

УДК 621.9.025.

Н.С. Равська, д.т.н., проф.

Національний технічний університет України "КПІ"

Т.П. Ніколаєнко, к.т.н., доц.

Державний університет будівництва та архітектури (м. Київ)

Л.С. Мельничук, доц.

Житомирський державний технологічний університет

ФОРМА РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ СТАНДАРТНИХ СВЕРДЕЛ ПРИ РІЗНИХ КУТАХ ПРИ ВЕРШИНІ З ПЛОСКОЮ ЗАДНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ

У статті розглянуто форму різальної кромки стандартних свердел при різних кутах при вершині з плоскою задньою поверхнею

Вступ

Стандартні спіральні свердла можуть переточуватись з різними кутами при вершині. При цьому змінюється форма та положення різальної кромки свердла відносно осі, що впливає на його геометричні параметри і відповідно на працездатність інструмента. Тому виникає задача визначення форми різальної кромки спірального свердла при різних кутах при вершині, яка залежить також і від форми задньої поверхні інструмента.

В статті вирішується задача визначення форми різальної кромки стандартного спірального свердла при його заточці по площинам з різними кутами при вершині.

Графічне визначення форми різальної кромки

Стандартні спіральні свердла мають прямолінійну різальну кромку АВ (рис. 1), положення якої в системі Π_1/Π_2 визначається кутом при вершині 2φ та діаметром серцевини свердла $d = 2r$. Розглянемо стандартне спіральне свердло, заточене по площині, положення якої визначається кутом при вершині $2\varphi_1$ та інструментальним заднім кутом $\alpha_{ин}$. Кут при вершині φ_1 визначає положення твірної АР задньої площини. Інструментальний задній кут $\alpha_{ин}$ вимірюється в перерізі, перпендикулярному твірній АР.

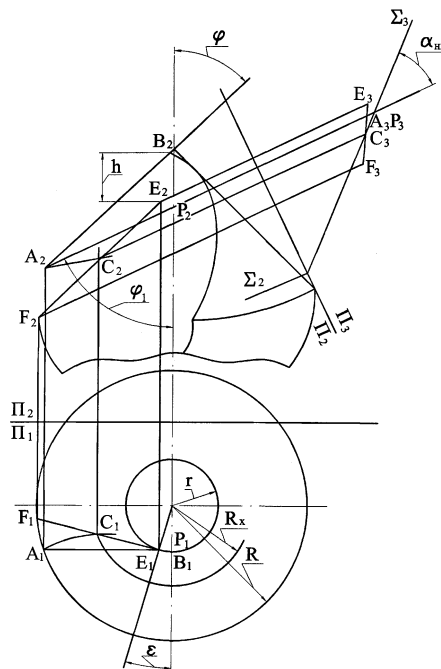


Рис. 1. Графічне визначення форми різальної кромки

Різальна кромка зазначеного свердла буде лінією перетину задньої площини та передньої гвинтової поверхні. Передня поверхня стандартного спірального свердла утворюється при гвинтовому русі прямолінійної різальної кромки АВ. Кут ω нахилу гвинтової передньої поверхні на перерізі свердла зазвичай приймається рівним $\omega = 30^\circ$.

Введемо систему площин проєкцій Π_2/Π_3 . Площина Π_3 перпендикулярна твірній AP задньої площини Σ . На площині Π_3 в натуральну величину зображається інструментальний задній кут $\alpha_{ин}$, який визначає положення сліду Σ_3 задньої площини на площині Π_3 .

При гвинтовому русі твірної AB створюється гвинтова передня поверхня. Розглянемо довільне положення твірної AB передньої поверхні. Прийнемо, що твірна AB здійснила поворот навколо осі свердла на кут ε і поступально перемістилась уздовж осі свердла на величину h . Величина h при повороті прямої AB на кут ε буде дорівнювати:

$$h = \frac{\pi R \varepsilon}{180 \operatorname{tg} \omega},$$

де кут ε вимірюється в градусах;

R – радіус свердла;

ω – кут нахилу передньої гвинтової поверхні на периферії свердла.

Відповідно до величин ε і h зображується послідовне положення твірної передньої гвинтової поверхні. При цьому точка A переміщається у точку F_1 , а точка B – в точку E . Пряма EF буде твірною гвинтової передньої поверхні в довільному положенні. Із задньою площиною Σ твірна AB перетинається в точці A . Точка A буде першою точкою різальної кромки. Твірна EF перетинається із задньою площиною Σ в точці C , точка C буде точкою різальної кромки в довільному положенні, що відповідає куту повороту ε . Аналогічно точці C знаходяться інші точки різальної кромки свердла, заточеного з кутом при вершині $2\varphi_1$ й інструментальним заднім кутом $\alpha_{ин}$. Сукупність знайдених таким чином точок буде шуканою різальною кромкою. У відповідності до графічного рішення визначимо наступне. Координати точки A (рис. 2):

$$X_A = R \cdot \cos \mu; \quad Y_A = r; \quad Z_A = 0,$$

де $\sin \mu = \frac{r}{R}$

r – радіус серцевини.

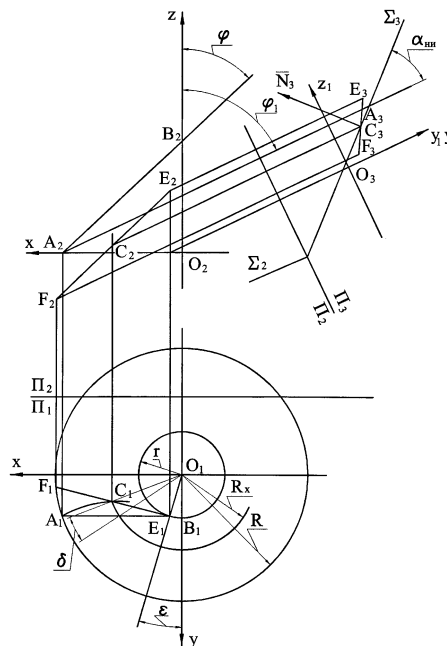


Рис. 2. Аналітичне визначення форми різальної кромки

Координати точки B :

$$X_B = 0; \quad Y_B = r; \quad Z_B = X_A \cdot \operatorname{ctg} \varphi = R \cdot \cos \mu \cdot \operatorname{ctg} \varphi.$$

Координати точки F :

$$X_F = R \cdot \cos(\mu - \varepsilon); \quad Y_F = R \sin \mu - \varepsilon; \quad Z_F = -h = -\frac{\pi R \varepsilon}{180 \operatorname{tg} \omega}.$$

Координати точки E :

$$X_E = r \cdot \sin \varepsilon; \quad Y_E = r \cdot \cos \varepsilon; \quad Z_E = Z_B - h = R \cdot \cos \mu \cdot \operatorname{ctg} \varphi - \frac{\pi R \varepsilon}{180 \operatorname{tg} \omega}.$$

У системі Y_1Z_1 координати зазначених точок:

$$Y_1 = Y;$$

$$Z_1 = X \cdot \cos \varphi_1 + Z \cdot \sin \varphi_1 .$$

Координати точки А₃: $Y_{1A} = r$; $Z_{1A} = R \cdot \cos \mu \cdot \cos \varphi_1$.

Рівняння прямої А₃С₃, що лежить на сліді Σ₃, буде:

$$Z_{1A} - Z_1 = \operatorname{tg} \alpha_{HH} \cdot Y_{1A} - Y_z .$$

Координати точки Е₃:

$$Y_{1E} = r \cdot \cos \varepsilon ;$$

$$Z_{1E} = r \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi_1 + \left(R \cdot \cos \mu \cdot \operatorname{ctg} \varphi - \frac{\pi R \varepsilon}{180 \operatorname{tg} \omega} \right) \cdot \sin \varphi_1 .$$

Координати точки F₃:

$$Y_{1F} = R \sin \mu - \varepsilon ;$$

$$Z_{1F} = R \cdot \cos \mu - \varepsilon \cdot \cos \varphi_1 - \frac{\pi R \varepsilon}{180 \operatorname{tg} \omega} \cdot \sin \varphi_1 .$$

Тоді розв'язок Е₃F₃ прямої в системі Y₁Z₁ буде:

$$\frac{Y_1 - Y_{1E}}{Y_{1F} - Y_{1E}} = \frac{Z_1 - Z_{1E}}{Z_{1F} - Z_{1E}} .$$

Точка С різальної кромки буде точкою перетину прямих А₃С₃ та Е₃F₃. Координати точки С в системі Y₁Z₁ будуть:

$$Y_{1C} = \frac{a \cdot Y_{1F} - Y_{1E} + Y_{1E} \cdot Z_{1F} - Z_{1E}}{Z_{1F} - Z_{1E} - \operatorname{tg} \alpha_{HH} \cdot Y_{1F} - Y_{1E}} ,$$

де $a = Z_{1A} - Y_{1A} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{HH} - Z_{1F}$;

$$Z_{1C} = Z_{1A} - \operatorname{tg} \alpha_{HH} \cdot Y_{1A} - Y_1 .$$

Рівняння прямої Е₁F₁ буде:

$$\frac{X_1 - r \cdot \sin \varepsilon}{R \cdot \cos \mu - \varepsilon - r \cdot \sin \varepsilon} = \frac{Y - r \cdot \cos \varepsilon}{R \cdot \sin \mu - \varepsilon - r \cdot \cos \varepsilon} .$$

У цього рівняння при відомій координаті Y_C точки С знаходимо координату X_C точки С:

$$X_C = \frac{Y_C - r \cdot \cos \varepsilon \cdot [R \cdot \cos \mu - \varepsilon - r \cdot \sin \varepsilon]}{R \cdot \sin \mu - \varepsilon - r \cdot \cos \varepsilon} + r \cdot \sin \varepsilon .$$

Координати Z_C точки С відповідно буде дорівнювати:

$$Z_C = \frac{Z_{1C}}{\sin \varphi_1} - X_C \cdot \cos \varphi .$$

За цими залежностями, вибираючи різні значення кута ε, розраховуються координати XYZ точок різальної кромки свердла, заточеного по площині при відповідній величині кута 2φ₁.

Визначення вектора \vec{P} , дотичного до різальної кромки

Вектор \vec{P} , дотичний до різальної кромки, в досліджуванні її точки С буде лінією перетину задньої площини з дотичною до передньої поверхні площиною в зазначеній точці. Вектор \vec{P} буде дорівнювати векторному добутку векторів \vec{N}_Π та \vec{N}_3 :

$$\vec{P} = N_n \times N_3 ,$$

де \vec{N}_Π – вектор нормалі до передньої поверхні;

\vec{N}_3 – вектор нормалі до задньої поверхні.

В системі XYZ вектор \vec{N}_3 нормалі до задньої площини буде:

$$\vec{N}_3 = \vec{i} \cdot \cos \varphi_1 - \vec{j} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{HH} + \vec{k} \cdot \sin \varphi_1 .$$

Вектор нормалі \vec{N}_Π до передньої гвинтової поверхні в точці С буде [1]:

$$\vec{N}_n = \vec{i} \cdot [\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \sin \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \cos \mu - \delta] - \vec{j} \cdot [\operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \mu_x - \delta - \operatorname{ctg} \omega_x \cdot \cos \delta] - \vec{k} \cdot \cos \mu_x ,$$

де $\delta = \mu_x - \xi$; $\operatorname{tg} \xi = \frac{Y_C}{Y_C}$; $\sin \mu_x = \frac{r}{R_x}$; $R_x = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2}$; $\operatorname{tg} \omega_x = \frac{R_x}{R} \cdot \operatorname{tg} \omega$;

Таким чином, вектор P залишимо:

$$P = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \cos \varphi_1 & -\operatorname{tg} \alpha_{\text{HII}} & \sin \varphi_1 \\ \left[\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \sin \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \cos \mu - \delta \right] & \left[\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \cos \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \mu - \delta \right] & -\cos \mu_x \end{vmatrix}.$$

Розкриваючи визначник, знайдемо вектор \bar{P} :

$$\begin{aligned} \bar{P} = & \bar{i} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\text{HII}} \cdot \cos \mu_x - \sin \varphi_1 \cdot \left[\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \cos \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \mu_x - \delta \right] - \\ & - \bar{j} \cdot -\cos \varphi_1 \cdot \cos \mu_x - \sin \varphi_1 \cdot \left[\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \sin \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \cos \mu_x - \delta \right] + \\ & + \bar{k} \cdot \cos \varphi_1 \cdot \left[\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \cos \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \mu_x - \delta \right] + \operatorname{tg} \alpha_{\text{HII}} \cdot \left[\operatorname{ctg} \omega_x \cdot \sin \delta - \operatorname{ctg} \varphi \cdot \cos \mu_x - \delta \right] \end{aligned}$$

або

$$\bar{P} = \bar{i} \cdot P_x + \bar{j} \cdot P_y + \bar{k} \cdot P_z.$$

На рис. 3 зображена досліджувана точка С різальної кромки та складові P_x, P_y, P_z вектора \bar{P} , що йде по дотичній до різальної кромки. В системі координат XYZ положення вектора \bar{P} визначається величинами кутів μ_1 та φ_1 .

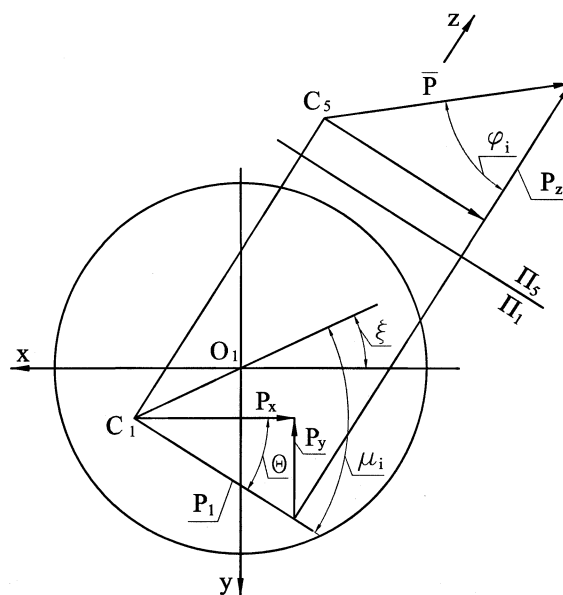


Рис. 3. Визначення положення вектора, дотичного до різальної кромки

Кут μ_1 вимірюється в площині XY, перпендикулярній осі свердла. Він знаходиться між радіусом O_1C_1 та проекцією різальної кромки на площині XY – проекцією вектора \bar{P} на площині X_1Y_1 . У відповідності до побудови будемо мати:

$$\mu_1 = \Theta + \xi.$$

де $\operatorname{tg} \Theta = \frac{P_y}{-P_x}$

Кут φ_1 , який знаходиться між віссю свердла Z та вектором \bar{P} , буде дорівнювати:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\sqrt{P_x^2 + P_y^2}}{P_z}.$$

У відповідності до знайденими величина кутів в μ_1 та φ_1 визначаються геометричні параметри різальної частини спірального свердла при його заточці по площинам з різальними кутами при вершині φ_1 , відомими залежностями для стандартного свердла [1], [2].

Висновок

Вирішена графічно задача визначення форми різальної кромки стандартного спірального свердла при його заточці по площинам з різними кутами при вершині.

Розроблена методика та виведені аналітичні залежності розрахунку координат точок різальної кромки стандартного свердла з різними кутами при вершині.

Одержані аналітичні залежності для визначення координат вектора \bar{P} , дотичного до різальної кромки свердла в її досліджуваній точці в залежності, від яких визначаються кути μ_i та φ_i для таких свердел.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Родин П.Р.* Геометрия режущей части спирального сверла // К.: Техніка, 1971. – 135 с.
2. *Равская Н.С., Николаенко Т.П., Мельник Л.С.* Общая теория определения геометрических параметров инструмента // Надежность инструмента и оптимизации технологических систем. – Краматорск. – 2003. – с. 3–11.

РАВСЬКА Наталія Сергіївна – доктор технічних наук, професор, завідувача кафедрою інструментального виробництва Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

- проектування інструменту.

НІКОЛАЄНКО Тетяна Петрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри нарисної геометрії Державного університету будівництва та архітектури (м. Київ).

Наукові інтереси:

- теорія проектування інструменту.

МЕЛЬНИЧУК Людмила Степанівна – доцент Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- різання матеріалів.

Подано 17.10.2004

Равська Н.С., Ніколаєнко Т.П., Мельничук Л.С. Форма різальної кромки стандартних свердел при різних кутах при вершині з плоскою задньою поверхнею

Равская Н.С., Николаенко Т.П., Мельничук Л.С. Форма резательной кромки стандартных сверл при разных углах при вершине с плоской задней поверхностью

УДК 621.9.025.

Форма різальної кромки стандартних свердел при різних кутах при вершині з плоскою задньою поверхнею / Н.С. Равська, Т.П. Ніколаєнко, Л.С. Мельничук

У статті розглянуто форму різальної кромки стандартних свердел при різних кутах при вершині з плоскою задньою поверхнею

УДК 621.9.025.

Форма резательной кромки стандартных сверл при разных углах при вершине с плоской задней поверхностью / Н.С. Равская, Т.П. Николаенко, Л.С. Мельничук

В статье рассмотрена форма резательной кромки стандартных сверл при разных углах при вершине с плоской задней поверхностью.