

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
СВЕРЛА

Маджид А.Х., Михайлов А.Н., Гринёв Ю.А., Тищенко Д.В.

(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Тел./Факс: +38(062)3050104; E-mail: tm@mech.dgtu.donetsk.ua

Аннотация. Рассмотрен процесс формообразования винтовой задней поверхности спирального сверла. С помощью матричных преобразований на основе предложенных схем переходов получены системы зависимостей, описывающие номинальную и реальную задние поверхности сверла в зависимости от определенных кинематических параметров процесса формообразования и жесткости технологической системы.

Ключевые слова: сверло, затачивание, задняя поверхность, математическое описание.

1. Введение

В условиях рыночной экономики основной задачей машиностроительного предприятия является обеспечение высокой производительности обработки при минимальных затратах. Решение данной задачи возможно при высокой степени автоматизации подготовки производства и процесса обработки. Высокая степень автоматизации и гибкости процесса обработки обеспечивается за счет оснащения производства оборудованием с ЧПУ, эффективность использования которого зависит от времени непрерывной работы с достаточно высокими режимами резания [1, 2, 3]. Данные показатели напрямую зависят от характеристик и параметров применяемого режущего инструмента. В случае использования осевого лезвийного инструмента, в частности - сверл, важным фактором, влияющим на эффективность процесса обработки и стойкость инструмента, является правильная заточка, обеспечивающая рациональные параметры режущей части. В условиях мелкосерийного и серийного производства, которое характеризуется частой сменой объектов производства, необходимо так же часто производить смену и переточку инструмента. В свою очередь, автоматизированная подготовка производства предполагает формализацию и программное описание всех элементов производственного процесса и параметров, связывающих эти элементы между собой. Параметры режущей части сверл зависят от кинематических параметров процесса формообразования при их заточке [4,5]. Таким образом, для автоматического подбора режимов заточки сверла, обеспечивающих требуемые геометрические параметры режущей части, необходимо определить математические зависимости, связывающие их между собой.

Целью работы является получение математических зависимостей, описывающих номинальную и реальную задние поверхности сверла при определенных режимах ее заточки и жесткости технологической системы.

2. Основное содержание и результаты работы

Рассмотрим процесс затачивания спирального сверла по задней поверхности периферией круга на примере сверла заточного станка модели 3Е653 (рис. 1).

Для анализа процесса затачивания сверла рассмотрим взаимные движения и расположение инструмента и заготовки. Затачиваемое сверло 2 установлено в плоскости $X_jO_jY_j$ оси вращения шлифовального круга под углом заточки φ к периферии круга. Сверло в процессе обработки вращается с постоянной скоростью ω_c вокруг собственной продольной оси и поступательно перемещается вдоль оси

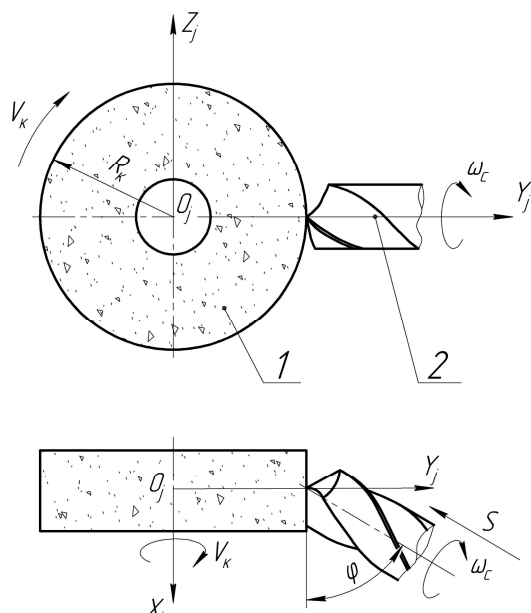


Рис. 1. Схема затачивания сверла периферией круга: 1 - шлифовальный круг, 2 – затачиваемое сверло

Рассматриваемое сложное движение шлифовального круга складывается из его вращения вокруг оси X_j , прямолинейного поступательного движения вдоль оси Y_j и углового поворота с частотой ω_k вокруг оси Y_j . Вращение круга вокруг оси X_j не сказывается на взаимном положении инструмента и заготовки и последовательных положениях исходной инструментальной поверхности, и его при анализе можно не учитывать [7].

Уравнение исходной инструментальной поверхности (наружной цилиндрической поверхности шлифовального круга) в параметрической форме имеет вид:

$$\begin{cases} x_j = 1; \\ y_j = R_k \cdot \cos \alpha; \\ z_j = R_k \cdot \sin \alpha; \end{cases} \quad (1)$$

где α – угол поворота (измеряемый в радианах) шлифовального круга вокруг оси X_j за время шлифования t , с.

Угол поворота α при заданном времени t работы круга можно определить по формуле:

$$\alpha = \frac{1000 \cdot V_k}{2 \cdot \pi^2 \cdot R_k} \cdot t \approx 50,66 \frac{V_k}{R_k} \cdot t, \quad (2)$$

где V_k – скорость шлифовального круга, м/с;

R_k – радиус шлифовального круга, мм.

Получим уравнение исходной поверхности (1), связанное с системой координат шлифовального круга $X_j Y_j Z_j$ в системе координат, связанной со сверлом $X_i Y_i Z_i$ (рис. 2). Для этого необходимо выполнить ряд преобразований системы координат путем серии параллельных переносов и поворотов.

На первом этапе перенесем систему координат $X_j Y_j Z_j$ в точку контакта вершины сверла с периферией шлифовального круга (система координат $X_{j2} Y_{j2} Z_{j2}$), т.е. на величину радиуса круга R_k (рис. 2). Одновременно с параллельным переносом

вращения для затылования задней поверхности с постоянной подачей s . Шлифовальный круг вращается вокруг оси X_j с постоянной скоростью V_k и осуществляет движение резания.

Уравнение задней поверхности сверла получим в качестве огибающей ряда последовательных положений рабочей поверхности шлифовального круга [6]. При этом будем считать сверло в процессе затачивания неподвижным и условимся, что все движения формообразования задней поверхности совершает шлифовальный круг относительно затачиваемой поверхности сверла. Наружная цилиндрическая поверхность круга является исходной инструментальной поверхностью, огибающая к положениям которой и будет представлять собой обработанную заднюю поверхность сверла.

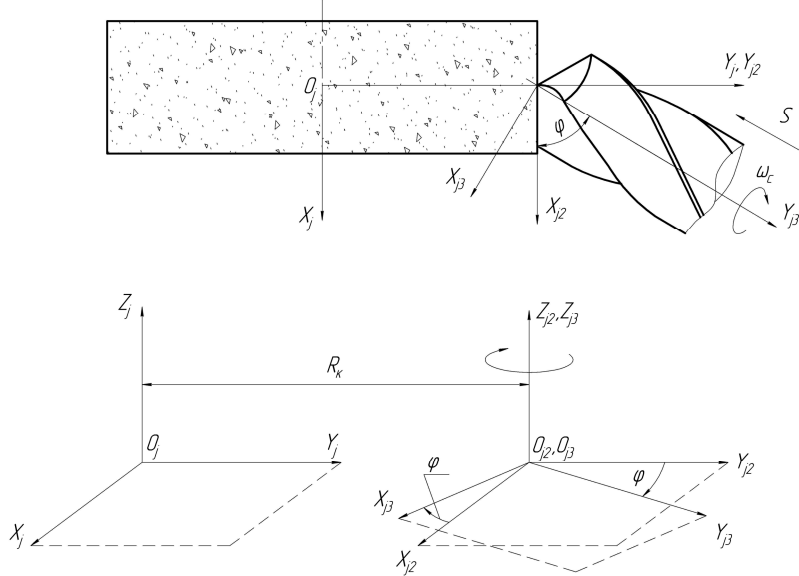


Рис. 2. Схема первого этапа преобразования координат

параллельном переносе последней и повороте осей координат на произвольный пространственный угол (через направляющие косинусы), координаты одной и той же точки в разных системах связаны уравнениями [8]:

$$\begin{cases} x_{j3} = x_j \cdot \cos \xi - y_j \cdot \sin \xi; \\ y_{j3} = x_j \cdot \sin \xi + y_j \cdot \cos \xi + t_j \cdot R_k; \\ z_{j3} = z_j; \\ t_{j3} = t_j. \end{cases}$$

Запишем коэффициенты при x_j, y_j, z_j в виде элементов матрицы такого вида:

$$M_{j3j} = \begin{pmatrix} \cos \xi & -\sin \xi & 0 & 0 \\ \sin \xi & \cos \xi & 0 & R_k \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Полученная матрица M_{j3j} является итоговой матрицей перехода от системы координат $X_j Y_j Z_j$ к системе $X_{j3} Y_{j3} Z_{j3}$.

Можно отобразить преобразование системы координат $X_j Y_j Z_j$ в систему $X_{j3} Y_{j3} Z_{j3}$ в два этапа (параллельный перенос, а затем поворот). Тогда матрицы переходов будут иметь вид:

$$M_{j2j} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & R_k \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad M_{j3j2} = \begin{pmatrix} \cos \xi & -\sin \xi & 0 & 0 \\ \sin \xi & \cos \xi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Нетрудно установить, что общая матрица M_{j3j} преобразования координат при переходе от $X_j Y_j Z_j$ к системе $X_{j3} Y_{j3} Z_{j3}$ будет представлять собой произведение полученных матриц простых преобразований:

$$M_{j3j} = M_{j2j} \cdot M_{j3j2}.$$

Сверло в процессе затачивания поступательно перемещается вдоль собственной оси с подачей s . За время t сверло переместится к периферии круга на величину Δ (рис. 3), которую можно определить по формуле:

$$\Delta = 2\pi \cdot \frac{\omega_c}{60} \cdot s \cdot t,$$

где ω_c – частота вращения сверла, об/мин;

выполним поворот системы координат $X_{j2} Y_{j2} Z_{j2}$ на величину ξ для обеспечения на режущей части сверла главного угла в плане φ (угол установки сверла в процессе наладки станка $\xi = 90^\circ - \varphi$), в положение $X_{j3} Y_{j3} Z_{j3}$.

Используя формулы перехода от одной системы координат к другой, при

s – подача сверла, мм/об.

$$M_{ij} = \begin{pmatrix} \cos \xi \cos \beta & -\sin \xi & \cos \xi \sin \beta & -\beta \cdot s \cdot \sin \xi \\ \sin \xi \cos \beta & \cos \xi & \sin \xi \sin \beta & \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_k \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Связь между координатами x_j, y_j, z_j и x_i, y_i, z_i определится следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} x_i &= x_j \cos \xi \cos \beta - y_j \sin \xi + z_j \cos \xi \sin \beta - \beta \cdot s \cdot \sin \xi; \\ y_i &= x_j \sin \xi \cos \beta + y_j \cos \xi + z_j \sin \xi \sin \beta + \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_k; \\ z_i &= x_j \sin \beta + z_j \cos \beta; \\ t_i &= t_j. \end{aligned} \quad (4)$$

Для определения профиля задней поверхности сверла необходимо знать уравнение

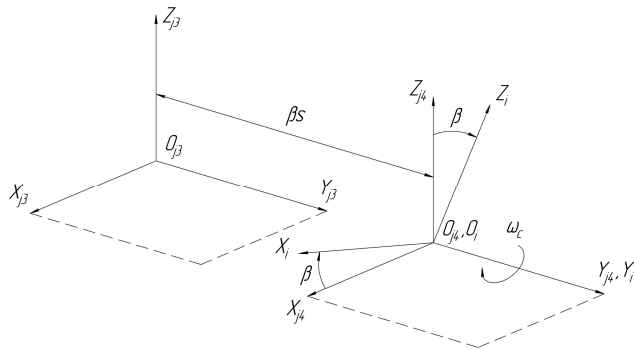
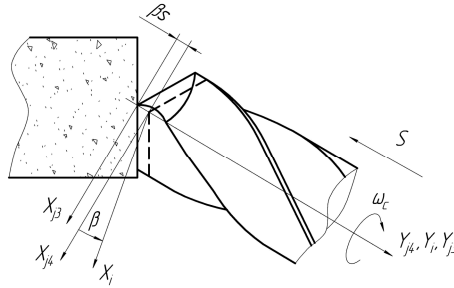


Рис. 3. Схема второго этапа преобразования координат

поверхности шлифовального круга, формулы преобразования координат для перехода из системы координат, связанной со шлифовальным кругом, в систему, связанную со сверлом, и уравнение контакта шлифовального круга и задней поверхности сверла. Уравнение поверхности шлифовального круга и формулы преобразования координат известны, соответственно, уравнения (1) и (4).

Уравнение контакта в общем виде можно представить следующим образом:

$$\bar{N} \cdot \bar{V}_\Sigma = 0,$$

где \bar{N} – вектор нормали к поверхности шлифовального круга; \bar{V}_Σ – скорость точек поверхности шлифовального круга.

Определим вектор нормали к поверхности шлифовального круга как векторное произведение векторов \bar{A} и \bar{B} , касательных к поверхности шлифовального круга.

$$\begin{aligned} \bar{A} &= \frac{\partial \bar{R}_k}{\partial x} = \bar{i}; & \bar{B} &= \frac{\partial \bar{R}_k}{\partial \alpha} = \bar{k} R_k \cos \alpha - \bar{j} R_k \sin \alpha \\ \bar{N} &= [\bar{A} \times \bar{B}] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & -R_k \sin \alpha & R_k \cos \alpha \end{vmatrix} = -\bar{k} R_k \sin \alpha - \bar{j} R_k \cos \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

Скорость \bar{V}_Σ точек поверхности шлифовального круга при винтовом движении будет

$$\bar{V}_\Sigma = \bar{V} + [\bar{\omega} \times \bar{R}_k].$$

Примем длину вектора $\bar{\omega}$ равной единице. Тогда величина вектора \bar{V} будет равняться величине подачи s .

В системе координат $X_j Y_j Z_j$ вектора $\bar{\omega}$ и \bar{V} примут вид:

$$\bar{\omega} = \bar{i} \sin \xi + \bar{j} \cos \xi;$$

$$\bar{V} = \bar{i} s \sin \xi + \bar{j} s \cos \xi.$$

Векторное произведение $[\bar{\omega} \times \bar{R}_k]$ определим как

$$[\bar{\omega} \times \bar{R}_k] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \sin \xi & \cos \xi & 0 \\ x & R_k \cos \alpha & R_k \sin \alpha \end{vmatrix} =$$

$$= \bar{i} R_k \cos \xi \sin \alpha + \bar{k} R_k \sin \xi \cos \alpha - \bar{k} x \cos \xi - \bar{j} R_k \sin \xi \sin \alpha.$$

Таким образом, скорость точек поверхности шлифовального круга будет

$$\bar{V}_\Sigma = \bar{i}(s \sin \xi + R_k \cos \xi \sin \alpha) + \bar{j}(s \cos \xi - R_k \sin \xi \sin \alpha) + \bar{k}(R_k \sin \xi \cos \alpha - x \cos \xi). \quad (6)$$

Уравнение контакта шлифовального круга и задней поверхности сверла, с учетом выражений (5) и (6) примет вид

$$\begin{aligned} & \bar{i}(s \sin \xi + R_k \cos \xi \sin \alpha) \cdot 0 - \bar{j}(s \cos \xi - R_k \sin \xi \sin \alpha) R_k \cos \alpha + \\ & - \bar{k}(R_k \sin \xi \cos \alpha - x \cos \xi) R_k \sin \alpha = 0; \end{aligned}$$

или

$$-s R_k \cos \xi \cos \alpha + R_k^2 \sin \xi \sin \alpha \cos \alpha - R_k^2 \sin \xi \cos \alpha \sin \alpha + x R_k \cos \xi \sin \alpha = 0,$$

Откуда

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{x}. \quad (7)$$

Данное уравнение контакта совместно с уравнением поверхности шлифовального круга (1) и формулами преобразования координат (4) определяют огибающую винтовую поверхность – заднюю поверхность сверла.

Таким образом, задняя поверхность сверла определяется следующей системой зависимостей

$$\left\{ \begin{array}{l} x_j = 1; \\ y_j = R_k \cdot \cos \alpha; \\ z_j = R_k \cdot \sin \alpha; \\ x_i = x_j \cos \xi \cos \beta - y_j \sin \xi + z_j \cos \xi \sin \beta - \beta \cdot s \cdot \sin \xi; \\ y_i = x_j \sin \xi \cos \beta + y_j \cos \xi + z_j \sin \xi \sin \beta + \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_k; \\ z_i = x_j \sin \beta + z_j \cos \beta; \\ \operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{x}. \end{array} \right. \quad (8)$$

Нами, с использованием зависимостей (8), была построена в среде Mathcad поверхность, которая соответствует задней поверхности заточиваемого сверла (рис. 4).

Зависимости (8) описывают номинальную заднюю поверхность сверла. Однако при заточке задней поверхности в технологической системе под действием составляющих силы резания происходят упругие отжатия, которые приводят к искажению номинальной формы задней поверхности.

Для определения реальной формы задней поверхности сверла необходимо учитывать смещения сверла вдоль осей координат относительно шлифовального круга. Обозначим перемещения вдоль осей X, Y, Z соответственно как δ_x , δ_y , δ_z . Тогда матрицы перехода для данных перемещений будут иметь вид:

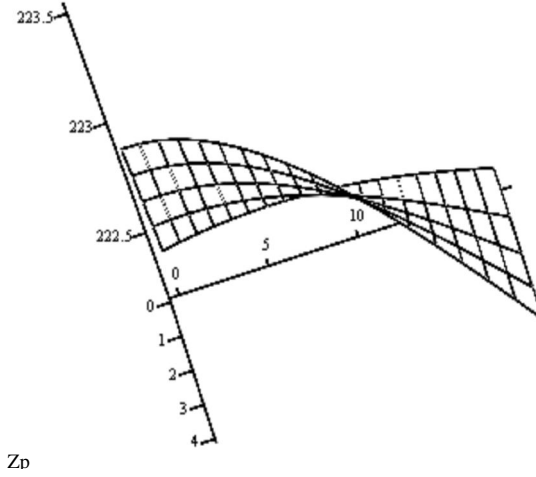


Рис. 4. Форма поверхности, построенной с использованием системы зависимостей (8)

$$M_{j_5 j_4} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \delta_x \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad M_{j_6 j_5} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \delta_y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad M_{j_7 j_6} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \delta_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

А общую матрицу перехода, учитывающую все три перемещения вдоль осей, определим как

$$M_{j_7 j_4} = M_{j_5 j_4} M_{j_6 j_5} M_{j_7 j_6}.$$

$$M_{j_7 j_4} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \delta_x \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \delta_y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \delta_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \delta_x \\ 0 & 1 & 0 & \delta_y \\ 0 & 0 & 1 & \delta_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Матрицу перехода от системы координат $X_i Y_i Z_i$ к системе координат $X_{ir} Y_{ir} Z_{ir}$, с которой связан шлифовальный круг после учета смещений вдоль осей координат, запишем в следующем виде

$$M_{i_r i} = M_{ij} M_{j_4 j_7}.$$

Или

$$M_{i_r i} = \begin{pmatrix} \cos \xi \cos \beta & -\sin \xi & \cos \xi \sin \beta & -\beta \cdot s \cdot \sin \xi \\ \sin \xi \cos \beta & \cos \xi & \sin \xi \sin \beta & \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_k \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \delta_x \\ 0 & 1 & 0 & \delta_y \\ 0 & 0 & 1 & \delta_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$M_{i_r,i} = \begin{pmatrix} \cos \xi \cos \beta & -\sin \xi & \cos \xi \sin \beta & a \\ \sin \xi \cos \beta & \cos \xi & \sin \xi \sin \beta & b \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} a &= \delta_x \cdot \cos \xi \cos \beta - \delta_y \cdot \sin \xi + \delta_z \cdot \cos \xi \sin \beta - \beta \cdot s \cdot \sin \xi; \\ b &= \delta_x \cdot \sin \xi \cos \beta + \delta_y \cdot \cos \xi + \delta_z \cdot \sin \xi \sin \beta + \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_K; \\ c &= -\delta_x \cdot \sin \beta + \delta_z \cdot \cos \beta. \end{aligned}$$

Формулы преобразования координат при переходе от системы координат $X_j Y_j Z_j$ к системе координат $X_{i_r} Y_{i_r} Z_{i_r}$ определим с помощью уравнения

$$r_{i_r} = M_{i_r,i} r_j. \quad (10)$$

С учетом выражений (9) и (10) формулы преобразования координат примут вид

$$\begin{aligned} x_{i_r} &= x_j \cos \xi \cos \beta - y_j \sin \xi + z_j \cos \xi \sin \beta + \delta_x \cdot \cos \xi \cos \beta - \delta_y \cdot \sin \xi + \\ &+ \delta_z \cdot \cos \xi \sin \beta - \beta \cdot s \cdot \sin \xi; \\ y_{i_r} &= x_j \sin \xi \cos \beta + y_j \cos \xi + z_j \sin \xi \sin \beta + \delta_x \cdot \sin \xi \cos \beta + \delta_y \cdot \cos \xi + \\ &+ \delta_z \cdot \sin \xi \sin \beta + \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_K; \\ z_{i_r} &= x_j \sin \beta + z_j \cos \beta - \delta_x \cdot \sin \beta + \delta_z \cdot \cos \beta; \\ t_{i_r} &= t_j. \end{aligned} \quad (11)$$

Зная формулы преобразования координат (11), мы можем определить реальную форму задней поверхности сверла. Для этого, используя зависимости (1), (7) и (11), составим систему зависимостей, которая определяет форму реальной задней поверхности сверла.

$$\left\{ \begin{aligned} &x_j = 1; \\ &y_j = R_K \cdot \cos \alpha; \\ &z_j = R_K \cdot \sin \alpha; \\ &x_{i_r} = x_j \cos \xi \cos \beta - y_j \sin \xi + z_j \cos \xi \sin \beta + \delta_x \cdot \cos \xi \cos \beta - \delta_y \cdot \sin \xi + \\ &+ \delta_z \cdot \cos \xi \sin \beta - \beta \cdot s \cdot \sin \xi; \\ &y_{i_r} = x_j \sin \xi \cos \beta + y_j \cos \xi + z_j \sin \xi \sin \beta + \delta_x \cdot \sin \xi \cos \beta + \delta_y \cdot \cos \xi + \\ &+ \delta_z \cdot \sin \xi \sin \beta + \beta \cdot s \cdot \cos \xi + R_K; \\ &z_{i_r} = x_j \sin \beta + z_j \cos \beta - \delta_x \cdot \sin \beta + \delta_z \cdot \cos \beta; \\ &tg \alpha = \frac{s}{x}. \end{aligned} \right. \quad (12)$$

Для определения величин перемещений δ_x , δ_y , δ_z под действием составляющих силы резания, возникающими в процессе заточки сверла, нами были проведены экспериментальные исследования податливости системы «сверло – инструментальная бабка» заточного станка.

В результате экспериментальных исследований нами были получены зависимости определяющие взаимосвязь между прикладываемой нагрузкой к задней

поверхности сверла и величиной смещений системы «сверло – инструментальная бабка». Для каждой из осей системы координат эти выражения имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}\delta_x &= 1,2854P_y; \\ \delta_y &= 0,3014P_x; \\ \delta_z &= 0,7612P_z,\end{aligned}\tag{13}$$

где $\delta_x, \delta_y, \delta_z$ – перемещения вдоль соответствующих осей координат, мкм;
 P_x, P_y, P_z – составляющие силы резания при шлифовании, Н.
 Составляющие силы резания определим с помощью выражения

$$P_z = C_p V_D^r s^y d^q b^z,$$

где V_D – скорость сверла, м/мин;
 s – подача сверла, мм/об;
 d – диаметр шлифовального круга, мм;
 b – ширина шлифования, мм;
 C_p – коэффициент и r, y, q, z – показатели степени, которые приведены в работе [9].

А также из соотношений

$$\frac{P_z}{P_y} = 0,42 \quad ; \quad \frac{P_x}{P_z} = 0,1.$$

Рассчитав составляющие силы резания при заточке задней поверхности сверла по рекомендациям работы [8], определим величины упругих перемещений системы «сверло – инструментальная бабка».

Подставив значения перемещений в систему зависимостей (12), определим реальную форму задней поверхности сверла в результате заточки и сравним ее с номинальной формой задней поверхности (рис. 6).

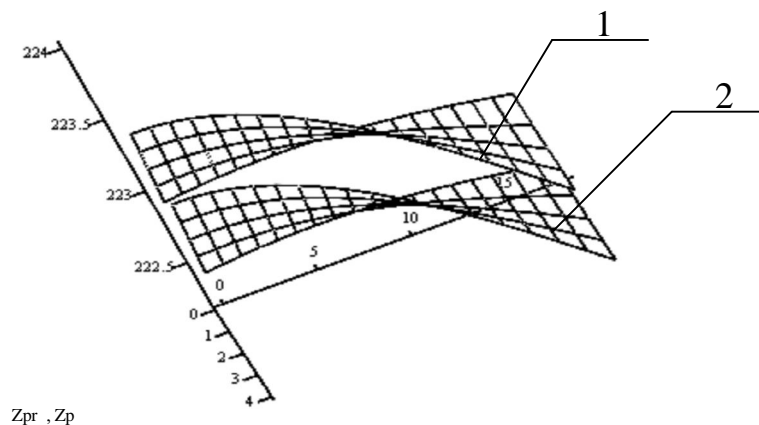


Рис. 6. Сравнение номинальной и реальной формы задней поверхности сверла
 1 – реальная форма; 2 – номинальная форма

Как видно из рисунка 6, форма номинальной задней поверхности практически идентична форме реальной задней поверхности и лишь смещена относительно оси сверла на величину результирующей упругих перемещений системы «сверло – инструментальная бабка».

Таким образом, используя систему зависимостей (12), мы можем определять форму реальной задней поверхности, задаваясь требуемой геометрией сверла в плане и режимами заточки.

3. Заключение

Используя полученную систему зависимостей (12), которая определяет реальную заднюю поверхность сверла, можно осуществлять поиск режимов затачивания, обеспечивающих оптимальные геометрические параметры задней поверхности сверла для обработки различных материалов при максимальной стойкости инструмента.

Список литературы: 1. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с. 2. Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А.Р. Справочник инструментальщика /Под общ. ред. А.Р. Маслова. – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с. 3. Справочник конструктора-инструментальщика: Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1994. – 560 с. 4. Равська Н.С., Родін П.Р., Ніколаєнко Т.П., Мельничук П.П. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 332 с. 5. Равська Н.С., Родін П.Р., Ніколаєнко Т.П., Мельничук П.П., Виговський Г.М. Геометрія спряжених поверхонь. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 319 с. 6. Родин П.Р. Основы формообразования поверхности резанием. – К.: «Выща шк.», 1977. – 192 с. 7. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов: Учебник. – К.: Выща шк., 1990. – 124 с. 8. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. Издание второе, перераб. и доп. – М.: «Наука», 1968. – 584 с. 9. Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. – М.: Машиностроение, 1988. – 480 с.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ЗАДНЬОЇ ПОВЕРХНІ СВЕРДЛА

Маджид А.Х., Михайлов О.М., Гриньов Ю.О., Тищенко Д.В.

(ДонНТУ, м. Донецьк, Україна)

Анотація: Розглянуто процес формоутворення гвинтової задньої поверхні спірального свердла. За допомогою матричних перетворень на основі запропонованих схем переходів отримані системи залежностей, які описують номінальну та реальну задню поверхню свердла в залежності від певних кінематичних параметрів процесу формоутворення та жорсткості технологічної системи.

Ключеві слова: свердло, заточування, задня поверхня, математичний опис.

THE ANALYSIS PROCESS FORMATION FOR THE BACK SURFACE DRILL

Majeed A.H., Mikhaylov A.N., Grinyov Y.A., Tishchenko D.V.

(DonNTU, Donetsk, Ukraine)

Abstract: Sharpening process for the spiral drill back surface is considered. By means of transformations matrices on the basis of the offered transitions schemes systems which describes nominal and real drill back surfaces depending on certain kinematics sharpening process parameters, and technological systems rigidity.

Key words: drill, sharpening, back surface, the mathematical description.

Надійшла до редколегії 11.02.2011.