

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ШЛИФОВАНИЯ ТОРЦОВ ПРУЖИН ДЕМПФЕРА ДИСКА СЦЕПЛЕНИЯ

В известных станках для двустороннего одновременного шлифования торцов пружин профилирование торцов абразивных кругов производится алмазным карандашом перпендикулярно к оси вращения шпинделя, независимо от их угловой ориентации относительно оси вращения барабана, который производит круговую подачу деталей [1].

Известный станок [2], в котором обработка торцов пружин производилась двумя дисковыми соосными кругами, ось вращения которых параллельна оси вращения детали в процессе формообразования. В этом станке одна из шлифовальных бабок в следящем режиме перемещается в осевом направлении и фиксируется в зависимости от длины заготовки пружины, которая поступает на обработку, обеспечивая минимальное снятие припуска, без получения точной длины пружины. При этом снятие припуска производится периферией кругов, а формообразование детали – торцевой плоскостью кругов, где скалярное произведение векторов скорости относительного движения \vec{V} и единичного вектора нормали \vec{n}_o к поверхности инструмента равно

$$\vec{V} \cdot \vec{n}_o = 0. \quad (1)$$

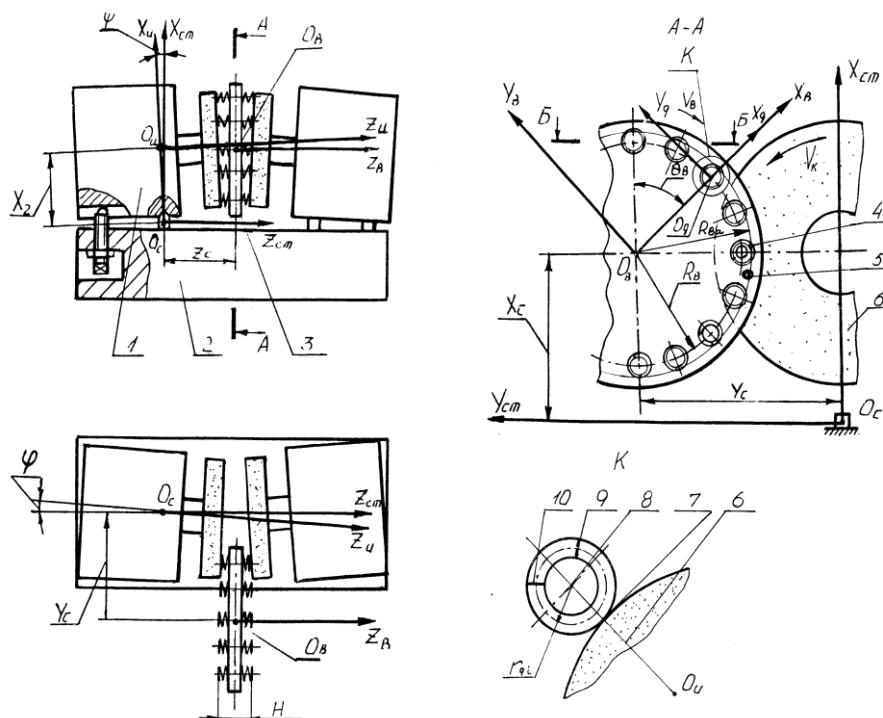


Рис. 1. Формообразующая система двустороннего торцешлифовального станка

Для повышения производительности обработки, за счёт равномерного распределения съёма припуска на всю торцевую поверхность круга, их ориентируют в вертикальной и горизонтальной плоскостях на углы φ и ψ (рис. 1). Тогда в процессе

снятия припуска условие (1) не выполняется, а формообразование торцов пружин производится переходной площадкой между периферией круга и его торцом, который в результате износа круга, постоянно перемещается вдоль образующей его торцевой поверхности, что понижает точность обработки.

Для повышения производительности и точности обработки разработан новый способ двустороннего шлифования торцов цилиндрических винтовых пружин сжатия [3] (пружин демпфера диска сцепления) 4 (рис. 1, А-А), имеющих высокую жесткость, ориентированными кругами 6.

Перед шлифованием пружин оси OZ_{II} (рис. 1) вращения кругов 6 ориентируют в вертикальной (угол ψ) и горизонтальной (угол φ) плоскостях. Два алмазных карандаша 5 располагают соосно и настраивают на высоту H обработанной пружины 4. Включают вращение кругов против стрелки часов и два алмазных карандаша 5 оси которых расположены на окружности R_{Ba} перемещают по ней в зону правки относительно оси O_BZ_B подающего барабана в плоскостях, параллельных обрабатываемым торцам пружин. Подачу при правке кругов осуществляют вдоль их осей OZ_{II} вращения. После правки кругов 6 пружины 4 (рис. 1, А-А) располагают на окружности радиусом R_B таким образом, чтобы концы проволоки начального 9 и конечного 10 витков (рис. 1, К) располагались симметрично относительно плоскости, которая проходит через ось 8 пружины и точку контакта 7 с кругом 6, с противоположной стороны. Затем пружины 4, со скоростью круговой подачи V_B , по стрелке часов (рис. 1, А-А) перемещают в зону обработки относительно оси O_BZ_B по окружности радиусом R_B в плоскости, параллельной обрабатываемым торцам. При этом торцы обрабатываемых пружин перемещают в параллельных плоскостях, в которых располагались вершины алмазных карандашей 5 при правке кругов. В момент контакта в точке 7 (рис. 1, К) пружины 4 с кругом 6, она ориентирована и не вращается относительно своей оси. Фиксация пружины осуществляется рычагами, взаимодействующими с копиром при вращении подающего барабана. Снимают черновой припуск в режиме глубинного шлифования торцами кольцевых участков, прилегающих к наружным диаметрам кругов. При подходе пружины к внутренним кольцевым участкам кругов остаётся припуск на чистовое шлифование, который должен быть больше, чем дефектный слой, полученный при черновом шлифовании.

В процессе чистового шлифования пружина 4 ориентируется и вращается относительно своей оси 8 (рис. 1, К) при помощи фрикционного устройства. После выхаживания с вращением детали, осуществляемым ниже горизонтальной плоскости, проходящей через центр O_B окружности радиусом R_B , по которой задаётся круговая подача V_B деталей, обработанная пружина 4 выходит из зоны контакта с кругом, процесс шлифования закончен.

При правке абразивных кругов, оси алмазных карандашей перемещают по дуге окружности радиусом R_{Ba} (рис. 1, А-А), которая касается посадочных отверстий кругов 6. Центр её совпадает с осью O_BZ_B , вокруг которой осуществляют круговую подачу деталей в зону обработки. Как показали расчёты при профилировании круга, такая правка обеспечивает, при постоянной угловой скорости движения алмазных карандашей ($w_{ba} = const$), высокий класс шероховатости торца на калибрующем участке круга 6, прилегающем к посадочному отверстию, и низкий класс (грубую

поверхность с развитым профилем) на участке круга, который осуществляет черновое шлифование, что повышает производительность и точность обработки.

При шлифовании, оси пружин в зону резания перемещают по дуге окружности радиусом R_B (рис. 1, А-А)

$$R_B = R_{Ba} - r_{qi}, \quad (2)$$

где R_{Ba} - радиус окружности, по которой перемещают ось алмазного карандаша при правке круга; r_{qi} - средний радиус цилиндрической винтовой пружины сжатия (рис. 2).

Перемещение пружины по радиусу R_B обеспечивает повышение точности формообразования, так как в процессе вращения детали относительно своей оси на радиусе R_{Ba} , формируется конечный профиль торца пружины 4 одним участком круга б.

Торцовая поверхность шлифовального круга представляет собой след движения алмаза в системе координат круга. Радиус-вектор \bar{r}_{IIa} точек траектории алмаза в системе круга равен

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

где A_{IIa} - матрица перехода из системы координат алмаза в систему координат круга определяется кодом формообразующей системы двустороннего торцешлифовального станка (рис. 1); \bar{r}_a - радиус-вектор точечного инструмента, представляющего собой радиус-вектор начала координат $e_4 = (0,0,0,1)^T$, совмещённого с вершиной алмазного карандаша.

В матрицах A_i обобщённых перемещений A_{IIa} представим в виде

$$A_{IIa} = A_1(-X_2) \cdot A_5(\psi) \cdot A_4(-\varphi) \cdot A_2(Y_C) \cdot A_1(X_C) \cdot A_3(Z_C) \cdot A_6(-\theta_{Ba}) \cdot A_1(R_{Ba}), \quad (4)$$

где A_1, A_2, A_3 - матрицы линейных перемещений вдоль осей X, Y, Z ; A_4, A_5, A_6 - матрицы угловых поворотов относительно осей X, Y, Z ; φ и ψ - углы поворота оси OZ_{II} вращения шлифовального круга в горизонтальной и вертикальной плоскостях X_C, Y_C, Z_C - координаты начала координат O_B барабана в системе координат станины $O_c X_{cm} Y_{cm} Z_{cm}$; X_2 - координата начала координат круга O_{II} относительно начала координат станины O_c ; R_{Ba} - радиус по которому перемещается алмаз при правке; θ_{Ba} - угловой параметр.

Подставив значение A_{IIa} (4) в выражение (3) получим матрицу, четвёртый столбец которой определяет

$$\bar{r}_{IIa} = (X_{IIa}, Y_{IIa}, Z_{IIa}, 1)^T, \quad (5)$$

где $X_{IIa}, Y_{IIa}, Z_{IIa}$ - координаты точек траектории алмаза в системе круга.

Радиус R_i сечения круга в пределах i -той точки равняется

$$R_i = \sqrt{X_{IIa}^2 + Y_{IIa}^2}. \quad (6)$$

Осевая координата Z_i сечения круга в пределах i -той точки равна

$$Z_i = Z_{IIa}. \quad (7)$$

Матричная запись уравнения поверхности круга 6 (рис. 1) в его системе координат имеет вид

$$\bar{r}_{II} = A_3(Z_i) \cdot A_6(\theta_\kappa) \cdot A_2(R_i), \quad (8)$$

где θ_κ - угловой параметр; R_i и Z_i - определяют из выражений (6) и (7).

Для определения геометрической погрешности обработки торцов пружин необходимо определить уравнение поверхности детали в системе координат круга

$$\bar{r}_{IIq} = A_{IIq} \cdot r_q, \quad (9)$$

где A_{IIq} - матрица перехода из системы координат детали в систему координат круга; \bar{r}_q - уравнение поверхности детали в её системе координат.

$$A_{IIq} = A_{IIa} \cdot A_6(\theta_V) \cdot A_4(\varphi_2), \quad (10)$$

где A_{IIa} - матрица перехода из системы координат алмаза в систему координат круга (4), в которой $A_1(R_{Ba} = R_B)$ и $A_6(-\theta_{Ba} = -\theta_B)$; θ_V - угол поворота пружины 4 (рис. 1, А-А) относительно оси базового отверстия в подающем барабане 3 в плоскости $X_B O_B Y_B$; φ_2 - угол поворота оси $O_q Z_q$ пружины (рис. 2) относительно оси $O_V Z_V$ базового отверстия барабана.

Матричная запись уравнения поверхности цилиндрической винтовой пружины сжатия, в матрицах A_i обобщенных перемещений, имеет вид

$$\bar{r}_q = A_3(-Z_q + P_1 \theta_q) \cdot A_6(\theta_q) \cdot A_1(r_{qi}) \cdot A_5(\psi_2) \cdot A_4(\varphi_1) \cdot A_5(\psi_1) \cdot A_1(r_p) \cdot e_4, \quad (11)$$

где ψ_1 - угловой параметр точки окружности радиусом r_p (рис. 2, I) сечения проволоки пружины относительно оси $O_p Y_p$; φ_1 - угол ориентации сечения проволоки относительно оси $O_p X_p$; r_{qi} - средний радиус (рис. 2) пружины; θ_q - угловой параметр; P_1 - параметр винтового движения пружины; Z_q координата вдоль оси пружины.

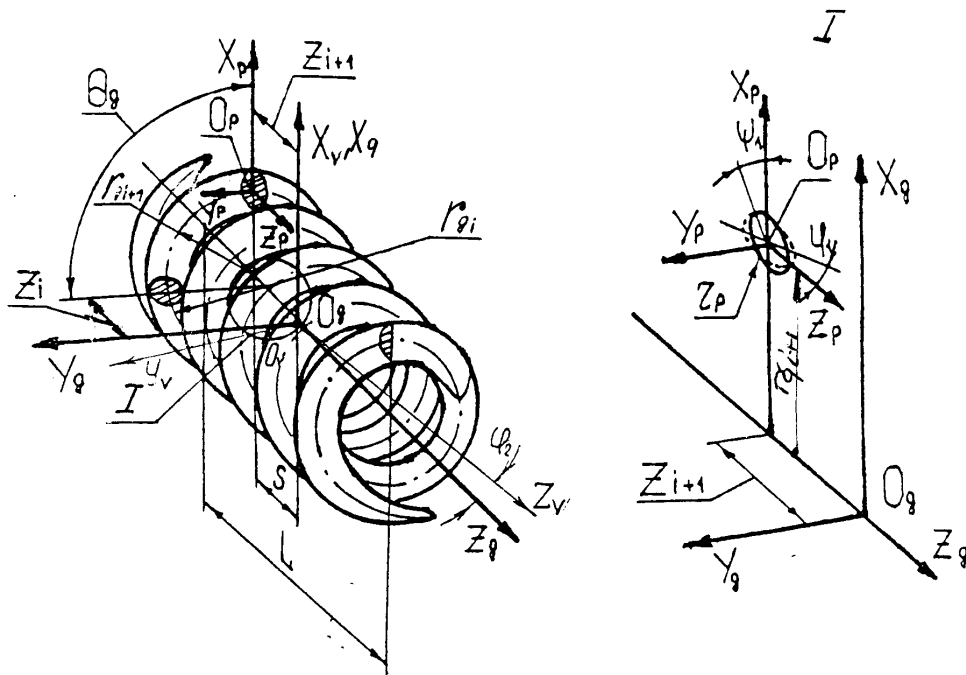


Рис. 2 Рассчётная схема для описания поверхности цилиндрической пружины.

Подставив (10) и (11) в (9) и решив (8) получим \bar{r}_{IIq} - радиус-вектор точек поверхности пружины в системе координат круга и \bar{r}_{II} - радиус-вектор точек поверхности круга. Для точек касания поверхностей пружины и круга

$$\bar{r}_{IIq} = \bar{r}_{II} \cdot \quad (12)$$

Из этого условия находим координаты Z_q точек торцевой поверхности пружины и, по методике приведенной [4], определяем погрешность Δ шлифования.

Методика [4] предполагает расчёт торцевого биения Δ_1 , непрямолинейности Δ_2 профиля осевого сечения торца пружины, неплоскостности Δ_3 и неперпендикулярности Δ_4 базовой плоскости к оси пружины.

Максимальное торцевое биение

$$\Delta_{1\max} = Z_{q\max} - Z_{q\min}, \quad (13)$$

где $Z_{q\max}$ и $Z_{q\min}$ - максимальная и минимальная координаты точек торцевой поверхности вдоль оси пружины, расположенные на окружности радиусом r_{qn} , где $r_{\min} \leq r_{qn} \leq r_{\max}$. r_{\min} и r_{\max} - минимальный и максимальный радиусы торцевой поверхности пружины.

Исследование на ЭВМ математической модели (1-13), описывающей геометрическую погрешность обработки торцов пружин, показало, что максимальная производительность ($T_{um} = 5$ с) и точность Δ_1 получена, когда в процессе врезания пружину 4 (рис. 1) фиксируют, а концы начального 9 (рис. 1, К) и конечного 10 витков располагают с противоположной стороны точки 7 контакта пружины с кругом 6. в

процессе формообразования пружина вращается относительно своей оси 8, обкатываясь на калибрующем участке профилированного круга.

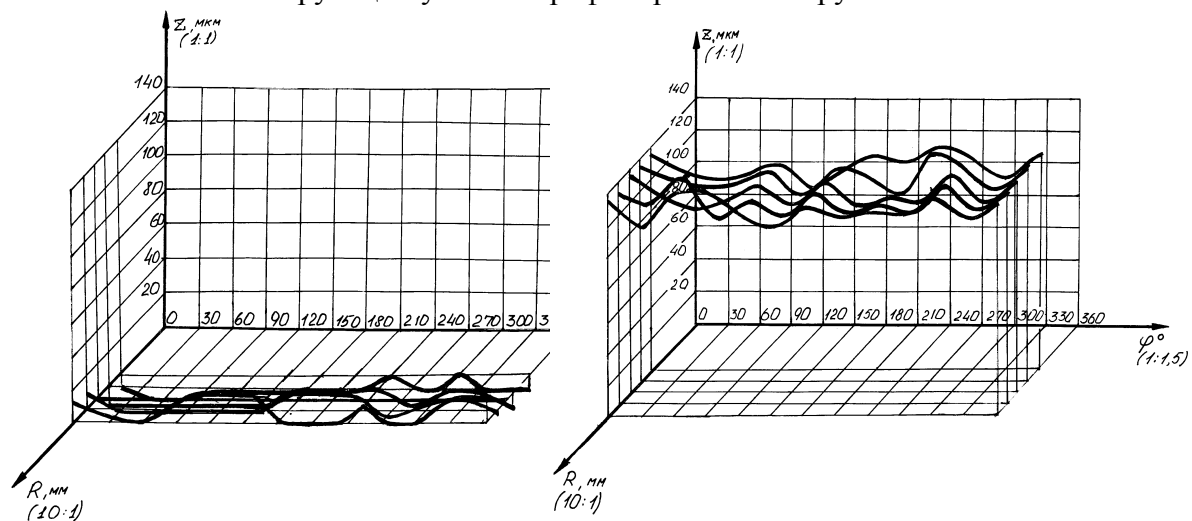


Рис. 3 Графики зависимости торцевого биения детали от углов круга

Зависимость погрешности Δ_1 торца пружины демпфера (ГАЗ-53М) от углов ориентации φ и ψ профилированного круга показана на рис. 3,а, а плоским на 3,б.

Новая технология шлифования торцов пружин демпфера диска сцепления муфт автомобиля ГАЗ-53М внедрена на черниговском заводе «Агрореммаш», что дало возможность повысить производительность в 1.8 раза и уменьшить торцевое биение пружин на 0.15мм. Точность повысилась в 2 раза (рис. 1,а).

Литература: 1. Лурье Г.Б., Комиссаржевская В.Н. Шлифовальные станки и их наладка. М., «Высшая школа», 1976, 415 с. 2. А. С. СССР №837777, МКИ В 24 В 7/16. Устройство для обработки торцов пружин / Авт. Монахов Ю.М. и др. - Оpubл. Б.И. №22, 1981, с.18. 3. Кальченко В. В. Заявка на патент України №97126464 В24В 5/04, пріоритет від 30.12.97 “Спосіб шліфування торців циліндричних деталей”. 4. Кальченко В. В. Определение геометрической погрешности шлифования торцов профилированным и ориентированным инструментом // Вестник НТУУ «Киевский политехнический институт». Машиностроение, №37, 1999. – с. 138-142.

В.В.Кальченко

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ШЛІФУВАННЯ ТОРЦІВ ПРУЖИН ДЕМПФЕРА ДИСКА ЗЧЕПЛЕННЯ

Розроблено новий спосіб одночасного шліфування торців циліндричних пружин зтиску і математична модель, яка описує похибку шліфування торців в залежності від профілю круга, орієнтацією його і деталі.

V.V.Kalchenko

INCREASING THE ACCURACY OF CLUTCH PLATE DAMPER SPRINGS END FACES

The new way of simultaneous grinding of end faces of cylindrical springs of compression and mathematical model describing error of grinding of end faces is developed depending on a structure of a circle, orientation him and detail.

Статья представлена