихся к целому числу.

В процессе экспериментальной проверки геометрических характеристик поверхностей нашло полное подтверждение значительное уменьшение неровностей поверхности при увеличении угловой скорости заготовки, отношения угловой скорости круга к угловой скорости заготовки, числа сегментов в инструменте и др.

Чистовое шлифование кругом, генерирующим многочисленные клинья СОЖ при $\omega_k = 150$ рад/с; $\omega_3 = 94,2$ рад/с, $S_{np} = 14$ мм/с; $m = 0,07$ кг; $\rho = 0,04$ м; $l_n = 4$ мм; $L_3 = 20$ мм; $B = 24$ мм; расходе СОЖ, равном $3 \cdot 10^{-4}$ м³/с, характеристике абразивного материала сегментов 25A25ПСМ27K5, с последующим выхаживанием в течение 5...7 секунд при $\omega_k = 60$ рад/с; $\omega_3 = 94,2$ рад/с, $S_{np} = 0,4$ мм/с; обеспечивает получение шероховатости $R_a = 0,14...0,16$ мкм (при более длительном выхаживании до 0,05...0,07 мкм), средней высоты волнистости по 10 точкам в поперечном сечении отверстий - $W_z = 0,1...0,3$ мкм, погрешности формы поперечного сечения отверстий $\Delta = 2,5...2,9$ мкм, которые недостижимы при такой же характеристике абразивного материала после шлифования сплошным, прерывистым цельнопресованным либо сборным кругом с жестким креплением сегментов к корпусу инструмента.

Полученные результаты по геометрическим показателям качества деталей объясняются не только увеличением в 18...20 раз числа зерен, одновременно участвующих в процессе снятия припуска, но и многократным увеличением времени резания каждым зерном

в течение одного оборота инструмента относительно заготовки.

Высокие результаты по показателям качества, характеризующим физико-механическое состояние поверхностного слоя, объясняются тем, что при одинаковой интенсивности съема металла кругами трех упомянутых конструкций, усредненная температура Θ_y поверхности, шлифуемой кругом, генерирующим гидродинамические кольцевые потоки и клинья СОЖ, в 1,2...1,6 раза меньше, чем при шлифовании по 2 схеме, и в 2,0...3,7 раза меньше, чем при шлифовании по 1 схеме. Вместе с этим аналогичные эксперименты, проведенные без использования смазочно – охлаждающей жидкости (при сухом шлифовании), показали обратную картину: усредненная температура поверхности Θ_y в течение 15 секунд шлифования кругом с многоточечным контактом с заготовкой достигает 300 – 310°С, в то время как при шлифовании одноточечным сплошным кругом – 190°С, а одноточечным сборным кругом с жестко закрепленными абразивными сегментами – 145...150°С. Эти результаты свидетельствуют о невозможности использования многоточечной схемы шлифования без генерирования гидродинамических кольцевых потоков и клиньев СОЖ.

Литература

1. Яшков В.А., Силин Л.В., Албагачиев А.Ю. Разработка математической модели процесса теплообмена при внутреннем шлифовании сборным абразивным кругом // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 182-184.
2. Силин Л.В., Яшков В.А. Технологическое сокращение продолжительности приработки // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2010. № 7. С. 143-146.
3. Блурцян Д.Р. Сборный абразивный инструмент для интенсивного внутреннего шлифования. // СТИН. 2006. № 10. С.19 - 21.

4. Блуриян Д.Р., Гусев В.Г. Интенсификация внутреннего шлифования повышением давления СОЖ в зоне обработки // Сб. науч. тр. Верхнее-Волжского отделения академии инженерных наук РФ. – Владимир, 2001. – с. 38 – 44.

5. Блуриян Д.Р., Трифонова Ю.В., Блуриян И.Р. Оптимизация параметров шероховатости поверхности при внутреннем шлифовании //

Материалы 35й НТК. Науч. труды Муромских ученых.– Муром: МИ ВлГУ, 2001.– с.45-46.

6. Блуриян Д.Р., Трифонова Ю.В. Исследование шероховатости поверхности при внутреннем шлифовании // Материалы 36-й НТК. Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - Муром: МИ ВлГУ, 2002. – Вып.1. - с.65-67.

Статья поступила в редакцию 11 октября 2011 г.

In article questions of formation of geometry of a surface of internal bores are considered at grind by the modular abrasive tool with radially mobile segments.

Keywords: Mechanical engineering, grind, roughness, sinuosity.

Яшков Валентин Александрович – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Силин Леонид Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Станки и инструмент» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»