

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ГОЛОВНОГО ЗАДНЬОГО КУТА СПІРАЛЬНОГО СВЕРДЛА

Кривий П.Д., Кобельник В.Р., Продан В.І.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
Яковлев В.Г.*

Волочиський машинобудівний завод ПАТ «Мотор Січ»

Створено нові методи вимірювання головного заднього кута спіральних сверدل, в яких їх головні задні поверхні сформовані за різними видами загострення. Запропоновані методи забезпечують підвищення точності і продуктивності вимірювання. Отримано залежності для визначення величини головного заднього кута при використанні запропонованих методів. Подані діаграми для визначення головного заднього кута на периферії свердла за величиною падіння сліду головної задньої поверхні в залежності від діаметру і кута при вершині свердла.

Ключові слова: свердло, методи вимірювання, задня кромка.

Постановка проблеми. Одними із найважливіших параметрів спірального свердла є головний задній кут (ГЗК) α , головний передній кут (ГПК) γ і кут загострення (КЗ) β . У випадку, коли значення α менше за величину кінематичного ГЗК, тобто $\alpha_k < \arctg S / \pi D$ (тут S – подача на оборот, D – діаметр свердла), процес різання неможливий.

Так як головна передня поверхня (ГПП) спірального свердла є гвинтовою, то існує об'єктивна залежність, яка проявляється у збільшенні γ вздовж головної різальної кромки (ГРК) при переміщенні точки на ГРК, в якій вимірюється α , у напрямі від центра свердла до його периферії. Кут β в головній січній площині (ГСП) знаходиться між дотичними, поставленими в заданій точці ГРК до слідів у цій площині головної задньої поверхні (ГЗП), і ГПП спірального свердла. У випадку коли, ГЗП заточена плоско або за методом Вашбурна [1], кут β зменшується вздовж ГРК і на периферії свердла стає мінімальним. Так як кут β в значній мірі визначає в ГСП площу перерізу зуба свердла, проведеного через задану точку ГРК перпендикулярно до його повздовжньої осі, і тим самим W_p – полярний момент опору перерізу [2], а значить і його механічну міцність та теплостійкість, то для його оптимізації шляхом забезпечення встановлених [3], робочими кресленнями чи технічними умовами значень α виникає необхідність в нових методах вимірювання його величини не тільки на периферії свердла, але і вздовж ГРК як при здійсненні наукових досліджень, так і у виробництві спіральних свердел.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Створенню методів контролю і вимірюванню ГЗК спірального свердла присвячено ряд наукових праць [4-7]. Аналіз відомих методів виявив певні недоліки, які впливають як на точність, так і на продуктивність вимірювання. Деякі методи вимагають дорогого вимірювального обладнання і є проблематичними при їх застосуванні безпосередньо у цехах інструментального виробництва.

Так при методі вимірювання ГЗК, поданому в [4], використовують спеціальний електроконтактний прилад. Значення α визначають шляхом повороту вручну рухомої частини приладу відносно заданої точки на ГРК по колу до тих пір, поки контрольна губка приладу, яка знаходиться під напругою, не сконтактує з металевим інструментом. При цьому замкнеться електричне коло, спалахне лампочка, і в цей момент здійснюють відлік кута по нерухомій шкалі, яка нанесена на основі вимірювальної головки. Недоліком цього методу є похибка вимірювання, яка викликана неможливістю чіткого забезпечення руху рухомої частини приладу по колу, а також неможливістю здійснити вимірювання α саме в заданій точці ГРК.

Вимірювання α спірального свердла з використанням інструментального мікроскопа [4] вимагає значного часу, що при масовому виробництві свердел є певним

недоліком і не виключає похибки вимірювання, яка може бути викликана явищем паралаксу.

Відомий метод вимірювання α спірального свердла з використанням спеціального пристрою [5, 6], який дає можливість отримати на папері, намотаному і закріпленому на барабані, зображення сліду головної задньої поверхні у вигляді кривої лінії. Для визначення ГЗК в ГСП – α_{N-N} , наприклад, в заданій точці M за цим методом до отриманої кривої 1 (рис. 1), що являє собою слід ГЗП в ГСП, проводять дотичну 2 в системі координат XOY і на цій дотичній вибирають довільну точку N_1 , визначають її координати x_{N_1} і y_{N_1} й, використавши відому формулу $\alpha_{N-N} = \arctg(7,5 \cdot y_{N_1} \cdot \sin \varphi / D_x \cdot x_{N_1})$ [5, 6], де 7,5 – постійне значення, яке характеризує передаточне число механізму приладу; D_x – заданий діаметр кола свердла, на якому розміщена точка ГРК, в якій вимірюють α свердла; φ – головний кут свердла в плані, визначають α_{N-N} .

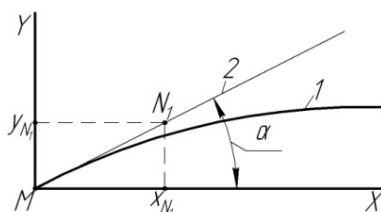


Рисунок 1 – Графік вимірювання параметрів x_{N_1} і y_{N_1} за [5, 6]

Розглянутий метод має ряд суттєвих недоліків. По-перше, неможливо графічно чітко провести дотичні до кривих, які відображують сліди ГЗП в перерізах, проведених через задані точки ГРК, а по-друге, це невідповідність розмірностей у поданій формулі.

Найпоширенішим є метод вимірювання α спіральних свердл, висвітлений в [6-8]. Суть методу проілюстровано рис. 2 і полягає вона у наступному. Спіральне свердло 4 діаметром d встановлюють в патроні 3, на якому є кутова шкала 1, поділена на 360° . Патрон 3 закріплений в опорі кочення 2. Індикаторну головку годинникового типу 6 закріплюють в механізмі 7, який дозволяє забезпечити її переміщення у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Щуп 5 індикаторної головки 6 встановлюють на заданий діаметр d_s в точці ГРК, здійснюють натяг, виставляють шкалу 1 на «нуль» і повертають свердло 4 на кут τ_x (рис. 2 б), величина якого обмежена ГРК і кривою перетину сліду ГЗП з поверхнею канавки. На індикаторній головці реєструють величину k_x падіння сліду ГЗП при певному значенні τ_x і за формулою $\operatorname{tg} \alpha_x = k \cdot 360 / \pi d_x \tau_x$ визначають значення ГЗК.

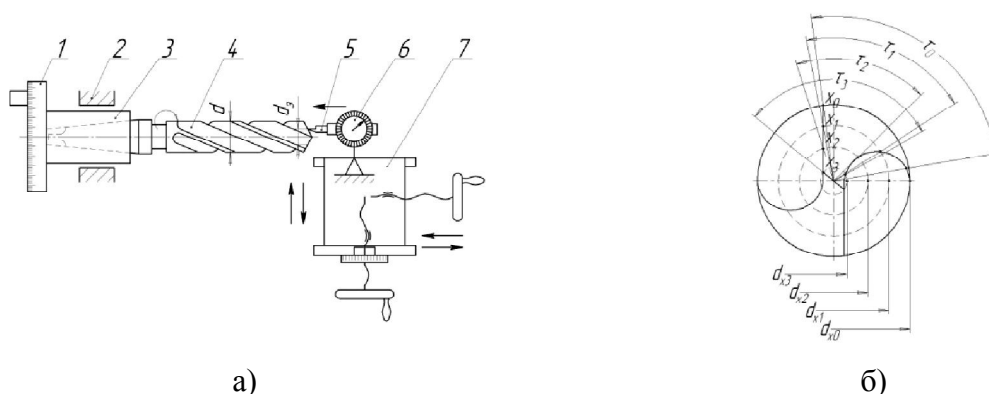


Рисунок 2 – Конструктивна схема пристрою: а) для визначення величини падіння гвинтової лінії на заданому діаметрі d_s ГЗП; б) схема вимірювання кутів повороту свердла τ_x в залежності від заданого діаметру d_{xi} .

Недоліком даного методу є похибка вимірювання, яка викликана неточним значенням величини кута повороту τ_x , так як крива, що являє собою слід ГЗП свердла,

може бути немонотонною [10]. Розглянутий метод може використовуватись тільки для сверدل, в яких ГЗП є гвинтовою, а для сверدل, в яких ГЗП загострена за конічною, циліндричною, конічно-циліндричною тощо поверхнями, він непридатний.

Мета роботи: створення методів вимірювання ГЗК спіральних свердел з розширеними можливостями, які забезпечують вимірювання ГЗК безпосередньо у виробничих підрозділах у випадках, коли ГЗП свердла може бути такими поверхнями: гвинтовою, конічною, циліндричною, конічно-циліндричною тощо і при цьому забезпечують високу точність.

Постановка задачі: створити методи вимірювання величин ГЗК спірального свердла, які забезпечували б високу точність і достовірність та можливість вимірювання ГЗК у випадках, коли ГЗП сформована різними методами загострення.

Результати дослідження. Запропоновано два нові методи вимірювання α спірального свердла для випадків, коли його ГЗП утворена будь-яким способом загострення і може бути: гвинтовою, конічною, циліндричною, конічно-циліндричною, еліптичною тощо [9]. Спільною особливістю запропонованих методів і суттєвою відмінністю від існуючих є те, що вимірювання величини α здійснюється в січній площині, яка перпендикулярна до осі свердла.

Перший метод проілюстрований на рис. 3. Суть методу полягає в наступному. Свердло 4 встановлюють і закріплюють в патроні 2, на якому є градусна шкала 1. Вершину щупа 8 з можливістю переміщення його строго перпендикулярно до поздовжньої осі свердла, індикатора 5, закріпленого у тримачі 9, жорстко зв'язаного з рухомою у двох взаємно перпендикулярних напрямках кареткою 10, встановлюють у заданій точці ГРК, яка розміщена на заданому діаметрі, наприклад d_{x0} . Забезпечують відповідний натяг індикатора 5 за допомогою гвинта 12 поперечних переміщень. Шкалу 6 індикатора 5 виставляють на «нуль». Здійснюють поворот свердла на кут τ_{x0} ($2-5^\circ$) і фіксують за показами стрілки 7, індикатора 5, падіння k_{x0} сліду ГЗП в січній площині, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 на ГРК.

Здійснюють n_i поворотів свердла 4 і кожний раз на кут, який дорівнює $\tau_{xi} = \tau_{x0} \cdot i$, де $i=1, 2, \dots, 10$. В кожному із i поворотів свердла 4 реєструють покази індикатора 5 і визначають падіння k_{xi} .

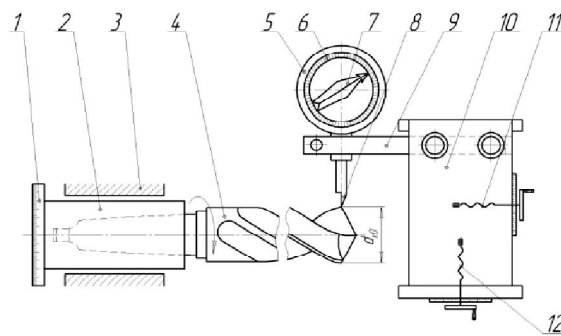


Рисунок 3 – Схема встановлення спірального свердла та індикаторної головки годинникового типу для вимірювання падіння k_x сліду кривої ГЗП в січній площині, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x

Отримані експериментальні дані апроксимують рівнянням n -го порядку $y=f(x)$. Знаходять першу похідну $\frac{dy}{dx}$ і, підставивши $x=0$, отримують значення тангенса кута $\text{tg}\theta_{x_0} = y'_{(x=0)}$ нахилу дотичної, проставленої в точці x_0 до кривої, що утворилась при перетині ГЗП і січної площини, яка проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 та напрямом осі OX (абсцис) (рис. 4). Знаючи, що $\text{tg}\theta_{x_0}$ завжди буде мати від'ємне

значення, тобто $y'_{(x=0)} < 0$, тому що кут θ_{x_0} – тупий $\left(\theta_{x_0} > \frac{\pi}{2}\right)$, визначають $tg\alpha_{x_0}$, (рис. 4) за формулою:

$$tg\alpha_{x_0} = tg(\pi - \theta_{x_0}) = -tg\theta_{x_0} = |y'_{(x=0)}| \quad (1)$$

Визначають значення α_{x_0} в січній площині, перпендикулярній до осі свердла, яка проходить через точку x_0 за формулою:

$$\alpha_{x_0} = arctg(|y'_{(x=0)}|) \quad (2)$$

Тоді значення кута α_{N-Nx_0} в ГСП буде:

$$\alpha_{N-Nx_0} = arctg(|y'_{(x=0)}| \cdot \cos\varphi) \quad (3)$$

де φ – половина кута при вершин свердла.

Потім встановлюють шуп індикатора в точці x_1 ГРК свердла на діаметрі d_{x_1} (рис. 5а), який визначають із залежності $d_{x_1} = d_{x_0} - 2 \cdot l_1 \cdot tg\varphi$, тут l_1 – величина горизонтального (зліва направо) переміщення індикатора, і переміщують індикатор перпендикулярно до осі свердла доти, поки його шуп не сконтактує з точкою x_1 на ГРК свердла, й створюють попередній натяг в індикаторній головці. Знову повертають свердло на певний кут τ_x , який дорівнює $(2-5^\circ)$, і заміряють за показами індикатора 5 падіння k_{x_1} . В подальшому повторюють вищеописані прийоми і знаходять значення α_{x_1} в площині, яка перпендикулярна до осі свердла в точці x_1 на діаметрі d_{x_1} .

Поетапно встановивши шуп індикатора в точках x_2, x_3, \dots, x_n на відповідних діаметрах $d_{x_2}, d_{x_3}, \dots, d_{x_n}$ (рис. 5, б) і повторивши вищеописані прийоми, знаходять відповідні значення $\alpha_{x_2}, \alpha_{x_3}, \dots, \alpha_{x_n}$ в площинах, перпендикулярних до осі свердла, та відповідно $\alpha_{N-Nx_2}, \alpha_{N-Nx_3}, \dots, \alpha_{N-Nx_n}$ в ГСП.

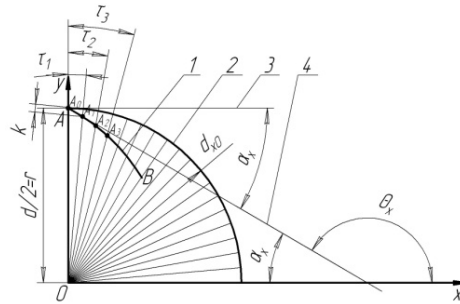


Рисунок 4 – Схема розміщення сліду – 1 ГЗП утвореного в результаті її перетину січною площиною, проведеною перпендикулярно до поздовжньої осі свердла (ПОС), та кола 2, утвореного обертанням точки A , розміщеної на заданому діаметрі ГРК; 3 – дотична до кола 2, поставлена в т. A ; 4 – дотична до сліду ГЗП в січній площині, що проходить перпендикулярно до осі свердла, поставленої в точці A

За отриманими значеннями $\alpha_{N-Nx_0}, \alpha_{N-Nx_1}, \dots, \alpha_{N-Nx_n}$ будують залежність $\alpha_{N-N} = f(d_x)$ і оцінюють зміну α_{N-N} по довжині ГРК.

В даній роботі як часткові випадки розглянуті визначення α , коли слід ГЗП в поперечному перерізі описується Архімедовою спіраллю та колом.

Суть запропонованого методу визначення α у випадку, коли слід ГЗП в поперечному перерізі описується Архімедовою спіраллю, ілюструється рис. 6. Нехай в результаті експериментальних досліджень отримано дані про падіння кривої сліду ГЗП на певному куті повороту в поперечному перерізі різальної частини, проведеному через точку A , яка розміщена на колі 4 з радіусом r . Слід 3 ГЗП свердла представлений

Архімедовою спіраллю. Введемо декартову систему координат $ХОУ$ з початком в центрі кола радіусом r . Рівняння Архімедової спіралі в цій системі координат описується залежністю [11]:

$$\sqrt{x^2 + y^2} - a \cdot \arctg \frac{y}{x} = 0 \quad (4)$$

де x, y – відповідні координати по осях абсцис і ординат; a – параметр спіралі (коефіцієнт пропорційності).

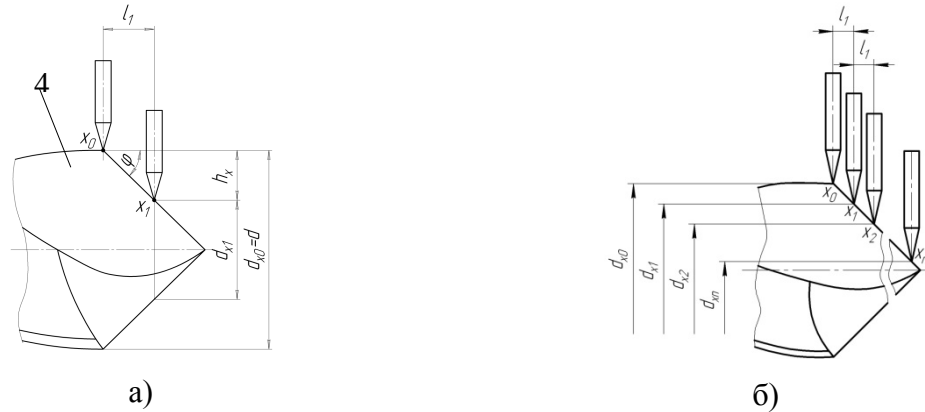


Рисунок 5 – Схеми встановлення та розміщення щупа індикаторної головки: а) на заданий діаметр; б) для проведення замірів на різних діаметрах

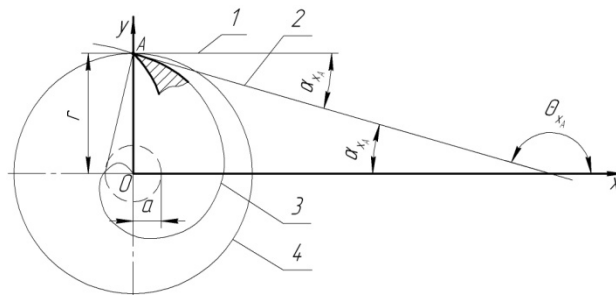


Рисунок 6 – Розрахункова схема для визначення ГЗК свердла для випадку, коли слід ГЗП в поперечному перерізі описується Архімедовою спіраллю

Встановлено, що для апроксимації сліду ГЗП в поперечному перерізі спіралі Архімеда необхідно, щоб виконувалась умова $k_1 = r/360^\circ$, де k_1 – величина падіння кривої, яка представляє слід ГЗП на куті повороту 1° .

Кут α в поперечному перерізі, проведеному через т. A (рис. 6) – це кут між дотичною 2, поставленою до сліду 3 ГЗП в заданій точці A , яка розміщена на заданому радіусі r з координатами $x_A=0, y_A=r$, і дотичною 1 до кола 4, що утворилось від обертання точки A навколо центра O .

Використавши рівняння (4) для визначення значення α , знайдемо першу похідну $y' = dy/dx$:

$$y' = \frac{x(x^2 + y^2) + ay\sqrt{x^2 + y^2}}{ax\sqrt{x^2 + y^2} - y(x^2 + y^2)} \quad (5)$$

Підставивши в рівняння (5) координату точки A $x_A=0$, отримаємо значення тангенса кута, який визначає положення в декартовій системі координат $ХОУ$ дотичної до сліду ГЗП, поставленої в точці A :

$$\operatorname{tg} \theta_{x_A} = -\frac{a}{y_A} \quad (6)$$

Так як $\theta_{x_A} = \pi - \alpha_{x_A}$ то $\operatorname{tg}(\pi - \alpha_{x_A}) = -\operatorname{tg} \alpha_{x_A} = -\frac{a}{y_A}$, і $\alpha_{x_A} = \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y_A}\right)$.

В площині паралельній, до осі свердла $O-O$, і головній січній площині $N-N$ значення α визначаються за відповідними формулами:

$$\alpha_{O-O} = \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y_A} \cdot \operatorname{ctg} \varphi\right), \quad (7)$$

$$\alpha_{N-N} = \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{y_A} \cdot \cos \varphi\right). \quad (8)$$

Вибравши іншу точку на ГРК свердла, розміщену на іншому радіусі R_1 , аналогічно повторивши вищеписані прийоми, отримаємо значення $\alpha_{R_1 N-N}$. Визначивши значення α_{R_i} в декількох $i > 3$ точках і апроксимувавши відповідною кривою лінією, можемо знайти зміну кута α_{N-N} вздовж ГРК свердла.

Суть іншого запропонованого методу визначення a у випадку, коли ГЗП є циліндричною, тобто коли її слід в поперечному перерізі описується колом, проілюстровано рис. 7. Нехай в результаті експериментальних досліджень отримано дані про падіння кривої сліду ГЗП на певному куті повороту в поперечному перерізі різальної частини, проведеному через точку A , що розміщена на колі 2 з радіусом r . Припустимо, що слід 1 ГЗП свердла представлений колом. Введемо декартову систему координат XOY з початком в центрі кола радіусом r .

Встановлено, що для випадку, коли слід ГЗП в площині, яка перпендикулярна до осі свердла, коло, необхідно, щоб виконувались дві умови: 1) існування точки (центр кола) перетину висот, проведених із середини сторін вписаного трикутника, який утворився в результаті вимірювання падіння сліду на ГЗП в трьох точках, наприклад в т. A, C, D (рис. 7); 2) довжини відрізків (радіуси), проведених із утвореної точки (центр кола) до трьох точок вимірювання (т. A, C, D), повинні бути однаковими.

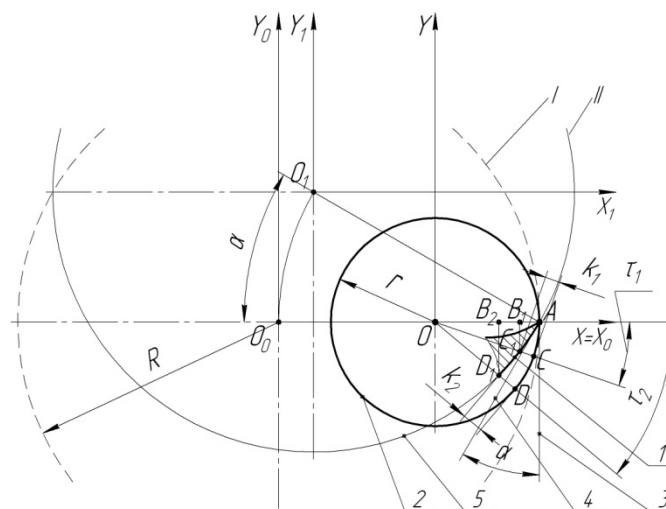


Рисунок 7 – Розрахункова схема для визначення ГЗК для випадку, коли слід ГЗП в поперечному перерізі являє собою коло

Кут α в поперечному перерізі, проведеному через т. A (рис. 7) – це кут між дотичною 4, поставленою до сліду 1 ГЗП в заданій точці A , яка розміщена на заданому

радіусі r з координатами $x_A=r, y_A=0$, і дотичною 3 до кола 2, отриманого від обертання точки A навколо центра O .

Кут α на ГЗП свердла формується при загострюванні внаслідок здійснення повороту шліфувального круга 5 з радіусом R свердла з положення I в положення II на кут α (рис. 7).

Координати т. C_1 визначаються із ΔB_1C_1O , де $OC_1 = r - k_1$, а $\angle B_1OC_1 = \tau_1$ – задаються виразами:

$$x_{C_1} = (r - k_1) \cdot \cos \tau_1; y_{C_1} = -(r - k_1) \cdot \sin \tau_1. \quad (9)$$

Координати т. D_1 визначається з ΔB_2D_1O , де $OD_1 = r - k_2$, а $\angle B_2OD_1 = \tau_2$ – задається:

$$x_{D_1} = (r - k_2) \cdot \cos \tau_2; y_{D_1} = -(r - k_2) \cdot \sin \tau_2. \quad (10)$$

Використавши умову вписаного в коло трикутника, тобто прийнявши, що вершини A, C, D лежать на колі, на основі [12] знайдемо координати центра цього кола, розв'язавши матрицю:

$$\begin{vmatrix} x_{O_1}^2 + y_{O_1}^2 & x_{O_1} & y_{O_1} & 1 \\ x_A^2 + y_A^2 & x_A & y_A & 1 \\ x_{C_1}^2 + y_{C_1}^2 & x_{C_1} & y_{C_1} & 1 \\ x_{D_1}^2 + y_{D_1}^2 & x_{D_1} & y_{D_1} & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad (11)$$

де x_{O_1}, y_{O_1} – координати центра шліфувального круга.

Визначаємо довжини відрізків O_1A, O_1C_1 та O_1D_1 : $\sqrt{(x_{O_1} - x_A)^2 + (y_{O_1} - y_A)^2} = l_{O_1A}$;
 $\sqrt{(x_{O_1} - x_{C_1})^2 + (y_{O_1} - y_{C_1})^2} = l_{O_1C_1}$; $\sqrt{(x_{O_1} - x_{D_1})^2 + (y_{O_1} - y_{D_1})^2} = l_{O_1D_1}$.

Якщо виконується умова, що $O_1A = O_1C_1 = O_1D_1$, то т. A, C_1 і D_1 рівновіддалені від т. O_1 , а значить вони лежать на колі.

Для визначення α запишемо рівняння в $ХОУ$ прямої O_1A , що проходить через дві точки:

$$\frac{y - y_A}{y_{O_1} - y_A} = \frac{x - x_A}{-x_{O_1} - x_A}; -y(x_{O_1} + r) - xy_{O_1} + ry_{O_1} = 0. \quad (12)$$

Знайдемо кутовий коефіцієнт прямої O_1A із залежності $K = -A/B$, де A в одному випадку – вільний член при змінній x , а в іншому – точка на колі; B – вільний член при змінній y : $K_{O_1A} = \frac{y_{O_1}}{-(x_{O_1} + r)}$.

Використавши умову перпендикулярності, проведемо через т. A промінь, перпендикулярний до відрізка O_1A , та запишемо його рівняння:

$$(y - y_A) = K_A(x - x_A), \quad (13)$$

де K_A – кутовий коефіцієнт, який визначає напрям променя, що проходить через т. A ; з умови перпендикулярності $K_A = -\frac{1}{K_{O_1A}}$.

Значення кута α визначимо з формули:

$$\alpha = 90^\circ - \arctg(K_A). \quad (14)$$

Суть другого методу вимірювання α спірального свердла проілюстровано на рис. 8. Щуп 1 індикатора встановлюють в точку B (рис. 8, а), яка лежить на циліндричній поверхні свердла 2 діаметром d і на поперечній осі, що проходить через вершину свердла паралельно до головних його різальних кромки. Здійснюють поворот свердла на кут $\mu = \arcsin(d_c/d)$, де d_c – діаметр серцевини свердла. Після цього повороту щуп 1 індикатора буде контактувати з ГЗП свердла в точці A ГРК, яка розміщена на периферії свердла, тобто на радіусі $r=d/2$. Створюють попередній натяг індикатора і встановлюють його шкалу на «нуль» (рис. 8, б). Здійснюють поворот свердла (рис. 8, в) на кут $\varphi_0=180^\circ/\pi r$, при якому довжина дуги AL по сліду ГЗП в площині, яка перпендикулярна до осі свердла, дорівнює 1 мм, і фіксують за показами стрілки індикатора падіння k сліду ГЗП в січній площині, що проходить перпендикулярно до осі свердла.

При цьому прийнято припущення, що при довжині дуги $L_{AB}=1\text{мм}$ частина сліду головної задньої поверхні в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі свердла, буде прямолінійною і точка D (рис. 8, д) одночасно лежить на кривій AL і прямій AE (рис. 8, г), яка є дотичною до сліду ГЗП. Тоді кут α буде знаходитися між дотичною AB до кола діаметром d з центром O в точці A ($AC \perp OA$) і дотичною AE (рис. 8, г) до сліду ГЗП в площині, перпендикулярній до поздовжньої осі свердла, тобто $\alpha = \angle CAD$.

З ΔACO (рис. 8, г) $\angle OAC=90^\circ$, $\angle AOC=\varphi_0$, $\angle ACO=90^\circ-\varphi_0$. Кут $\angle ABF$ – вписаний в коло з центром O і радіусом r , тоді $\angle ABO=90^\circ-\varphi_0$. З ΔACB (рис. 8, д) будемо мати $\angle ABC=90^\circ+\varphi_0/2$; $\angle CAB=\varphi_0/2$. Використавши теорему синусів для ΔACB , отримали:

$$AC = AB \cdot \sin(90^\circ + \varphi_0/2) / \sin(90^\circ - \varphi_0). \quad (15)$$

Враховавши формули приведення і те, що AB – хорда, яка стягує дугу довжиною $L_{AB}=1\text{мм}$ і дорівнює $AB = 2r \cdot \sin(\varphi_0/2)$, рівняння (15) набуде вигляду: $AC = 2r \cdot \sin(\varphi_0/2) \cdot \cos(\varphi_0/2) / \cos\varphi_0$.

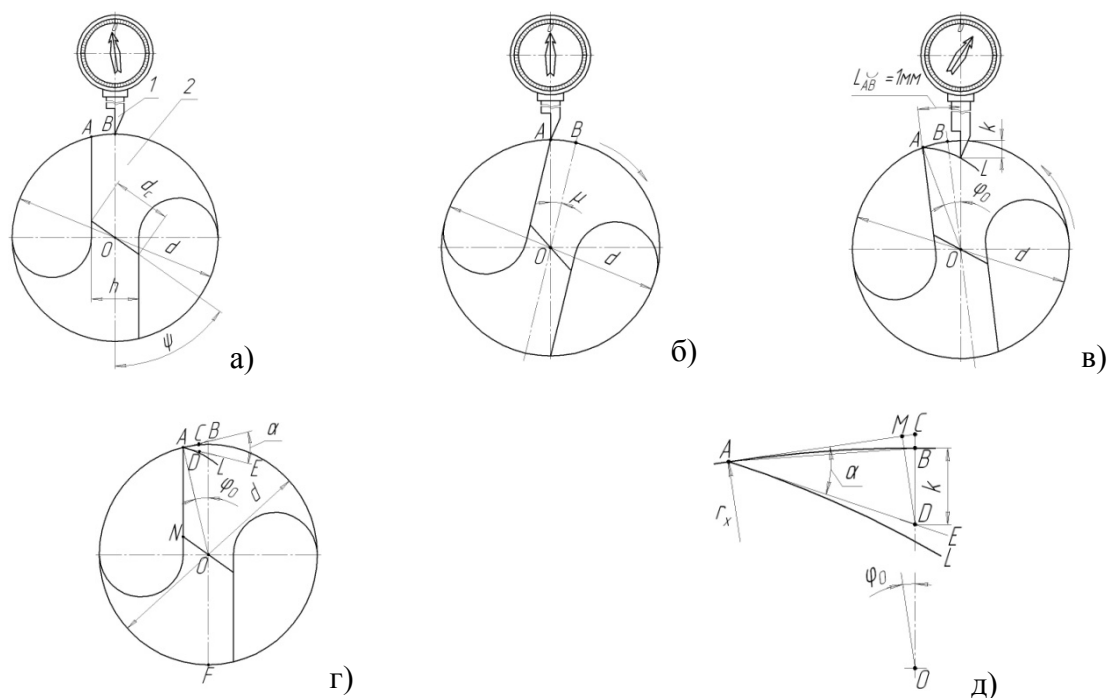


Рисунок 8 – Метод вимірювання ГЗК в січній площині, перпендикулярній до осі свердла: а) схема встановлення щупа у вихідному положенні; б) схема встановлення щупа при повороті свердла на кут μ ; в) схема положення щупа при вимірюванні падіння кривої k після повороту на заданий кут φ_0 , який відповідає довжині дуги, яка дорівнює 1 мм; г) розрахункова схема для визначення головного заднього кута α ; д) фрагмент схеми, поданої на рис. 8, г

Аналогічно використавши теореми синусів для ΔACB , отримаємо, що $BC = 2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) / \cos \varphi_0$.

Опустивши з точки D на пряму AC перпендикуляр в точку M (рис. 8, д), створимо два прямокутні трикутники ΔADM і ΔCDM . З ΔCDM будемо мати $CM = [2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) / \sin \varphi_0 + k] \cdot \sin \varphi_0$.

Тоді $AM = AC - CM = r \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 [1 - 2 \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin \varphi_0$, $k = DB$ – визначається за показом індикаторної головки.

Розглянувши ΔADM і врахувавши, що $\angle DAM = \alpha$, $\operatorname{tg} \alpha = DM / AM$, отримаємо:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) + k \cdot \cos \varphi_0}{r \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin \varphi_0}. \quad (16)$$

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

$$\alpha_{cN} = \operatorname{arctg} \frac{[2r \cdot \sin^2(\varphi_0/2) + k \cdot \cos \varphi_0] \cdot \cos \varphi}{k \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 [1 - \sin^2(\varphi_0/2)] - k \cdot \sin \varphi_0}. \quad (17)$$

Для визначення кута α_{cNx1} в точці ГРК, що знаходиться на діаметрі $2r_{x1} < 2r = d_{x1}$ (рис. 5, а), свердло повертають за годинниковою стрілкою на кут φ_{0x} у початкове положення, встановлюють шуп індикатора в точку на ГРК, що розміщена на діаметрі d_x , потім довертають свердло на кут $\mu_x = \arcsin(\sin d_c / d_{x1})$ у вихідне положення, створюють попередній натяг індикатора, виставляють його шкалу на нуль, повертають свердло проти годинникової стрілки на кут $\varphi_{0x} = 180^\circ / \pi_{x1}$, реєструють значення падіння кривої k_{x1} , визначають аналогічно за вищеприписаною методикою за формулою (17) відповідне значення статичного головного заднього кута α_{cNx1} в ГСП.

Повторивши вищезгадані прийоми для точок ГРК, розташованих на різних діаметрах, наприклад, d_{x2} і d_{x3} (рис. 5, б), визначимо значення α_{x2} і α_{x3} .

За отриманими даними будують графік і оцінюють зміну статичного головного заднього кута α_{cNx} вздовж ГРК.

На рис. 9 подано графіки зміни кута α в площині перпендикулярній до осі свердла в залежності від діаметра на колі якого розміщена точка на ГРК. Для здійснення вимірювання α у виробничих умовах запропоновано номограму (рис. 10), яка дає можливість визначити значення ГЗК за діаметром свердла d та падінням k сліду ГЗП в січній площині, що проходить перпендикулярно до осі свердла.

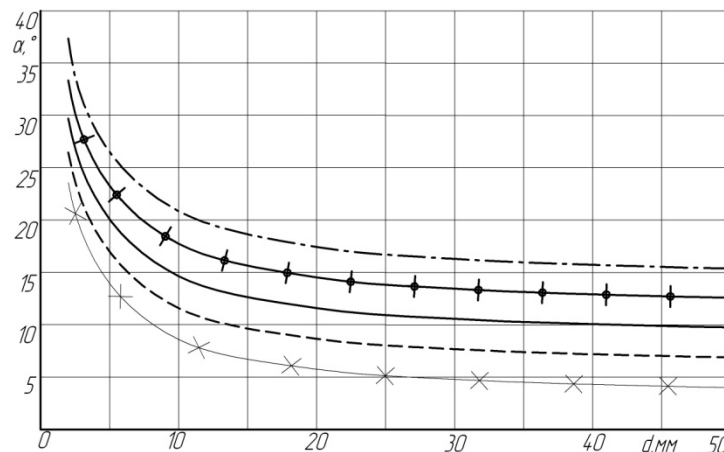


Рисунок 9 – Графіки зміни кута α в площині перпендикулярній до осі свердла в залежності від діаметра на колі якого розміщена точка на ГРК

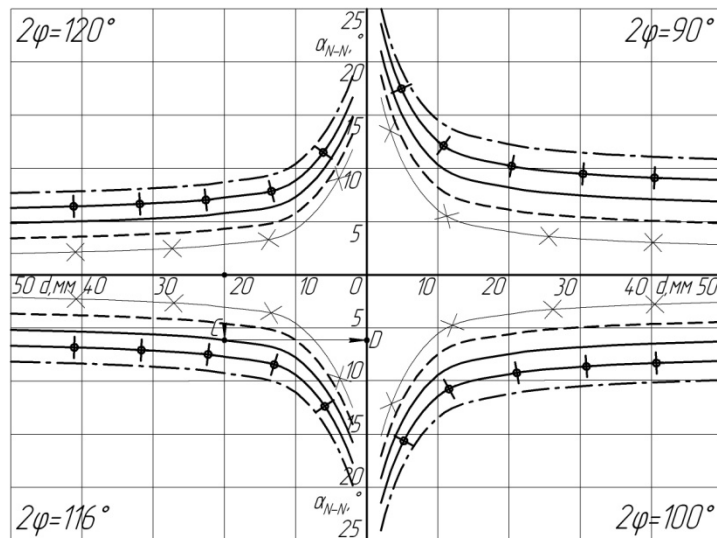


Рисунок 10 – Номограми зміни ГЗК α_{N-N} на периферії свердл в залежності від їх діаметрів d та величин падіння k_i й кута при вершині 2φ :

1 $\times\times\times\times$ – при $k_1=0,05$; 2 $\dots\dots\dots$ – при $k_2=0,1$; 3 — – при $k_3=0,15$; 4 + + + + – при $k_4=0,20$; 5 $\text{-}\cdot\text{-}\cdot\text{-}\cdot\text{-}\cdot\text{-}$ – при $k_5=0,25$

Приклади використання номограм. Нехай задано свердло з діаметром 20 мм і кутом при вершині $2\varphi = 116^\circ$. При повороті на кут φ , що відповідає довжині дуги $L = 1$ мм, падіння затилка складо $k = 0,15$ мм. Використаємо графіки, подані у квадранті III. Опускаємо перпендикуляр з точки на осі Od , яка відповідає діаметру свердла $d = 20$ мм, до перетину з кривою 3 в т.С. З т.С опускаємо перпендикуляр на вісь $O\alpha$ до перетину його з цією віссю в т.Д і визначаємо, що кут $\alpha_{N-N} \approx 7^\circ$.

Висновки.

1. В результаті аналізу існуючих способів вимірювання головного заднього кута α спірального свердла в головній січній площині виявлені недоліки, які, з одного боку, затруднюють вимірювання кута α , а з іншого – непридатні для випадків, коли головна задня поверхня свердла загострена не по гвинтовій поверхні.

2. Запропоновані два нових способи вимірювання головного заднього кута α спіральних свердл з розширеними можливостями для різних форм головної задньої поверхні, отримані залежності для визначення значення кута α у головній січній площині.

3. Запропоновані номограми, за допомогою яких при визначенні падіння затилка головної задньої поверхні на дузі довжиною 1 мм можна отримати значення головного заднього кута, що, безперечно, має практичне значення при виробництві свердл.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вульф А. М. Резания металлов / А. М. Вульф. – Л. : Машиностроение, 1973. – 496 с.
2. Филиппов Г. В. Режущий инструмент / Г. В. Филиппов. – Л. : Машиностроение, 1981. – 321 с.
3. ГОСТ 2034–80. Спиральные сверла. Технические условия. – Утвержд. и введен в действие 25.11.1980. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 13 с.
4. Борисов Б. Я. Лабораторный практикум по резанию металлов / Б. Я. Борисов. – М-К. : Госнаучтехиздат, 1963. – 80 с.
5. Егоров С. В. Резания конструкционных материалов и режущий инструмент. Лабораторный практикум: учебное пособие [для вузов] / С. В. Егоров, А. Г. Червяков. – М. : Высш. школа, 1975. – 188 с.

6. Лабораторные работы по курсу «Резание металлов» / [Третьяков И. П., Аршинов В. А., Киселев Н. Ф., Синопальников В. А.]. – М. : Машиностроение, 1965. – 147 с.
7. Берсегянц Р. О. Лабораторные работы по курсу «Резание металлов» / Р. О. Берсегянц, Б. Н. Межуев. – М. : ВЗПИ, 1975. – 126 с.
8. Родин П. Р. Геометрия режущей части спирального сверла / П. Р. Родин. – К. : Техніка, 1971. – 136 с.
9. Семенченко И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров. – М. : Машгиз, 1963. – 952 с.
10. Попов С. А. Заточка режущего инструмента / С. А. Попов, А. С. Дибнер, А.С. Каменкович. – М. : Высшая школа, 1970. – 320 с.
11. Гриньов Б. В. Аналітична геометрія / Б. В. Гриньов, І. К. Кириченко. – Харків : Гімназія, 2008. – 340 с.
12. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. ; Перевод с английского. Под общ.ред. И. Г.Арамановича. – М. : Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1968. – 720 с.

Кривый П.Д., Кобельник В.Р., Продан В.И., Яковлев В.Г. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛАВНОГО ЗАДНЕГО УГЛА СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА

Создано новые методы измерения главного заднего угла спиральных сверл в которых их главная задняя поверхность сформирована по разным видам заточки. Предложенные методы обеспечивают повышение точности и производительности измерения. Получены зависимости для определения величины главного заднего угла при использовании предложенных методов. Представлены диаграммы для определения главного заднего угла на периферии сверла по величине падения следа главной задней поверхности в зависимости от диаметра и угла при вершине сверла.
Ключевые слова: сверло, методы измерения, задняя кромка.

Kryvyy P.D., Kobelnyk V.R., Prodan V.I., Yakovlyev V.G. MEASURING TECHNIQUES OF TWIST DRILL PRIMARY BACK CLEARANCE ANGLE

New methods of measurement of a primary back clearance angle of the special twist drills are created. In the drills mentioned major flanks are formed by different kinds of drill grinding. The given techniques provide increasing of the accuracy and productivity of measuring. The dependence of a primary back clearance angle definition by the proposed techniques using is obtained. The diagrams of the primary back clearance angle definition at the drill periphery are given. This definition is received according to the major flank trace in dependence of the drill diameter and point angle.
Keywords: drill, measurement methods, the rear edge.