

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОТКЛОНЕНИЯ ОТ КРУГЛОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОРБИТАЛЬНОМ ВЫГЛАЖИВАНИИ

Зайдес С.А., Фам Ван Ань

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г.Иркутск*

Ключевые слова: отклонение от круглости, упрочняющая обработка, орбитальное выглаживание, угол наклона рабочего инструмента, радиус орбитального вращения.

Аннотация. В работе определено влияние параметров рабочего инструмента на отклонение от круглости упрочненных цилиндрических поверхностей при орбитальном выглаживании. Экспериментальными исследованиями установлено, что после орбитального выглаживания отклонение от круглости снижается в 2-3 раза, что оказывает положительное влияние на повышение точности формы упрочненных деталей. С увеличением угла наклона рабочего инструмента и радиуса орбитального вращения отклонения от круглости повышаются, но степень этого повышения разная.

THE INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE WORKING TOOL ON DEVIATIONS FROM THE CIRCULARITY OF CYLINDRICAL PARTS DURING ORBITAL IRONING

Zaides S.A., Pham Van Anh

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk

Keywords: deviation from roundness, hardening treatment, orbital burnishing, angle of inclination of the working tool, radius of orbital rotation.

Abstract. In this work, the influence of the parameters of the working tool on the deviation from the roundness of the hardened cylindrical surfaces during orbital burnishing is determined. Experimental studies have established that after orbital burnishing, the deviation from roundness is reduced by 2-3 times, which has a positive effect on improving the shape accuracy of hardened parts. With an increase in the angle of inclination of the working tool and the radius of orbital rotation, deviations from roundness increase, but the degree of this increase is different.

Важной характеристикой цилиндрических деталей является отклонение от круглости в поперечном сечении; частной формой такого отклонения является овальность и огранка [1,2]. Геометрическое несовершенство в виде отклонения от круглости оказывает существенное влияние на качество машиностроительных изделий.

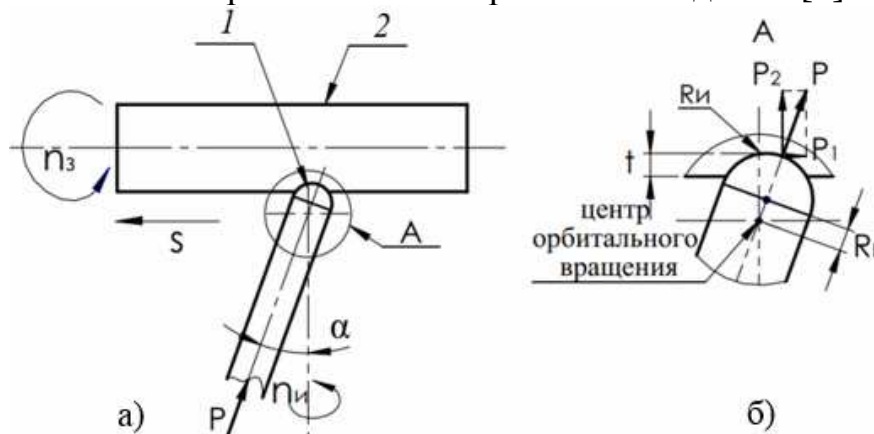
Для повышения качества поверхностного слоя деталей машин на практике достаточно широко применяют отделочно-упрочняющие методы, основанные на поверхностном пластическом деформировании (ППД), которые оказывают непосредственное влияние и на характеристики точности деталей [3-6]. Поэтому при выборе технологического процесса ППД или разработке нового способа упрочнения необходимо иметь информацию об отклонении от круглости деталей при окончательной механической обработке.

В Иркутском национальном исследовательском техническом университете разработан новый способ ППД, основанный на орбитальном движении рабочего инструмента. Эффективность нового процесса доказана в работе [7] при нагружении плоской поверхности деформирующим инструментом с орбитальным движением.

Предлагаемая технология отделочно-упрочняющей обработки орбитальным выглаживанием является новым процессом поверхностного пластического деформирования, поэтому в настоящее время отсутствует информация о влиянии параметров деформирования на геометрические изменения, которая имеет важное значение для внедрения этого вида обработки в технологию изготовления деталей машин.

Целью работы является исследование влияния параметров рабочего инструмента на отклонение от круглости упрочненных цилиндрических поверхностей при орбитальном выглаживании.

Методика выполнения экспериментов. На рисунке 1 представлена схема процесса орбитального выглаживания цилиндрических поверхностей, которое осуществляется за счет вращения деформирующего инструмента относительно оси, перпендикулярной оси заготовки. При этом траектория вращения осевой линии деформирующего инструмента образует в пространстве коническую поверхность с углом при вершине 2α . В качестве деформирующего инструмента используют индентор, имеющий стержневую форму со сферическим наконечником с радиусом (R_u). Деформирующий инструмент (рабочий инструмент) прижимается к вращающейся обрабатываемой заготовке и перемещается в осевом направлении по направлению подачи s [8].

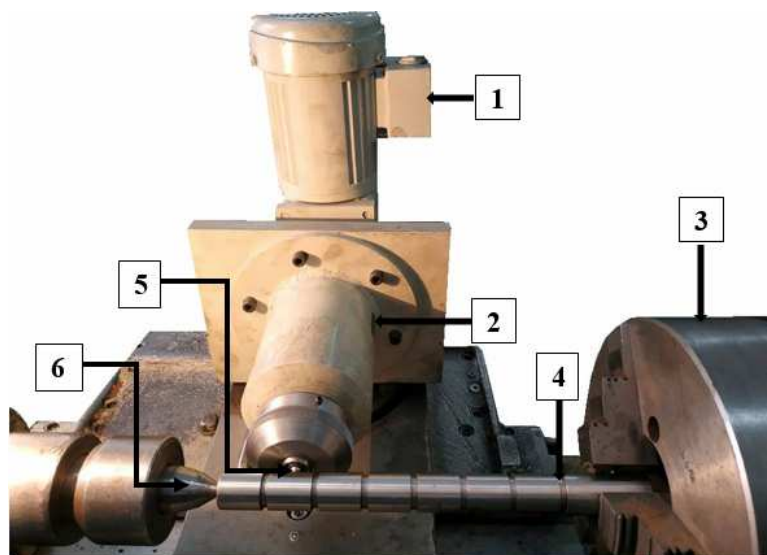


1 – рабочий инструмент; 2 – обрабатываемая заготовка

Рис. 1. Схема процесса орбитального выглаживания (а) и вид рабочей зоны инструмента (б)

Для экспериментального определения влияния основных параметров орбитального выглаживания на отклонение от круглости упрочненных поверхностей изготовили цилиндрические образцы из стали 45 диаметром 26мм. Образцы были разделены канавками на 6 участков, каждый из которых упрочнен с использованием разных параметров рабочего инструмента и режимов упрочнения.

Экспериментальные исследования проведены на токарном станке 1К62 с помощью устройства для создания орбитального движения рабочему инструменту (рис. 2). В качестве технологической смазки использовано масло И-40А.



1 – мотор-редуктор; 2 – корпус для закрепления деформирующего инструмента;
3 – трехкулачковый патрон; 4 – обрабатываемая заготовка; 5 – деформирующий инструмент;
6 – задний центр

Рис. 2. Устройство для орбитального выравнивания цилиндрических деталей

В качестве базовых параметров рабочего инструмента и режимов упрочнения приняты: $\alpha = 5^\circ$, $n_z = 100$ об/мин; $R_u = 4$ мм; $R_L = 1$ мм, $n_u = 60$ об/мин; $t = 0,075$ мм; $s = 0,11$ мм/об. (обозначение см. на рис. 1)

Измерение отклонения от круглости поперечного сечения образцов проводили электроконтактным способом с помощью портальной координатно-измерительной машины (КИМ) Carl Zeiss Contura G2 Aktiv. Для цилиндрических образцов оптимальной траекторией движения измерительной головки является окружность. Измерение с точностью 1 мкм было выполнено в 375 точках по каждому поперечному сечению.

Результаты экспериментальных исследований. Результаты измерения представлены в виде профилограмм поперечных сечений и значений отклонения от круглости. На рисунке 3 показаны профилограммы поперечного сечения цилиндра до и после обработки орбитальным выравниванием. Даже визуально можно наблюдать улучшение круглости детали после упрочнения.

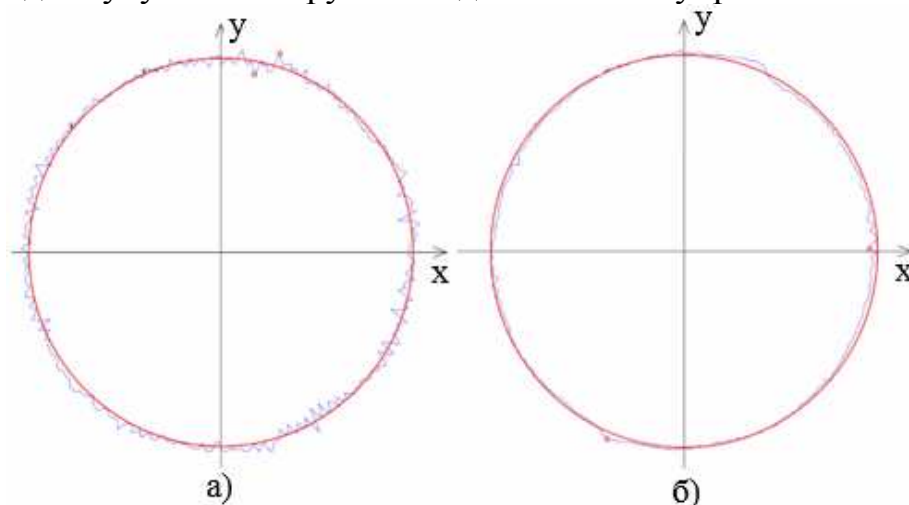


Рис. 3. Профилограммы поперечных сечений: а – до упрочнения; б – после орбитального выравнивания

Результаты экспериментального исследования показывают, что после орбитального выглаживания отклонение от круглости снижается, что свидетельствует о повышении точности формы упрочненных деталей. На рисунке 3 исходное отклонение от круглости партии деталей составило 18,2 мкм, а наибольшее отклонение от круглости после орбитального выглаживания – 7,7 мкм.

При упрочнении цилиндрических деталей орбитальным выглаживанием, основными параметрами рабочего инструмента, влияющими на отклонение от круглости поверхностного слоя, являются угол наклона рабочего инструмента и радиус орбитального вращения.

Влияние угла наклона рабочего инструмента (α). На рисунке 4 представлено влияние угла наклона рабочего инструмента на отклонение от круглости поверхностного слоя.

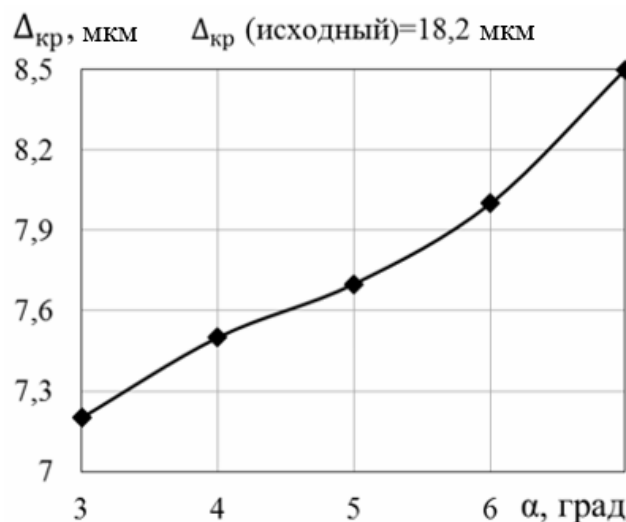


Рис. 4. Влияние угла наклона рабочего инструмента на отклонение от круглости

Как видно из рисунка 4, с увеличением угла наклона рабочего инструмента отклонение от круглости повышается. В нашем случае, при увеличении угла α от 3 до 7 градусов отклонение от круглости повышается на 15%.

Влияние радиуса орбитального вращения (R_L). На рисунке 5 представлено влияние радиуса орбитального вращения на отклонение от круглости поверхностного слоя.

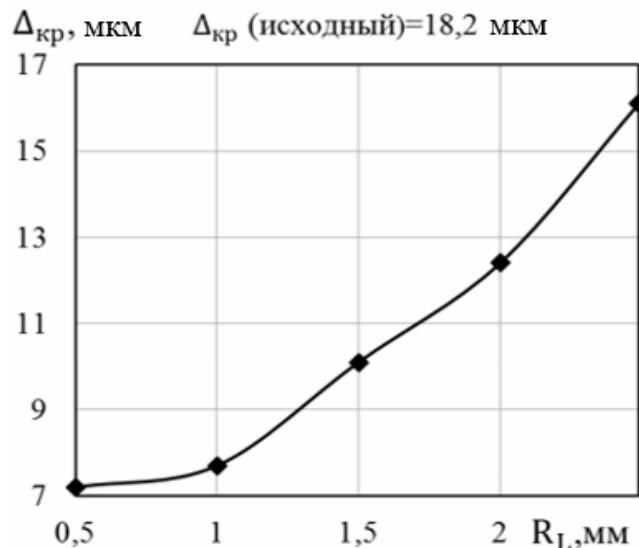


Рис. 5. Влияние радиуса орбитального вращения (R_L) на отклонение от круглости

Полученные результаты показывают, что увеличение радиуса орбитального вращения приводит к возрастанию значения отклонения от круглости. При увеличении радиуса орбитального вращения от 0,5 до 2,5 мм, $\Delta_{кр}$ повышается на 25%.

Заключение

Результаты экспериментального исследования показывают, что после орбитального выглаживания отклонение от круглости снижается в 2-3 раза, что свидетельствует о повышении точности формы упрочненных деталей. Сделано предположение, что основной причиной, влияющей на отклонение от круглости, является упруго-пластическая волна, которая формируется при внедрении рабочего инструмента в обрабатываемый материал. С увеличением угла наклона рабочего инструмента и радиуса орбитального вращения отклонение от круглости повышается, что приводит к снижению точности формы упрочненных деталей.

Список литературы

1. Дунин-Барковский И.В., Карташова А.Н. Измерение и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности. – М. Машиностроение, 1978. – 232 с.
2. Демкин Н.Б., Рыжов Э.В. Качество поверхности и контакт деталей машин. – М.: Машиностроение, 1981. – 244 с.
3. Лебедев В.А. Эффективные технологии поверхностного пластического деформирования и комбинированной обработки / под ред. А.В. Киричек. – М.: Изд. дом «Спектр», 2014. – 403с.
4. Зайдес С.А. Новые способы поверхностного пластического деформирования при изготовлении деталей машин // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2018. – Т. 16, № 3. – С. 129-139.
5. Зайдес С.А., Нго Као Кыонг. Поверхностное деформирование в стесненных условиях: монография. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 236 с.
6. Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник: в 2-х томах. Т. 1 / под общ. ред. А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2014. – 480 с.
7. Зайдес С.А., Бобровский И.Н., Фам Ван Ань. Влияние кинематики локального деформирования на напряженное состояние поверхностного слоя // Научные технологии в машиностроении. – 2019. – №5 (95). – С. 32-38.
8. Патент № 2705043 РФ. Устройство для поверхностного пластического деформирования / Зайдес С.А., Фам Ван Ань. – Оpubл. 01.11.2019, Бюл. № 31.

Сведения об авторах:

Зайдес Семен Азикович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой машиностроительных технологий и материалов, ИРНИТУ, г.Иркутск;

Фам Ван Ань – аспирант, ИРНИТУ, г.Иркутск;