

В. В. Кальченко, канд. техн. наук, Чернигов, Украина.

ИЗНОС И КОНТРОЛЬ ПРОФИЛЕЙ КРУГОВ ПРИ ДВУСТОРОННЕМ ШЛИФОВАНИИ ТОРЦОВ

The technique of determining the oriented grinding wheel periphery as well as face wear when grinding the phase and cylinder surfaces is proposed. An original mechanism of controlling and recording the wheel profile on the tool grinding, wheel and cross-cut machines has been developed.

Одновременное шлифование торцов поршневых пальцев, цилиндрических роликов, винтовых пружин сжатия, колец подшипников, опорных поверхностей некруглых твердосплавных пластин и других цилиндрических деталей осуществляют на двусторонних торцешлифовальных станках [1]. На них профилирование торца круга осуществляют алмазным карандашом в плоскости, перпендикулярной к оси его вращения. Шлифование осуществляют ориентированными кругами, поэтому их торцовые плоскости неперпендикулярны к осям обрабатываемых деталей и формообразование торцов осуществляется при выходе из зоны обработки переходной кромкой между периферией круга и его торцом, где скалярное произведение

$$\bar{V} \cdot \bar{n}_0 = 0, \quad (1)$$

где \bar{V} - вектор скорости относительно движения инструмента и детали; \bar{n}_0 - единичный вектор нормали к поверхности инструмента.

В тоже время, эта переходная кромка получает ударную нагрузку при входе детали в зону обработки, поэтому формообразующий участок не имеет фиксированного

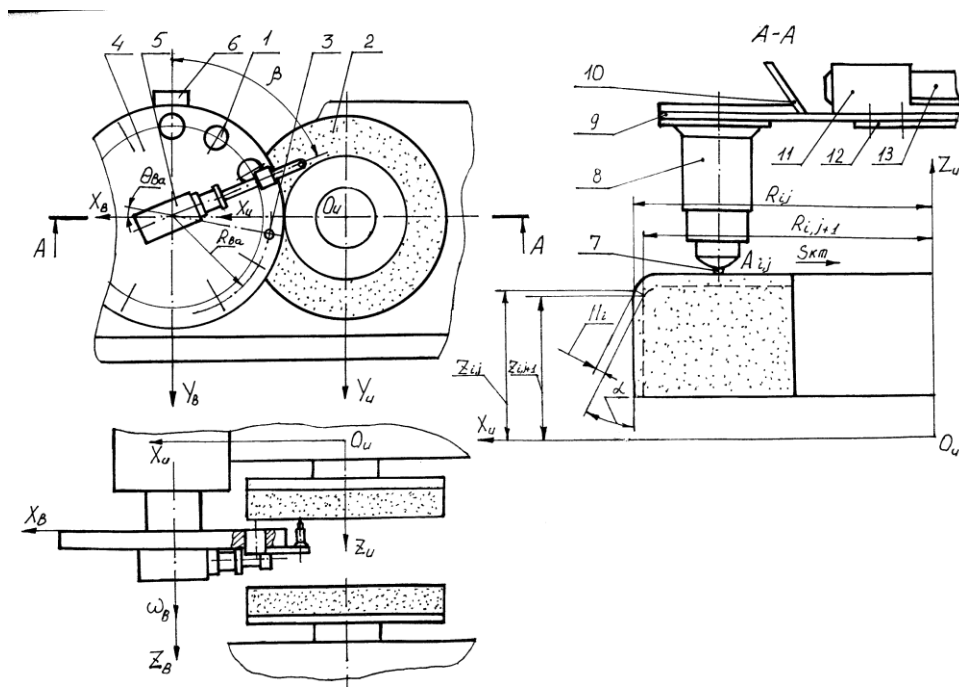


Рис. 1 Схема правки и измерения профилей кругов ующей его торцовой поверхности, что снижает точность обработки.

Для повышения точности формообразования торцов цилиндрических деталей 1 (рис. 1) разработан новый способ двустороннего глубинного шлифования [2], который требует специального профилирования ориентированных абразивных кругов 2. Два алмазных карандаша 3 настраивают на размер H , который равен длине обрабатываемой детали 1. Они соосно крепятся на барабане 4, который осуществляет круговую подачу при правке со скоростью w_b , на расстоянии R_{ba} от оси его вращения.

При шлифовании торцов цилиндрических деталей, которые вращаются в процессе формообразования (поршневые пальцы, цилиндрические пружины сжатия и втулки) с целью повышения точности

$$R_{ba} = R_b + r_{qu}, \quad (2)$$

где R_b - радиус, который совпадает с осью O_q детали (рис. 1); r_{qu} - средний радиус пружины, втулки.

При шлифовании торцов деталей, которые не вращаются при обработке, например крестовины карданных валов, $R_{ba} = R_b$. Регулирование радиуса R_{ba} осуществляется за счет поворота втулок относительно оси O_q (рис. 1, Б-Б), в которых алмазные карандаши 3 расположены на расстоянии эксцентриситета C .

Торцовые поверхности шлифовальных кругов представляют собой следы движения алмазов 3 в системе координат кругов 2. Радиус-вектор \bar{r}_{ua} точек траектории алмаза в системе круга равен:

$$\bar{r}_{ua} = A_{ua} \cdot \bar{r}_a, \quad (3)$$

где \bar{r}_a - радиус-вектор точечного инструмента, который представляет собой радиус-вектор начала координат $e_4(0,0,0,1)^T$, и совмещённый с вершиной алмазного карандаша; A_{ua} - матрица перехода из системы координат алмаза в систему координат круга, которая определяется формообразующим кодом торцешлифовального станка [1].

Так как при правке вершины алмазов 3 перемещаются в плоскостях, перпендикулярных осям обрабатываемых деталей 1, на поверхностях кругов получим линии на радиусе R_{ba} , которые параллельны торцам деталей. Это повышает точность формообразования, так как на них произведение $\bar{V} \cdot \bar{n}_o = 0$.

Профилирование алмазными карандашами обеспечивает начальные необходимые профили кругов и восстанавливает их после износа в процессе шлифования. Допустимый износ профилей кругов определяется требуемой точностью и качеством обрабатываемых деталей.

Для контроля линейного износа I_i (рис. 1, Б-Б) шлифовальных кругов 2 при обработке на двустороннем торцешлифовальном станке модели 3342 смонтированы два датчика 5 (рис. 1) перемещения, которые при помощи двух наконечников 7 (рис. 1, В), позволяют проводить замеры и запись профилей одновременно двух шлифовальных кругов 2 без демонтажа загрузочного барабана 4. Это повышает точность и производительность измерения, в сравнении с 4, где каждый из профилей двух кругов измеряется последовательно с переналадкой и настройкой на размер R_{ba} .

В предлагаемом устройстве два наконечника 7 (рис. 1, В), при измерении профилей кругов, перемещаются по траектории R_{ba} двух алмазных карандашей 3 (рис. 1) при правке.

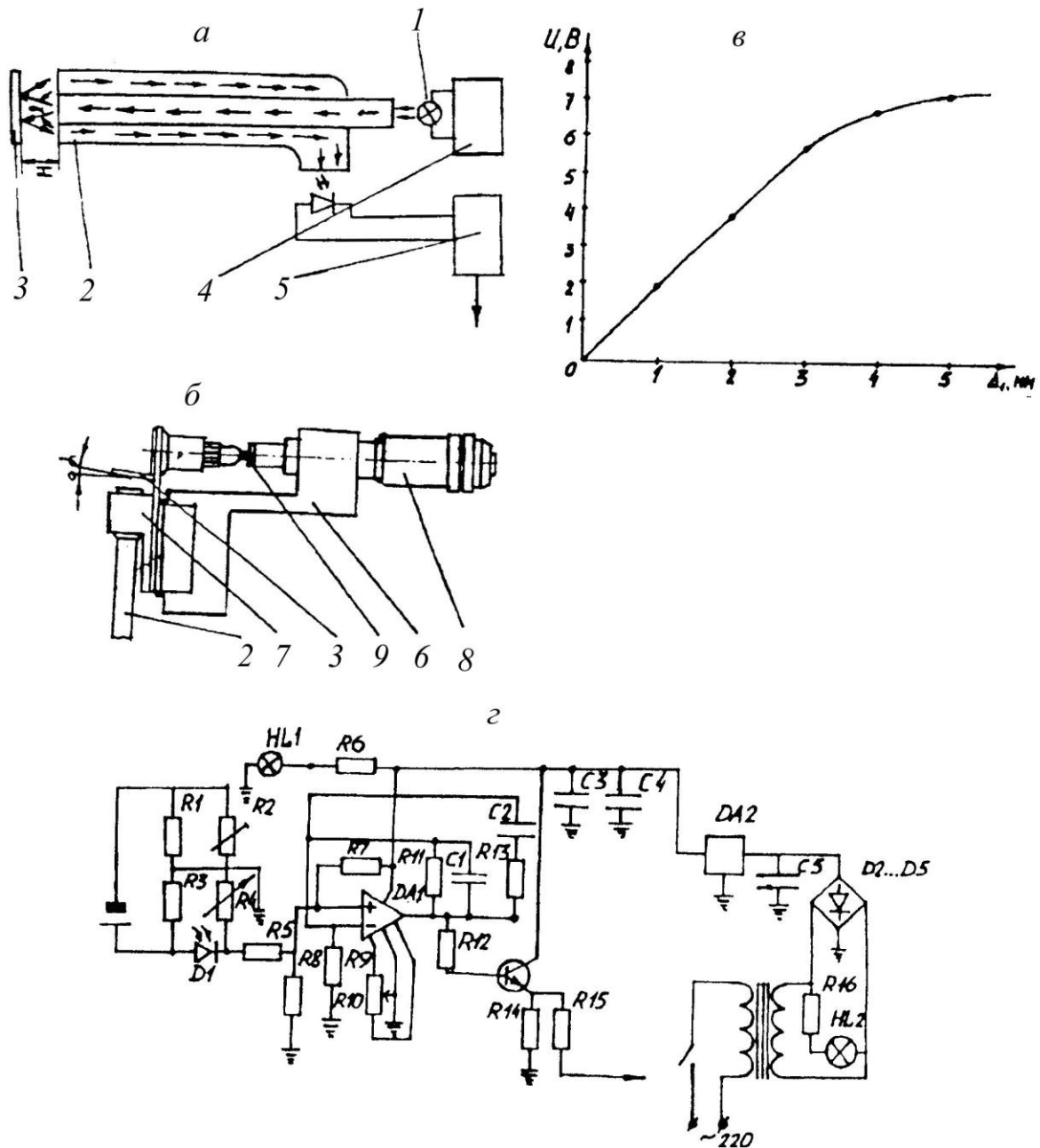


Рис. 2 Схема работы и наладка оптоволоконного датчика расстояния

В основе конструкции лежит принцип фотоэлектрического датчика расстояния с использованием оптоволоконного кабеля. Принцип работы этого датчика показан на рис. 2, а. Свет, который излучает лампа 1, проходит сквозь центральную часть оптоволоконного кабеля 2. На выходе из него пучок света представляет собой конус, который расходится под углом λ , и отражаясь от зеркала 3, возвращается во внешнюю (которая расположена коаксиально к первой) часть кабеля и далее на фотодиод соответствующего спектра, подключённому к измерительному усилителю 5, который преобразовывает фототок в электрический сигнал для контроля и записи расстояния H_1 от головки кабеля 2 до зеркала 3. Лампа 1 получает питание от стабильного источника постоянного тока 4. Электрическая принципиальная схема измерительного усилителя дана на рис. 2.г. Измерительный мост состоит из настраиваемых резисторов R_1 и R_3 , и подобранных по сопротивлению R_2 и R_4 , которые используются для

балансировки моста и фотодиода D_1 . Сигнал разбалансировки моста при перемещении зеркала 3 через резистор R_5 подаётся на усилитель постоянного тока, который выполнен на операционном усилителе $ДА_1$ со стандартными цепями коррекции амплитудно-частотной характеристики. Из-за непостоянства отражательной характеристики абразивных кругов 2 (рис. 1) для контроля их профилей разработано специальное устройство, которое изображено на рис. 1, В и рис. 1. А-А. Оно состоит из двух твёрдосплавных наконечников 7, штанг 8, упругих пластин 9, зеркал 10, кронштейнов 11, крепления оптических кабелей 13, оснований 12. Головки кабелей 13 закреплены в кронштейнах 11 винтовыми зажимами. Для тарирования датчика (рис. 2. а) разработано приспособление, которое изображено на рис. 2. б. Оно состоит из основания 6, к которому крепится кронштейн 7 и зеркало 3. Перемещение осуществляется с помощью микрометрического винта 8. Тарировочный график датчика представлен на рис. 2, в, из которого видно, что он имеет линейную характеристику в диапазоне от 0 до 3 мм. Расширение линейной характеристики получаем за счёт угловой (φ) ориентации зеркала 3 (рис. 2, б) специального устройства с твёрдосплавным наконечником 9.

Датчики были использованы для измерения и записи профилей торцов абразивных кругов двустороннего торцешлифовального станка модели 3342. Схема наладки для этого измерения представлена на рис. 1 и рис. 1. В. Датчики 5 крепятся на загрузочном диске 4. Положение датчика 5 относительно исследуемого круга (угол γ), контролируется угловым датчиком положения 6.

Экспериментальное исследование износа профилей кругов осуществлялось на станке модели 3342 (рис. 1). На рис. 3 профилограмма 1 указывает измеренный профиль круга после его комбинированной правки, которая обеспечивает получение заборного конуса K на периферийном участке для снятия больших припусков ($\delta \leq 3$ мм) торцом круга. Профилограмма 2 получена после шлифования торцов 450 пружин демпфера диска сцепления муфт автомобиля ГАЗ-53 М. Припуск на сторону $\delta = 1.5$ мм. I_i - линейный износ для R_i -того радиуса профиля круга. Анализ профилограмм 1 и 2 (рис. 3) показывает, что самый маленький износ $I_i = 0.1 \dots 0.12$ мм находится на калибрующем участке круга ($\theta_{ba} = 87 \dots 96^\circ$, рис. 1 и 3), который расположен в зоне его минимального радиуса ($R_i = 153 \dots 175$ мм). Самый большой износ $I_i = 0.4 \dots 0.5$ мм, на периферийном участке круга для черновой обработки ($R_i = 170 \dots 225$ мм). Экспериментальные исследования показали, что после шлифования 450 пружин с момента правки круга (рис. 3) калибрующий участок уменьшился и остался в зоне минимального радиуса R_i круга.

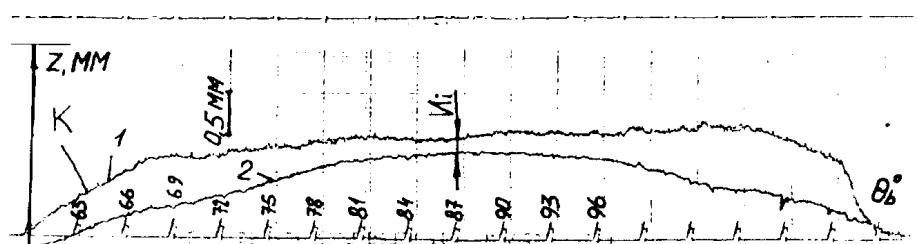


Рис. 3 Профилограмма профиля круга

($\theta_{ba} = 87 \dots 96^\circ$), длина которого является недостаточной для формообразования торца пружины.

Длина калибрующего участка круга должна быть такой, чтобы торец пружины на нём осуществлял не менее одного оборота в процессе формообразования, что определяет период правки.

Разработанное устройство (рис. 1) даёт возможность измерения линейного износа I_i профиля шлифовальных кругов. Радиус-вектор $\bar{r}_{i,j+1}$ произвольной точки $A_{i,j+1}$ профиля круга с учётом линейного износа I_i (рис. 1, Б-Б) равен

$$\bar{r}_{i,j+1} = \bar{r}_{i,j} + I_i \cdot \bar{n}_{0,i,j}, \quad (4)$$

где $\bar{r}_{i,j}$ - радиус-вектор, в плоскости $X_{II}O_{II}Z_{II}$ системы координат инструмента, текущей $A_{i,j}$ -той точки профиля круга после правки, который аналитически определяется из выражения (3), или к моменту обработки партии, которая состоит из j деталей; $\bar{n}_{0,i,j}$ - единичный вектор нормали j -того профиля в i -той точке $A_{i,j}$ (рис. 1, Б-Б).

Для прогнозирования формы круга в процессе обработки партии деталей, аналитически линейный износ I_i , i -того участка профиля за время T контакта детали с данным радиусом R_i круга определяется из выражения

$$I_i = \int \frac{C_{qi} \cdot Q_{yi}}{K_\alpha \cdot 2\pi R_i} \cdot d\tau, \quad (5)$$

где C_{qi} - коэффициент удельного износа круга в R_i точке; K_α - коэффициент, который учитывает перекрытие режущих кромок; Q_{yi} - удельный объём металла, который срезается i -тым участком профиля круга определяется аналитически по методике [3].

Для экспериментального определения коэффициента C_{qi} разработано оригинальное устройство [5], которое измеряет Q_{yi} за счёт изменения индуктивности катушки, сердечником которой является обрабатываемая деталь.

Разработана методика определения линейного износа рабочих профилей торцов двух ориентированных абразивных кругов, которая даёт возможность прогнозировать текущие профили кругов и точность двустороннего шлифования торцов цилиндрических деталей. Предложено оригинальное устройство для одновременного контроля и записи профилей двух кругов на торцешлифовальных станках.

Список литературы: 1. Лурье Г. Б., Комиссаржевская В. А. Шлифовальные станки и их наладка. М.Ж «Высшая школа», 1976, 415с. 2. Кальченко В.В. Заявка на патент Украины №97126464 В24В5/04, приоритет от 30.12.97 «Способ шлифования торцов цилиндрических деталей». 3. Кальченко В.В. Определение мощности торцового шлифования профилированным и ориентированным инструментом/ Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков, 1999, №55 – с. 145-147. 4. Кальченко В.І., Лясота В.Ю., Кальченко В.В. Знос профілю орієнтованого шліфувального круга та його контроль./ Машинобудування, електроніка. Вісник Чернігівського технологічного інституту №6 – Чернігів: ЧТІ, 1998, с. 197–205. 5. Кальченко В.В., Пасов Г.В., Лясота В.Ю. Активний контроль зйому припуску при шліфуванні торців циліндричних деталей, які не обертаються./ Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Хмельницький технологічний університет. Поділля, 1999, №3, С. 165-167.