

ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЕЙ КРУГОВ И ИХ ИЗНОСА НА РАБОЧИЙ ЦИКЛ ДВУСТОРОННЕГО ШЛИФОВАНИЯ ТОРЦОВ

Кальченко В.В.

Черниговский государственный технологический университет

Рабочий цикл шлифования торцов цилиндрических деталей, в течение которого осуществляется съем металла, зависит от профилей кругов, их износа, ориентации и жесткости двусторонних торцешлифовальных станков.

Объем металла Q , который подводится в зону обработки, определяется из уравнения

$$Q = \sum_{k=1}^n \int_0^{T_n} \left(\int_{i_1}^{i_2} \int_{\theta_{1ki}}^{\theta_{2ki}} V_n \cdot R_i \cdot d\theta_k \right) \sqrt{\left(\frac{dR_i}{di} \right)^2 + \left(\frac{dz_i}{di} \right)^2} \cdot di \cdot dT_n, \quad (1)$$

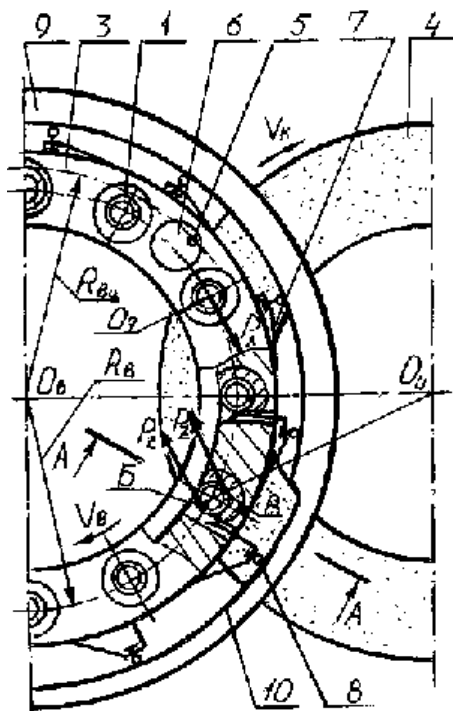
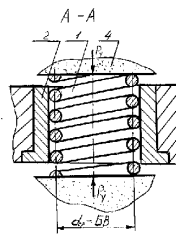


Рис. 1 Схема двустороннего шлифования торцов с фиксацией и вращением цилиндрических деталей

линейная скорость оси O_q детали; w_b - угловая скорость барабана.

Число деталей n , которые одновременно обрабатываются на станке, определяется из выражения

где n - количество одновременно обрабатываемых деталей 1 (рис. 1); T_n - время контакта n_k -ой детали с кругом 4; R_i, z_i - радиус круга в i -той точке профиля и его осевая координата; $V_n = \bar{V} \cdot \bar{n}_{oi}$ - проекция вектора относительной скорости \bar{V} (рис. 2) на нормаль \bar{n}_{oi} к поверхности контакта круга и детали в i -той точке; $\theta_{1ki}, \theta_{2ki}$ - угловые координаты пятна контакта на радиусе R_i круга.



$$T_n = \frac{L}{V_{oq}}, \quad (2)$$

где $L = R_b \cdot \theta_b$ - длина дуги контакта, на радиусе R_b (рис. 1) подающего барабана 3, детали 1 с кругом 4 в пределах угла $\theta_b = \theta_{bn} - \theta_{bn}$; θ_{bn}, θ_{bn} - углы положения детали в точках n и начале обработки; $V_{oq} = w_b \cdot R_b$ -

$$n = \frac{L}{D + C}, \quad (3)$$

где D - наружный диаметр детали 1 (рис. 1, А-А); C - расстояние между деталями на радиусе R_b - подающего барабана.

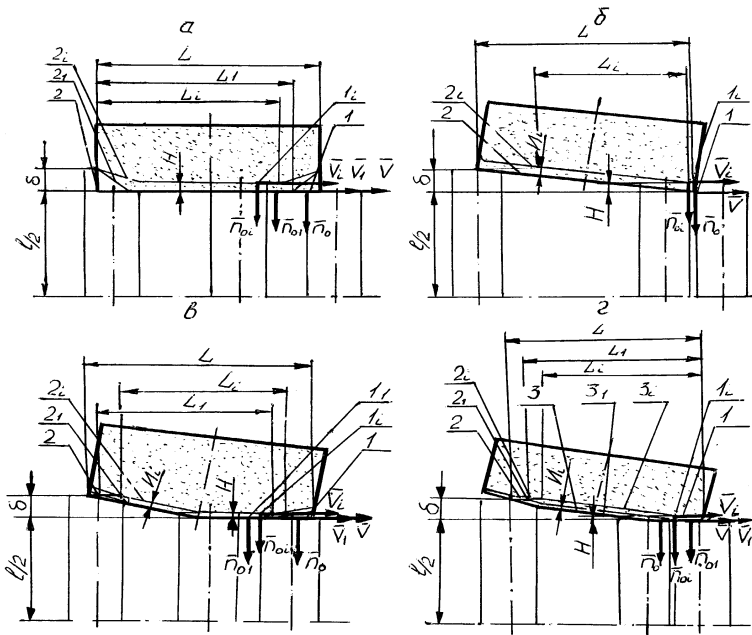


Рис. 2 Развертки дуг контакта деталей с кругом на радиусе R_B , по которым определяют рабочие циклы шлифования

круга, а затем, после обработки партии деталей, образовавшимся в результате износа, заборным конусом 2_1 . Чистовое шлифование и выхаживание осуществляется торцами 1 кругов, где скалярное произведение векторов

$$\bar{V} \cdot \bar{n}_o = 0. \quad (4)$$

Данный способ шлифования (рис 2, а) обладает низкой производительностью, так как на торцевой поверхности круга $V_n = \bar{V} \cdot \bar{n}_{oi} = 0$ и съема металла Q (1) не происходит. Из-за отсутствия ориентации кругов, обеспечивает шлифование без расчетной геометрической погрешности, поэтому его применяют для обработки высокоточных торцов с малыми припусками δ на обработку.

При шлифовании кругами с плоскими торцами 2 (рис. 2, б), оси которых ориентированы в вертикальной и горизонтальной плоскостях, формообразование торцов деталей осуществляется переходным участком 1 между периферией круга и его торцом 2, где скалярное произведение (4) $\bar{V} \cdot \bar{n}_o = 0$. Участок 1, из-за износа, обладает малой стойкостью, что снижает точность обработки.

Для повышения точности обработки разработан способ двустороннего шлифования торцов цилиндрических деталей (рис. 2, в; заявка на патент Украины №97126464, приоритет от 30.12.97). При профилировании

Анализ уравнения (1) показывает, что производительность шлифования определяется числом n (3) одновременно обрабатываемых деталей и круговой подачей V_B (рис. 1) барабана 3. n зависит от длины L дуги контакта деталей с кругом 4, а V_B - от V_n (1). При шлифовании кругами с плоскими торцами, параллельными торцам обрабатываемых деталей (развертка L , рис. 2, а), вначале весь припуск δ срезается периферией 2

абразивных кругов 4 (рис. 1), алмазные карандаши 5 настраивают, за счет поворота эксцентричной втулки 6, на радиус R_{ba} подающего барабана 3.

$$R_{ba} = R_b + \frac{d_{cp}}{2}, \quad (5)$$

где d_{cp} - средний диаметр пружины 1 (рис. 1, А-А) или втулки.

Круги 4 ориентируют в горизонтальной и вертикальной плоскостях с целью съема припуска δ (рис. 2, в) за один проход, и алмазами 5 (рис. 1) правят торцы кругов 4 за счет круговой подачи V_B барабана 3. На развертке дуги L (рис. 2, в) участок 1 для чистового шлифования и выхаживания, 2 - для чернового. При обработке участком 2 детали 1 (рис. 1) фиксируют от поворота рычагами 7, взаимодействующими с копиром 9 при вращении барабана 3. При подходе к участку 1 (рис. 2, в) детали 1 (рис. 1) освобождаются за счет отвода рычагов 7, ролики 8 которых попадают в канавку 10 копира. На формообразующем участке 1 (рис. 2, в) деталь должна совершать не менее одного оборота, чтобы торцовая поверхность обрабатывалась одним участком круга.

Для повышения производительности шлифования предложена комбинированная правка абразивных кругов. Вначале торцовая поверхность 3 (рис. 2, г) правится алмазными карандашами 5 (рис. 1) в плоскостях, перпендикулярных осям вращения кругов 4. Затем круги ориентируют в горизонтальной и вертикальной плоскостях и правят алмазами 5 участки 1 (рис. 2, г), прилегающие к наружным диаметрам кругов. На развертке дуги L (рис. 2, г) показан участок 2 для чернового шлифования, который находится ниже линии δ снимаемого припуска. Затем в рабочем цикле принимает участие плоский торец 3 круга в режиме чистового шлифования и замыкающим является формообразующий участок 1. На черновом и чистовом участках детали 1 (рис. 1) фиксируются рычагами 7 и не вращаются в процессе шлифования. На формообразующем - вращаются моментом от сил резания

$$M_{кр} = P_z(R_{OB} - R_{OB}) = P_z \cdot d_{cp}, \quad (6)$$

где P_z - тангенциальная составляющая силы резания; R_{OB} и R_{OB} - радиусы круга 4 (рис. 1) в точках Б и В.

В рабочем цикле шлифования комбинированная правка дает возможность распределить снимаемый припуск δ между черновым и чистовым участками и увеличить рабочую длину L дуги контакта деталей с кругом, что повышает производительность обработки. Точность формы торца обеспечивается вращением детали силами резания (6) на формообразующем участке, прилегающем к наружному диаметру круга, при выходе ее из зоны обработки.

Линейный износ I_i (рис. 2) i -того участка профиля за время T контакта партии деталей с данным радиусом R_i круга, определяют из выражения

$$I_i = \int_T \frac{C_{qi} \cdot Q_{qi}}{K_\alpha \cdot 2\pi R_i}, \quad (7)$$

где C_{qi} - коэффициент удельного износа в R_i -той точке; K_α - коэффициент, который учитывает перекрытие режущих кромок; Q_{qi} - удельный объем металла, который срезается i -тым участком профиля круга.

Анализ профилограмм круга, измеренных на радиусе R_{ba} , для способа шлифования (рис. 2,

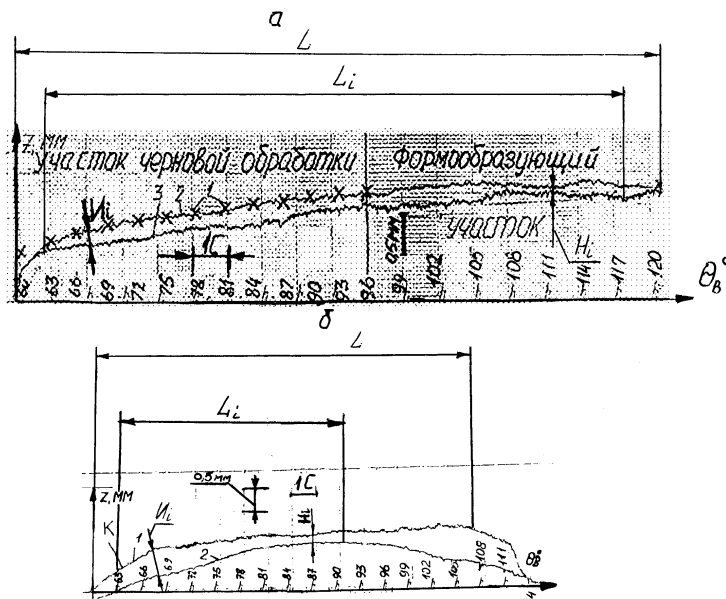


Рис.3 Профилограммы кругов вдоль радиусов R_{ba} , по которым определяют рабочие циклы шлифования

в) показывает, что после обработки 50 втулок развертка профиля 3 (рис. 3, а) смещается относительно 2, записанного после правки круга, на величину линейного износа I_i . В рабочем цикле шлифования остаются участки для черновой обработки и формообразующий, смещенный на величину H . Из профилограмм (рис. 3, б) находим, что после шлифования торцов 400 пружин (рис. 1) профилограмма 2 (рис. 3, б) смещается относительно исходной 1 на величину I_i , уменьшается почти в два раза длина контакта L и исчезает калибрующий участок круга.

Исследование на ЭВМ математической модели (7) линейного износа I_i и экспериментальные исследования (рис. 3) показали, что он уменьшает длину L контакта (рис. 2 и 3), калибрующий участок круга и вносит погрешность длины l деталей на высоту H , нормальную к формообразующему участку круга, что снижает производительность и точность обработки.

Для сохранения расчетного рабочего цикла шлифования (рис. 2) необходимы дискретные осевые перемещения круга на величину H и своевременная его правка.

Внедрение нового метода шлифования торцов пружин демпфера диска сцепления автомобиля ГАЗ-53М, с использованием комбинированной правки абразивных кругов, повысило производительность на Черниговском заводе «Агрореммаш» в 1.8 раза при уменьшении торцового биения на 0.12 мм.