

УДК 621.945.45

Лупкин Б. В.¹, Мамлюк О. В.², Родин Р. П.¹¹Национальный технический университет Украины «КПИ». Украина, г. Киев.²Киевский авиационный техникум. Украина, г. Киев

ЗАТОЧКА СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ПО СФЕРИЧЕСКОЙ ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Анотація

Розв'язується задача заточування спіральних свердел по сферичних поверхнях, і аналізуються геометричні параметри різальної частини інструмента для розглянутого способу заточування.

Abstract

The problem of the sharpening of the spiral drills spherical surfaces is being solving and the geometrical parameters of the tool cutting part are being analyzing for this method of the sharpening.

Вступление

Обработка отверстий при изготовлении машин и механизмов имеет большой удельный вес по сравнению с другими видами механической обработки резанием. Для увеличения производительности этих процессов важное значение имеет точность и технологичность заточки инструмента. Решение этих задач является актуальной проблемой науки, техники и современных технологий.

В производстве широко применяют спиральные сверла с криволинейными режущими кромками, обладающими повышенной работоспособностью. Наиболее часто заточку

спиральных сверл с криволинейными режущими кромками производят по круглым коническим или круглым цилиндрическим поверхностям [1, 2]. В этих случаях используются сравнительно сложные приспособления для заточки сверл. Более простым способом заточки сверл с криволинейными режущими кромками является их заточка по сферическим поверхностям. Однако этот способ заточки разработан недостаточно. Поэтому в данной статье решается задача заточки сверл по сферическим поверхностям, и анализируются геометрические параметры режущей части инструмента для рассматриваемого способа.

Геометрия сферической задней поверхности сверла

Схема заточки сверл по сферической поверхности изображена на рис. 1.

В системе плоскостей проекций Π_1/Π_2 изображена сферическая поверхность радиуса ρ . Ось сферической поверхности расположена перпендикулярно плоскости проекций Π_2 . Профиль сферической поверхности в форме окружности радиуса ρ в истинную величину проецируется на плоскость Π_1 . Положение оси сверла, в выбранной системе плоскостей проекции, характеризуется размерами a и l . Ось сверла идет перпендикулярно плоскости Π_1 . В

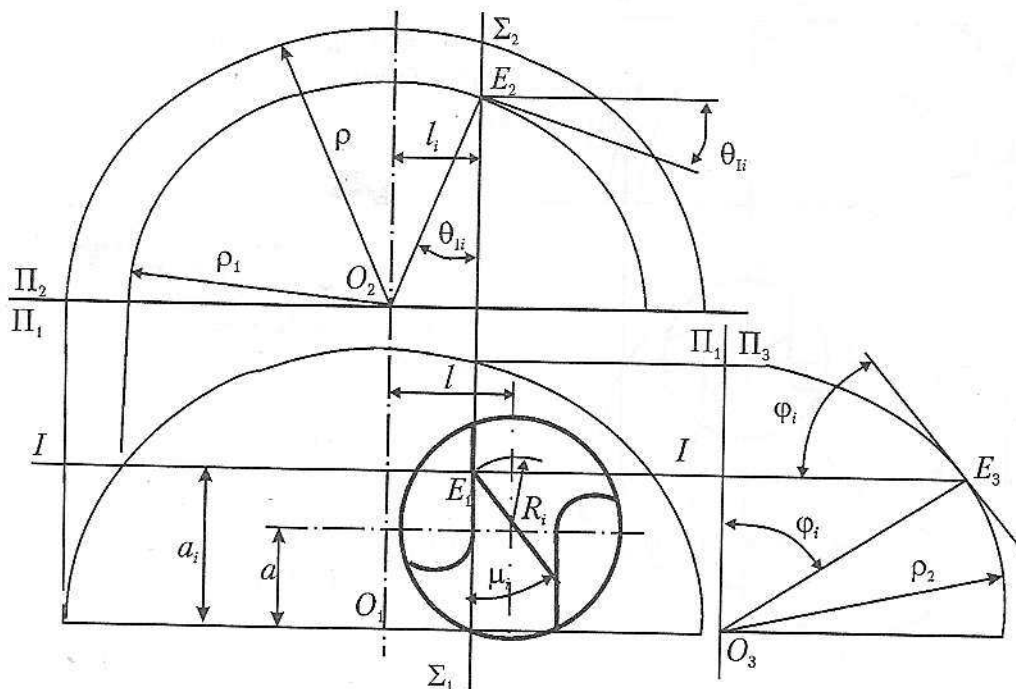


Рис. 1. Схема заточки сверла по сферическим поверхностям

первом приближении будем считать, что режущая кромка заточенного сверла лежит в плоскости $У$, положение которой характеризуется величиной $l_i = l - R_i \sin \mu_i$, которая располагается перпендикулярно плоскостям Π_1 и Π_2 .

Рассмотрим произвольную точку E режущей кромки сверла. Положение проекции E_1 точки E на плоскость Π_1 определяется размером $a_i \approx a + R_i \cos \mu_i$. Через точку E_1 проводится сечение $I-I$, перпендикулярное оси сферической поверхности. Линией пересечения сферической задней поверхности и сечения $I-I$ будет окружность радиуса ρ , которая в истинную величину проецируется на плоскость Π_2 . Точкой пересечения окружности радиуса ρ_1 и плоскости $У$ будет точка E . Окружность радиуса ρ_1 , расположенная в продольном сечении $I-I$, лежит на задней поверхности. Поэтому угол между касательной к этой окружности в точке E и горизонтальной прямой, параллельной плоскости Π_2 , будет инструментальным задним углом θ_{II} в продольном сечении сверла.

Плоскость Σ пересекается со сферической задней поверхностью по окружности, радиуса ρ_2 , которая в истинную величину проецируется на плоскость Π_3 . Касательная к этой окружности, проведенная в точке E , определяет угол φ_i при вершине в исследуемой точке режущей кромки.

Определение угла ψ наклона поперечной режущей кромки приведено на рис. 2. В системе плоскостей проекций Π_1/Π_2 определена точка A пересечения сферической задней поверхности и оси сверла. Через точку A проведено сечение $II-II$, перпендикулярное оси сверла.

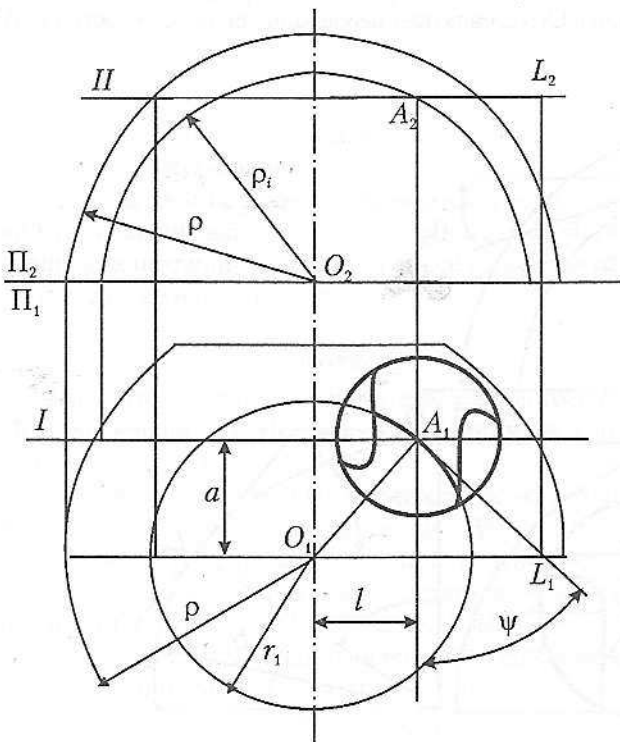


Рис. 1. Схема определения угла φ наклона поперечной режущей кромки

Сечение $II-II$ пересекается со сферической поверхностью по окружности радиуса r_1 , которая проходит через оси сверла. Касательная к этой окружности радиуса r_1 , проведенная в точке A , определяет положение касательной AL и поперечной режущей кромки. Угол между касательной AL и проекцией основной режущей кромки сверла на плоскость Π_1 будет углом ψ наклона поперечной режущей кромки.

В соответствии с графическим решением будем иметь:

$$\sin \theta_{II} = \frac{l-r}{\sqrt{\rho^2 - (a + R_i \cos \mu_i)^2}},$$

где R_i — радиус исследуемой точки режущей кромки;
 r — радиус сердцевины сверла;

$$\sin \mu_i = \frac{r}{R_i}.$$

$$\cos \varphi_i = \frac{a + R_i \cos \mu_i}{\sqrt{\rho^2 - (l-r)^2}},$$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{a}{l}.$$

Наряду с задачей определения геометрических параметров режущей части, представляет практический интерес решение обратной задачи. Будем считать, что задан статический задний угол α на периферии сверла в цилиндрическом сечении, концентричном оси сверла, угол при вершине φ на периферии сверла и угол при вершине φ_i в выбранной точке E режущей кромки, расположенной на радиусе R_i сверла.

При заданных величинах α и φ на периферии сверла, угол θ_i определяется по известной зависимости:

$$\operatorname{tg} \theta_i = \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{ctg} \varphi \sin \mu}{\cos \mu}.$$

Рассматривая периферийную точку режущей кромки сверла, будем иметь:

$$\sin \theta_i = \frac{l-r}{\sqrt{\rho^2 - (a + R \cos \mu)^2}},$$

$$\cos \varphi = \frac{a + R \cos \mu}{\sqrt{\rho^2 - (l-r)^2}}.$$

Для точки E , расположенной на радиусе R_i , будем иметь:

$$\cos \varphi_i = \frac{a + R_i \cos \mu_i}{\sqrt{\rho^2 - (l-r)^2}}.$$

Решая рассматриваемые три уравнения относительно a , l и ρ , будем иметь:

$$a = \frac{R \cos \mu \cos \varphi_i - R_i \cos \mu_i \cos \varphi}{\cos \varphi - \cos \varphi_i},$$

$$l = \frac{\sin \theta_1 (a + R \cos \mu)}{\cos \varphi} + r,$$

$$\rho = \sqrt{\frac{(a + R \cos \mu)^2}{\cos^2 \varphi} + (l - r)^2}.$$

Угол ψ_1 при рассматриваемом варианте будет:

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{a}{l}.$$

Зачастую, угол ψ_1 наклона поперечной кромки при односферической заточке сверла не равен рекомендуемому значению угла ψ наклона поперечной кромки. В этом случае, для того чтобы обеспечить заточку на требуемую величину угла ψ наклона поперечной кромки, применяют двухсферическую заточку зуба сверла. Вторую сферическую поверхность образуют таким образом, чтобы обеспечить требуемую величину угла наклона поперечной кромки. Для этого сверло при установке поворачивают вокруг своей оси на угол $\psi - \psi_1$ и затачивают вторую сферическую затылочную поверхность зуба.

Рассмотрим полученные зависимости на следующем примере:

Необходимо произвести заточку спирального сверла $D = 2R$, у которого диаметр сердцевины сверла $2r = 0,15D$ с геометрическими параметрами на периферии: $\varphi = 35^\circ$, $\alpha = 18^\circ$ на радиусе $R_1 = 0,2R$, $\varphi_1 = 60^\circ$.

Расчет производим в следующей последовательности:

1. Определяем $\sin \mu$ и $\sin \mu_1$

$$\sin \mu = \frac{0,15D}{D} = 0,15, \mu = 8^\circ 40';$$

$$\sin \mu_1 = \frac{0,15D}{0,2D} = 0,75, \mu_1 = 48^\circ 40'.$$

2. Вычисляем инструментальный задний угол θ_1

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{ctg} \varphi \sin \mu}{\cos \mu} = \frac{\operatorname{tg} 18^\circ - \operatorname{ctg} 60^\circ \cdot \sin 8^\circ 40'}{\cos 8^\circ 40'} = 0,2414$$

$$\theta_1 = 13^\circ 30'.$$

3. Определяем положение оси сверла

$$a = \frac{R \cos \mu \cos \varphi_1 - R_1 \cos \mu_1 \cos \varphi}{\cos \varphi - \cos \varphi_1} =$$

$$= \frac{R \cos 8^\circ 40' \cdot \cos 60^\circ - 0,2R \cdot \cos 48^\circ 40' \cdot \cos 35^\circ}{\cos 35^\circ - \cos 60^\circ} = 1,21R$$

$$l = \frac{\sin \theta_1 (a + R \cos \mu)}{\cos \varphi} + r =$$

$$= \frac{\sin 13^\circ 30' \cdot (a + R \cos 8^\circ 40')}{\cos 35^\circ} + 0,15R = 0,775R.$$

4. Определяем угол наклона поперечной режущей кромки

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{a}{l} = \frac{1,21R}{0,775R} = 1,56,$$

$$\psi_1 = 57^\circ 20'.$$

5. Вычисляем радиус сферы ρ

$$\rho = \sqrt{\frac{(a + R \cos \mu)^2}{\cos^2 \varphi} + (l - r)^2};$$

$$\rho = \sqrt{\frac{(1,25R + R \cdot \cos 8^\circ 40')^2}{\cos^2 35^\circ} + (0,775R - 0,15R)^2} = 2,755R$$

При радиусе профилирующей окружности $R_0 = 20$ мм и сверле $D = 20$ мм будем иметь:

$$\theta_1 = 13^\circ 30'; a = 12,1 \text{ мм}; l = 7,75 \text{ мм}; \psi_1 = 57^\circ 20';$$

$$\rho = 27,55 \text{ мм}; b = \sqrt{\rho^2 - R_0^2} = 18,9 \text{ мм}.$$

Выводы

При заточке сверл по сферической задней поверхности определены геометрические параметры режущей части сверла при известном его положении относительно задней сферической поверхности.

Решена обратная задача и определено положение сверла относительно сферической задней поверхности и найден размер радиуса сферической поверхности.

Показано, что для получения независимых величин угла наклона поперечной кромки необходимо каждый зуб сверла затачивать по двум сферическим поверхностям. Даны рекомендации по установке сверла в этом случае.

Литература

1. Криштона Н. А., Родина Т. П. Геометрия задних поверхностей сверл и способы их формообразования. — К.: Вища школа. — 1982.

2. Родин П. П. Геометрия режущей части спирального сверла. — К.: Техника. — 1975.