

УДК 629.3.027

Л.С. Мельничук, доц.
Житомирський державний технологічний університет

ГЕОМЕТРІЯ ЗАДНЬОЇ ПОВЕРХНІ СВЕРДЛА

Робота присвячена визначенню геометричних статичних параметрів задньої поверхні спіральних свердел.

Вступ

За обсягом випуску та використання в різних галузях промисловості спіральні свердла є інструментом масового застосування. Разом з тим, за конструкцією – це один із найбільш недосконалих інструментів. Тому питання удосконалювання спіральних свердел та підвищення ефективності їх використання є актуальними і не можуть бути вирішені без аналізу їхніх геометричних параметрів, зокрема, без аналізу геометрії задньої поверхні свердла.

Актуальність вирішення цього питання підсилюється і тим, що в процесі роботи спірального свердла його геометричні параметри не збігаються з параметрами, зазначеними на кресленні, значення яких є основою для аналізу їхньої зміни уздовж різальної кромки [1]. У той же час саме геометричні параметри інструмента, встановлювані в процесі роботи й обумовлені щодо напрямку швидкості головного руху (статичні) або результуючого (кінематичні), дозволяють більш точно оцінити та прогнозувати роботу інструмента. Для спіральних свердел задача визначення геометричних параметрів задньої поверхні в процесі їхньої роботи не вирішена.

Робочий задній кут

Задня поверхня свердла може мати різну форму. Найбільш простою та широко розповсюдженою є плоска задня поверхня спірального свердла. Геометрія задньої поверхні характеризується задніми кутами, що можуть вимірюватися в різних січній площинах. Задній кут – це кут у січній площині між задньою поверхнею і площиною різання. При проектуванні та експлуатації спіральних свердел вибирають величину заднього кута на профілі свердла в циліндричному перетині, концентричному до осі свердла. Це буде інструментальний робочий задній кут α (рис. 1). Він вимірюється в робочій площині, в якій розташовані напрямки швидкості різання та швидкості руху подачі.

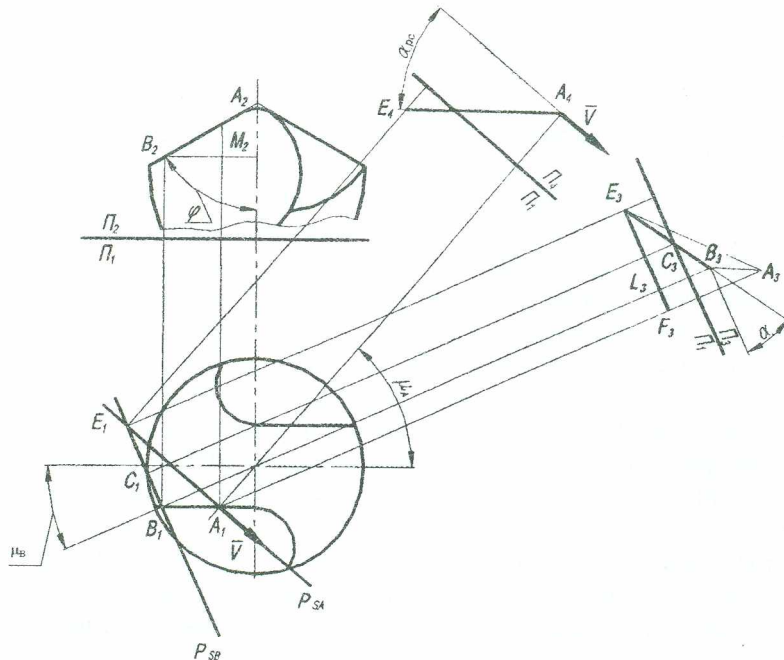


Рис. 1. Визначення робочого статичного кута

У справжню величину кут α проектується на площину Π_3 . Визначимо статичний робочий задній кут α_{pc} у довільній точці А різальної кромки. Положення задньої площини свердла

визначається двома прямими: різальною кромкою АВ і прямою ВС, що йде по лінії перетинання задньої площини та робочої площини $P_{св}$ в точці В на периферії свердла. Положення робочої площини в точці В характеризується кутом μ , рівним:

$$\sin \mu = \frac{r}{R},$$

де r – радіус серцевини свердла; R – радіус свердла.

Робочий статичний задній кут у точці А різальної кромки вимірюється в робочій площині P_{sA} точки А. Положення робочої площини P_{sA} в точці А визначається вектором швидкості \vec{V} обертання точки А навколо осі свердла і характеризується кутом μ_a , рівним:

$$\sin \mu_a = \frac{r}{R_a},$$

де R_a – радіус точки А.

Першою точкою перетинання задньої площини та робочої площини P_{sA} буде точка А, через яку проведена робоча площина. Друга точка перетинання задньої площини та робочої площини P_{sA} визначається як точка перетинання прямої ВС та площини P_{sA} . Це буде точка Е. Таким чином, лінією перетинання площини P_{sa} та задньої площини буде лінія АЕ. Кут між лінією АЕ та напрямком швидкості \vec{v} буде шуканим робочим статичним заднім кутом α_{pc} у точці А. Для того, щоб визначити істинну величину кута α_a , вводиться система площин проєкцій Π_1/Π_4 . Площина Π_4 проводиться паралельно до робочої площини P_{sA} в точці А. За правилом зміни площин проєкцій знаходиться проєкція A_4E_4 прямої АЕ на площину Π_4 , що визначає величину робочого статичного заднього кута α_{pc} у довільній точці А різальної кромки. Аналізуючи графічне рішення, будемо мати наступне:

За теоремою синусів із трикутника $A_1B_1E_1$ одержимо:

$$\frac{A_1B_1}{\sin(\mu_a - \mu)} = \frac{A_1E_1}{\sin(90 + \mu)} = \frac{A_1E_1}{\cos \mu}.$$

Звідси

$$A_1E_1 = \frac{A_1B_1 \cdot \cos \mu}{\sin(\mu_a - \mu)}.$$

Відповідно

$$B_1E_1 = \frac{A_1B_1 \cdot \cos \mu_a}{\sin(\mu_a - \mu)},$$

$$A_3F_3 = B_3L_3 + A_2M_2 = \frac{A_1B_1 \cdot \cos \mu_a \cdot \operatorname{tg} \alpha_p}{\sin(\mu_a - \mu)} + A_1B_1 \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{A_3F_3}{A_1E_1} = \frac{\frac{\cos \mu_a \cdot \operatorname{tg} \alpha_p}{\sin(\mu_a - \mu)} + \operatorname{ctg} \varphi}{\frac{\cos \mu}{\sin(\mu_a - \mu)}}.$$

Перетворюючи, одержимо

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{\cos \mu_a \cdot \operatorname{tg} \alpha_p + \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin(\mu_a - \mu)}{\cos \mu}.$$

Статичний та нормальний задні кути

Задній статичний кут α на свердлі визначається також у статичній головній січній площині та нормальній січній площині – $\alpha_{нс}$.

Знаючи задній кут α_{pc} у робочій площині, визначимо задній кут α у статичній головній січній площині. Статична головна січна площина $P_{тс}$ – це площина, перпендикулярна до лінії перетинання статичної основної площини P_{vc} і статичної площини різання $P_{нс}$ [2]. Знаючи кут α_{pc} у робочій площині в довільній точці А різальної кромки, визначимо в цій точці А задній кут α_c в статичній головній січній площині (рис. 2).

В обраній системі площин проєкцій Π_1/Π_2 зображується різальна частина свердла.

На площині Π_1 зображуються сліди робочої площини P_{s1} та основної площини P_{vc1} , що є горизонтально проєктуючими площинами і проходять через точку А різальної кромки АВ.

Вводиться система площин проєкцій Π_1/Π_3 . Площина Π_3 йде паралельно робочій площині P_{s1} . Тому на площину Π_3 у справжню величину проєктується робочий кут α_{pc} .

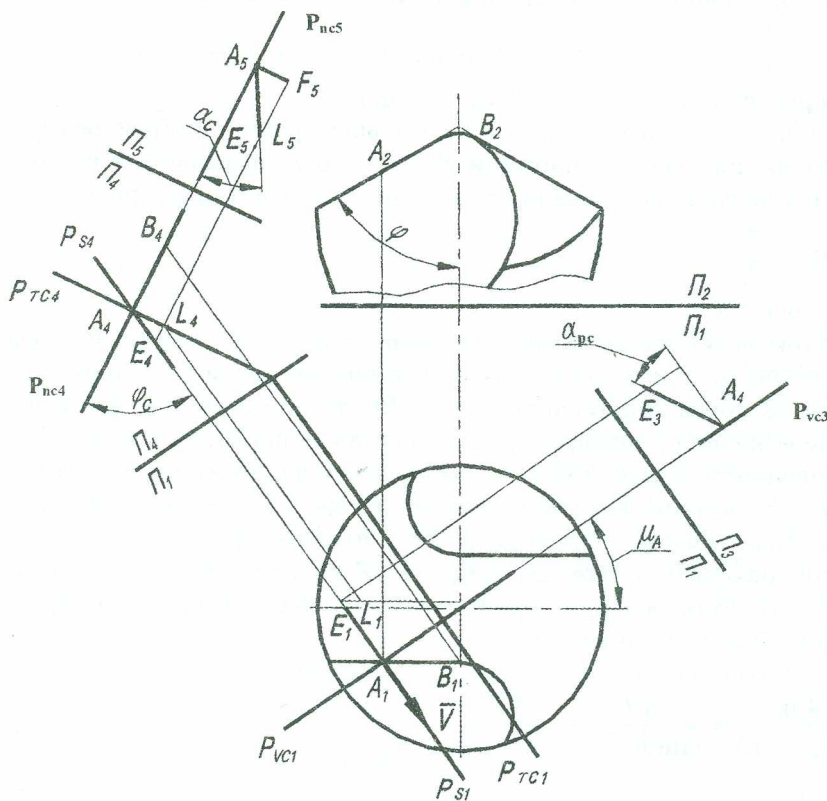


Рис. 2. Визначення заднього кута α_3

За правилом зміни площин проєкцій визначається проєкція A_3 точки A на площину Π_3 і проводиться в площині P_s пряма AE , положення якої визначається кутом α_{pc} . Площина, дотична в точці A до задньої площини, визначається двома прямими: різальною кромкою AB та прямою AE , розташованою на задній площині.

Вводиться система площин проєкцій Π_1/Π_4 . Площина Π_4 проводиться паралельно основній площині P_{vc} . Визначається проєкція A_4B_4 різальної кромки на площину Π_4 , що характеризує величину кута в плані φ_c . Через точку A різальної кромки проводиться головна січна площина P_{tc} , слідами якої будуть P_{tc1} і P_{tc4} . Знаходиться лінія перетинання задньої площини та головної статичної січної площини P_{tc} . Різальна кромка AB перетинається з площиною P_c у точці A . Через точку E , розташовану на задній площині, проводиться пряма EL , паралельна різальній кромці AB . Пряма EL перетинається з задньою площиною в точці L . Пряма AL перетинання задньої площини та головної статичної січної площини P_{tc} визначає величину статичного заднього кута α_3 , що вимірюється в площині P_{tc} . Вводиться система площин проєкцій Π_4/Π_5 . Площина Π_5 проводиться паралельно головній статичній січній площині P_{tc} . Тому на площину Π_5 у справжню величину проєктується задній кут α_c . Величина заднього кута α_c визначається розташуванням проєкції A_5L_5 лінії AL на площину Π_4 .

Аналізуючи графічне рішення, будемо мати:

$$\text{ctg} \alpha_c = \frac{F_2 L_5}{A_5 F_5};$$

$$A_4 L_4 = A_5 F_5 = A_4 E_4 \cdot \sin \varphi_c;$$

$$F_5 E_5 = A_1 E_1 = A_4 E_4 \cdot \text{ctg} \alpha_a;$$

$$E_4 L_4 = A_4 E_4 \cdot \cos \varphi_c;$$

$$L_5 E_5 = A_4 E_4 \cdot \sin \varphi_c \cdot \cos \varphi_c \cdot \text{tg} \mu;$$

$$F_5 L_5 = F_5 E_5 - L_5 F_5 = A_4 E_4 (\text{ctg} \alpha_a - \sin \varphi_c \cdot \cos \varphi_c \cdot \text{tg} \mu);$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_c = \frac{\operatorname{ctg} \alpha_a - \sin \varphi_c \cdot \cos \varphi_c \cdot \operatorname{tg} \mu}{\sin \varphi_c}$$

Звідси

$$\operatorname{ctg} \alpha_c = \frac{\operatorname{ctg} \alpha_a}{\sin \varphi_c} - \operatorname{tg} \mu \cdot \cos \varphi_c,$$

де $\operatorname{tg} \varphi_c = \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \mu$.

Статичний задній кут α_n у нормальному до різальної кромки перетині визначається за відомою залежністю:

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_c \cdot \cos \lambda_c.$$

За отриманими залежностями визначаються робочі задні кути α_a , статичні задні кути α_c у головній статичній січній площині та задні кути α_n у нормальному до різальної кромки перетині.

Аналіз отриманих залежностей показує, що задні кути стандартного спірального свердла збільшуються при переміщенні уздовж різальної кромки від периферії до центра.

Висновки

Вирішено задачу визначення геометричних статичних параметрів задньої поверхні спірального свердла. Отримані залежності дозволяють знаходити значення статичних задніх кутів у довільній точці різальної кромки свердла, у різних січніх площинах. Оскільки значення подачі при свердлінні несутірно мале у порівнянні зі швидкістю головного руху, то їх значення досить точно визначають геометрію задньої поверхні свердла в процесі роботи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Родін П.Р. Металорізальні інструменти. – К.: Вища школа, 1979. – С. 112–120.
2. ДСТ 25762-83. Обробка різанням // Терміни, визначення і позначення загальних понять. – М.: ГК СРСР по стандартах, 1983. – 41 с.

МЕЛЬНИЧУК Людмила Степанівна – доцент Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– різання матеріалів.

Подано 11.11.2003