



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67685 (13) U  
(51) МПК  
G01B 5/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

ОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ГОЛОВНОГО ЗАДНЬОГО КУТА СПІРАЛЬНОГО СВЕРДЛА

1

2

(21) u201109411

(22) 27.07.2011

(24) 27.02.2012

(46) 27.02.2012, Бюл.№ 4, 2012 р.

(72) КРИВИЙ ПЕТРО ДМИТРОВИЧ, КОБЕЛЬНИК  
ВОЛОДИМИР РОМАНОВИЧ, ПРОДАН ВІТАЛІЙ  
ІВАНОВИЧ

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІ-  
ЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

(57) Спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла, при якому спіральне свердло встановлюють в патроні, на якому міститься кутова шкала, поділена на 360°, і який закріплений в опорі кочення, а індикаторну головку годинникового типу закріплюють в механізмі, який дозволяє забезпечити її переміщення у двох взаємно перпендикулярних напрямках, при цьому вимірювання величини головного заднього кута здійснюють в січній площині, перпендикулярній до осі свердла, який **відрізняється** тим, що щуп індикаторної головки встановлюють в точку, яка лежить на циліндричній поверхні свердла діаметром d і на поперечній осі, що проходить через вершину свердла паралельно головним різальним кромкам, потім повертають свердло на кут  $\mu = \arcsin(d_c / d)$ , де  $d_c$  - діаметр серцевини свердла, створюють попередній натяг індикаторної головки і встановлюють її шкалу на нуль, виконують поворот свердла на кут  $\varphi_0 = 180^\circ / \pi r$ , який стягує дугу довжиною 1 мм кола радіусом  $r = d/2$ , і заміряють за показниками індикаторної головки падіння кривої k, утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною, перпендикулярною повздовжній осі свердла, визначають значення статичного головного заднього

кута  $\alpha_{cN}$  в головній січній площині із залежності:

$$\alpha_{cN} = \arctg \frac{2r \cdot \sin^2(\varphi_0 / 2) + k \cdot \cos \varphi_0 \cdot \cos \varphi}{k \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0 / 2)] - k \cdot \sin \varphi_0},$$

де r - радіус свердла;

$\varphi_0$  - кут повороту, який стягує дугу довжиною 1 мм кола радіусом r;

k - величина падіння кривої, утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною, перпендикулярною повздовжній осі свердла;

$\varphi$  - половина кута між ріжучими кромками,

при цьому для визначення кута  $\alpha_{cNx}$  в точці головної різальної кромки, що знаходиться на діаметрі  $2r_x < 2r = d$ , свердло повертають за годинниковою стрілкою на кут  $\varphi_{0x}$  у початкове положення, переміщують щуп індикаторної головки на діаметр  $d_x$ , а потім довертають на кут  $\mu = \arcsin(d_c / d)$  у вихідне положення, створюють попередній натяг індикаторної головки і виставляють її шкалу на нуль, потім повертають свердло проти годинникової стрілки на кут  $\varphi_{0x} = 180^\circ / \pi r_x$ , реєструють значення кривої  $k_x$ , далі, здійснивши аналогічно вищеписану методику, визначають відповідні значення статичних головних задніх кутів  $\alpha_{cNx}$  в головних січніх площинах в точках головної різальної кромки, розташованих на різних діаметрах, і оцінюють зміну статичного головного заднього кута  $\alpha_{cNx}$  по довжині головної різальної кромки.

Корисна модель належить до машинобудування, а саме до контрольно-виміральної техніки.

Найближчим до запропонованого є спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла, при якому спіральне свердло встановлюють в патроні, на якому міститься кутова шкала, поділена на 360°, і який закріплений в опорі кочен-

ня, а індикаторну головку годинникового типу закріплюють в механізмі, який дозволяє забезпечити її переміщення у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Вимірювання величини головного заднього кута здійснюють в січній площині, перпендикулярній до осі свердла (Патент. 16398 Україна, МПК G01B 5/24, опубл. 15.08.2006. Бюл. № 8).

Недоліком відомого способу є висока трудомі-

(19) UA (11) 67685 (13) U

стість апроксимування експериментальних даних аналітичною функцією і контролю, що затрудняє його використання безпосередньо в цехах на виробництві.

В основу корисної моделі, спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла, поставлено задачу підвищення точності контролю значення головного заднього кута спірального свердла, при якому спіральне свердло встановлюють в патроні, на якому міститься кутова шкала, поділена на  $360^\circ$ , і який закріплений в опорі кочення, а індикаторну головку годинникового типу закріплюють в механізмі, який дозволяє забезпечити її переміщення у двох взаємно перпендикулярних напрямках, при цьому вимірювання величини головного заднього кута здійснюють в січній площині, перпендикулярній до осі свердла, причому щуп індикаторної головки встановлюють в точку, яка лежить на циліндричній поверхні свердла діаметром  $d$  і на поперечній осі, що проходить через вершину свердла паралельно головним різальним кромкам, потім повертають свердло на кут  $\mu = \arcsin(d_c/d)$ , де  $d_c$  - діаметр серцевини свердла, створюють попередній натяг індикаторної головки і встановлюють її шкалу на нуль, виконують поворот свердла на кут  $\varphi_0 = 180^\circ/\pi\tau$ , який стягує дугу довжиною 1 мм кола радіусом  $r = d/2$ , і заміряють за показниками індикаторної головки падіння кривої  $k$ , утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною перпендикулярною повздовжній осі свердла, визначають значення статичного головного заднього кута  $\alpha_{cN}$  в головній січній площині із залежності:

$$\alpha_{cN} = \arctg \frac{2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) + k \cdot \cos \varphi_0}{k \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin \varphi_0} \cdot \cos \varphi$$

де  $r$  - радіус свердла;

$\varphi_0$  - кут повороту, який стягує дугу довжиною

1 мм кола радіусом  $r$ ;

$k$  - величина падіння кривої, утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною перпендикулярною повздовжній осі свердла;

$\varphi$  - половина кута між ріжучими кромками, при цьому для визначення кута  $\alpha_{cN_x}$  в точці головної різальної кромки, що знаходиться на діаметрі  $2r_x < 2r = d$ , свердло повертають за годинниковою стрілкою на кут  $\varphi_{0x}$  у початкове положення, переміщують щуп індикаторної головки на діаметр  $d_x$ , а потім повертають на кут  $\mu = \arcsin(d_c/d)$  у вихідне положення, створюють попередній натяг індикаторної головки, виставляють її шкалу на нуль і повертають свердло проти годинникової стрілки на кут  $\varphi_{0x} = 180^\circ/\pi\tau_x$ , реєструють значення кривої  $k_x$ , далі, здійснивши аналогічно вищеописану методику, визначають відповідні значення статичних головних задніх кутів  $\alpha_{cN_x}$  в головних січніх площинах в точках головної різальної кромки, розташованих на різних діаметрах, і оцінюють зміну

статичного головного заднього кута  $\alpha_{cN_x}$  по довжині головної різальної кромки.

Суть способу ілюструється графічними матеріалами поданих на фігурах 1-6, зокрема, на фіг. 1 представлена схема пристрою для вимірювання значення кривої  $k$ , утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною перпендикулярною повздовжній осі свердла; на фіг. 2 - схема встановлення щупа у вихідному положенні; на фіг. 3 - схема встановлення щупа при повороті свердла на кут  $\mu$ ; фіг. 4 - схема положення щупа при вимірюванні падіння кривої  $k$  після повороту на заданий кут  $\varphi_0$ , який відповідає довжині дуги рівній 1 мм; на фіг. 5 - розрахункова схема для визначення головного заднього кута  $\alpha$ ; на фіг. 6 - фрагмент розрахункової схеми поданої на фіг. 5.

Спосіб реалізується наступним чином.

Вимірювання величини головного заднього кута здійснюється в січній площині, перпендикулярній до осі свердла.

Спіральне свердло 1 з діаметром  $d$  (фіг. 1) встановлюють в патрон 2 пристрою для вимірювання значення кривої  $k$ , утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною перпендикулярною повздовжній осі свердла, на якому є кутова шкала 3 поділена на  $360^\circ$  і який закріплений в опорі кочення 4. Індикаторну головку годинникового типу 5 з щупом 6 закріплюють в механізмі 7, який дозволяє забезпечити її переміщення у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Щуп індикаторної головки встановлюють в точку С (фіг. 2), яка лежить на циліндричній поверхні свердла діаметром  $d$  і на поперечній осі, що проходить через вершину свердла паралельно головним різальним кромкам.

Повертають свердло на кут  $\mu = \arcsin(d_c/d)$ ,

де  $d_c$  - діаметр серцевини свердла, в цьому положенні щуп індикаторної головки контактує з головною задньою поверхнею в точці А головної різальної кромки, яка розміщена на периферії свердла тобто на радіусі  $r = d/2$ , створюють попередній натяг індикаторної головки і встановлюють її шкалу на нуль (фіг. 3), повертають свердло на кут

$\varphi_0 = 180^\circ/\pi\tau$ , при якому довжина дуги  $AL$  по сліду головної задньої поверхні в площині перпендикулярній осі свердла рівна 1 мм, і заміряють, фіксуючи покази індикаторної головки, падіння кривої  $k$  (фіг. 4). Запропонований метод базується на допущенні, що при довжині дуги  $L_{AC} = 1$  мм частину сліду головної задньої поверхні в площині перпендикулярній повздовжній осі свердла  $AC$  можна вважати прямолінійною і точка  $D$  одночасно лежить на кривій  $AL$  і прямій  $AE$  (фіг. 5), яка є дотичною до сліду головної задньої поверхні. Тоді кут  $\alpha$  буде знаходитися між дотичною  $AB$  до кола з центром  $O$  в точці  $A$  ( $AB \perp OA$ ) і дотичною  $AE$  до сліду головної задньої поверхні в площині перпендикулярній повздовжній осі свердла, тобто  $\alpha = \angle BAD$ .

З  $\triangle ABO$   $\angle ABD = 90^\circ - \varphi_0$ . Кут  $\angle ACF$  - вписаний в коло з центром  $O$  і радіусом  $r$ , тоді  $\angle ACF = 90^\circ - \varphi_0$ . З

$\triangle ABC$  будемо мати  $\angle ACB=90^\circ+\varphi_0/2$ ;  $\angle BAC=\varphi_0/2$ . Використавши теорему синусів для  $\triangle ABC$ , отримали  $AB=AC \cdot \sin(90^\circ+\varphi_0/2)/\sin(90-\varphi_0)$ . Врахувавши формули приведення і те, що  $AC$  - хорда, що стягує дугу довжиною  $L_{AC}=1$  мм, отримали  $AB=2r \cdot \sin(\varphi_0/2) \cdot \cos(\varphi_0/2)/\cos\varphi_0$ ;  $BC=2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2)/\cos\varphi_0$ .

Опустивши з точки  $D$  на пряму  $AB$  перпендикуляр в точку  $M$  (фіг. 6), отримали два прямокутні трикутники  $\triangle ADM$  і  $\triangle BDM$ . З  $\triangle BDM$  будемо мати  $BM=[2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2)/\sin\varphi_0+k] \cdot \sin\varphi_0$ .

Тоді  $AM=AB-BM=r \cdot \text{tg}\varphi_0[1-2\sin^2(\varphi_0/2)]-k \cdot \sin\varphi_0$ ,  $k=DC$  - визначається за показом індикаторної головки.

Розглянемо  $\triangle ADM$ ;  $\angle DAM=\alpha$ ,  $\text{tg}\alpha=DM/AM$ , звідки

$$\alpha = \arctg \frac{2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) + k \cdot \cos\varphi_0}{r \cdot \text{tg}\varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin\varphi_0}, \quad (1)$$

Помноживши отримане значення  $\alpha$  на  $\cos\varphi$ , визначають значення статичного головного заднього кута  $\alpha_{cN}$ , в заданій точці головної різальної кромки розміщеної на циліндричній поверхні свердла діаметром  $d$ , в головній січній площині із заложності:

$$\alpha_{cN} = \arctg \frac{[2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) + k \cdot \cos\varphi_0] \cdot \cos\varphi}{k \cdot \text{tg}\varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin\varphi_0} \quad (2)$$

де  $r$  - радіус свердла;

$\varphi_0$  - кут повороту, який стягує дугу довжиною 1 мм кола радіусом  $r$ ;

$k$  - величина падіння кривої, утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною перпендикулярною повздожній осі свердла;

$\varphi$  - половина кута між ріжучими кромками.

Для визначення кута  $\alpha_{cNx}$  в точці головної різальної кромки, що знаходиться на діаметрі  $2r_c < 2r = d$ , свердло повертають за годинниковою стрілкою на кут  $\varphi_{0x}$  у початкове положення, перемішають щуп індикаторної головки на діаметр  $d_x$ , а потім повертають на кут  $\mu_x = \arcsin(\sin d_c/d_x)$  у вихідне положення, створюють попередній натяг індикаторної головки і виставляють її шкалу на нуль, і повертають свердло проти годинникової стрілки на кут  $\varphi_{0x} = 180^\circ/\pi k_x$ , реєструють значення кривої  $k_x$ , далі, здійснивши аналогічно вищеописану методику, визначають відповідні значення статичних го-

$$\alpha = \arctg \frac{2 \cdot 10,125 \cdot \sin^2 2,831^\circ + 0,128 \cdot \cos 5,662^\circ}{10,125 \cdot \text{tg} 5,662^\circ \cdot (1 - \sin^2 2,831^\circ) - 0,128 \cdot \sin 5,662^\circ} = 10,137^\circ$$

Помноживши отримане значення  $\alpha$  на  $\cos\varphi$  знайшли величину статичного головного заднього кута в головній січній:

$$\alpha_{cN} = \alpha \cdot \cos\varphi = 10,137^\circ \cdot \cos 58^\circ = 5,372^\circ = 5^\circ 22'.$$

Таким чином, використавши запропонований спосіб вимірювання головного заднього кута і від-

ловних задніх кутів  $\alpha_{cNx}$  в головних січніх площинах в точках головної різальної кромки, розташованих на різних діаметрах.

По цих даних оцінюють зміну статичного головного заднього кута  $\alpha_{cNx}$  по довжині головної різальної кромки.

Приклад конкретного виконання способу вимірювання головного заднього кута спірального свердла.

Вимірювання головного заднього кута здійснювалось з використанням спірального свердла діаметром  $d=20,25$  мм, діаметром серцевини  $d_c=4,05$  мм, з кутом нахилу гвинтової лінії  $\omega=32^\circ$  і кутом при вершині свердла  $2\varphi=116^\circ$  та індикаторної головки годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм, та вище зазначеного відомого механізму (фіг. 1).

Щуп індикаторної головки встановили в точку, яка лежить на циліндричній поверхні свердла діаметром  $d=20,25$  мм і на поперечній осі, що проходить через вершину свердла паралельно головним різальним кромкам.

Повернули свердло на кут

$$\mu = \arcsin \frac{d_c}{d} = \arcsin \frac{4,05}{20,25} = 11^\circ 32'.$$

Здійснили натяг індикаторної головки на величину 1 мм. Встановили шкалу індикаторної головки на нуль.

Повернули свердло, на кут

$$\varphi_0 = \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{180^\circ}{3,14 \cdot 10,125} = 5,662^\circ = 5^\circ 40', \text{ що стягує}$$

на колі діаметром  $d=20,25$  мм дугу довжиною 1 мм.

За показами стрілки індикаторної головки фіксували значення кривої, утвореної падінням головної задньої поверхні та площиною перпендикулярною повздожній осі свердла  $k=0,128$  мм.

Використавши формулу

$$\alpha = \arctg \frac{2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) + k \cdot \cos\varphi_0}{r \cdot \text{tg}\varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin\varphi_0} \text{ і підстави-}$$

вши значення параметрів  $r=10,125$  мм,  $\varphi_0=5,662^\circ$ ,  $k=0,128$  мм, отримали значення головного заднього кута  $\alpha$  в площині перпендикулярній до повздожньої осі свердла:

повідну програму для ЕОМ, ввівши отримані експериментальні дані, визначають значення головного заднього кута в головній січній площині на периферії свердла.

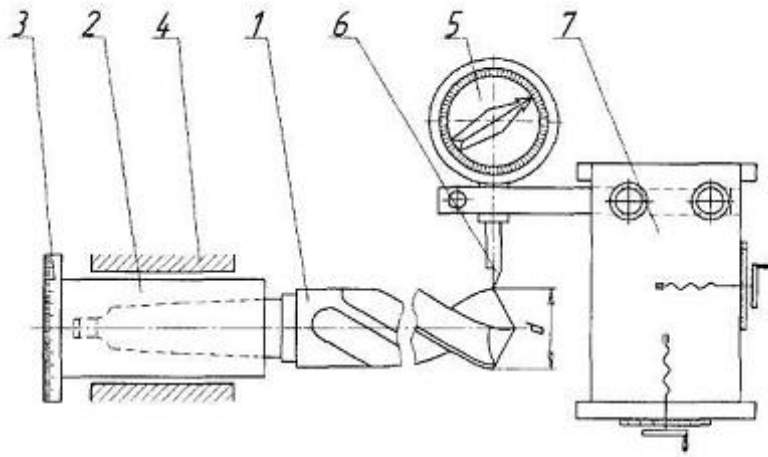


Fig. 1

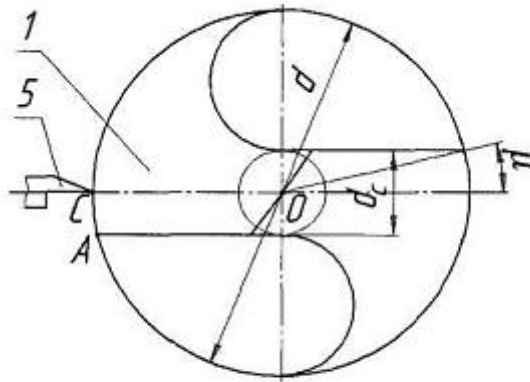


Fig. 2

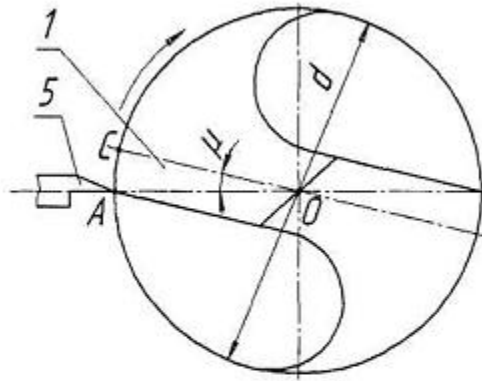


Fig. 3

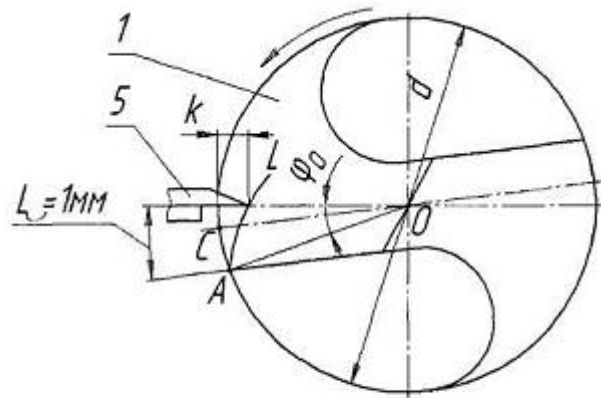
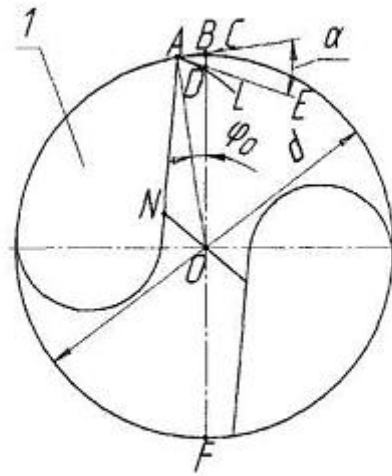
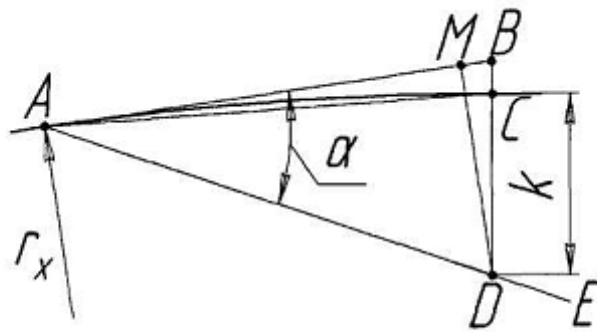


Fig. 4



Фиг. 5



Фиг. 6