



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16398 (13) U
(51) МПК (2006)
G01B 5/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ГОЛОВНОГО ЗАДНЬОГО КУТА СПІРАЛЬНОГО СВЕРДЛА

1

2

(21) u200600061

(22) 03.01.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Кривий Петро Дмитрович, Шарик Мирослав Володимирович, Кобельник Володимир Романович

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ 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, щуп індикаторної головки встановлюють на заданий діаметр в точці головної різальної кромки, і повертають свердло на кут повороту τ_x , величина якого обмежена головною різальною кромкою і кривою перетину головної задньої поверхні з поверхнею канавки, і реєструють по індикаторній головці величину k_x падіння кривої, утвореної перетином головної задньої поверхні і циліндричної поверхні діаметром d_x , співвісної з віссю свердла при певному значенні τ_x , який **відрізняється** тим, що вимірювання величини головного заднього кута здійснюють в січній площині, перпендикулярній до осі свердла, щуп індикаторної головки встановлюють в точку x_0 головної різальної кромки, яка знаходиться на діаметрі $d_{x_0} = d$, де d - діаметр свердла, повертають свердло на певний кут τ , що дорівнює $(2-5)^\circ$ і заміряють за показниками індикаторної головки падіння k_{x_0} кривої, утвореної перетином головної задньої поверхні із січною площиною, що проходить перпендикулярно осі свердла через точку

x_0 , аналогічно повторюють такі повороти свердла і разів ($i=5-10$), реєструють показники індикаторної головки і визначають величини $k_{x_0 i}$, отримані експериментальні дані апроксимують рівнянням n -го порядку $y = f(x)$, знаходять першу похідну $\frac{dy}{dx}$ і,

підставивши $x = 0$, визначають значення головного заднього кута в площині, перпендикулярній осі свердла α_{x_0} , яке дорівнює $\alpha_{x_0} = \arctg \left(y' \Big|_{x=0} \right)$,

потім встановлюють щуп індикаторної головки в початкове положення, переміщують горизонтально зліва на право індикаторну головку на величину l_1 , для чого встановлюють щуп індикаторної головки на діаметрі $d_{x_1} = d_{x_0} - 2 \cdot l_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi$, переміщують індикаторну головку перпендикулярно осі свердла доти, поки щуп індикаторної головки не скотактує з точкою x_1 на головній різальній кромці свердла, і створюють попередній натяг в індикаторній головці, повертають свердло на певний кут τ , що дорівнює $(2-5)^\circ$, і заміряють за показниками індикаторної головки величини $k_{x_1 i}$, далі повторюють вищеописану методику і знаходять кут α_{x_1} на діаметрі d_{x_1} , поетапно встановлюють щуп індикаторної головки в точках x_2, x_3, \dots, x_n на відповідних діаметрах $d_{x_2}, d_{x_3}, \dots, d_{x_n}$, повторюють вищеописані прийоми і знаходять відповідні значення головних задніх кутів в площинах, перпендикулярних до осі свердла $\alpha_{x_2}, \alpha_{x_3}, \dots, \alpha_{x_n}$ за цими даними будують залежність $\alpha_x = f(x)$ і оцінюють зміну головного заднього кута α_x по довжині головної різальної кромки.

(19) UA (11) 16398 (13) U

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

Відомий спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла, суть якого полягає в тому, що для його реалізації використовують спеціальний електроконтактний прилад, а саме головний задній кут вимірюють шляхом повороту рухомої частини приладу відносно заданої точки на головній різальній кромці зуба по колу до тих пір поки контактна губка приладу, яка знаходиться під напругою, не доторкнеться з металічним інструментом і при цьому замкнеться електричне коло, спалахне лампочка і в цей момент здійснюють відлік кута по нерухомій шкалі, яка нанесена на основі виміральної головки. [Борисов Б.Я. Лабораторный практикум по резанию металлов. - М-К.: Госнаучтехиздат, 1963.- с 12 - 13].

Недоліком відомого способу є похибка вимірювання, яка викликана неможливістю чіткого забезпечення руху рухомої частини приладу по колу.

Відомий спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла на інструментальному мікроскопі. Суть даного способу полягає в наступному. Головні задні поверхні свердла покривають тонким шаром червоного нітролака і голкою, закріпленою в підпружиненій вісі, яка розміщена паралельно до осі свердла, наносять риси на поверхнях. Для вимірювання кута свердло встановлюють на столі мікроскопа в призмі, виставленої паралельно горизонтальній лінії, яку видно в окулярі. Цю лінію суміщають з віссю свердла. Точку перетину риси з різальною кромкою свердла суміщають з горизонтальною лінією повертаючи свердло навколо його осі. Поздовжнім переміщенням стола перетин взаємоперпендикулярних ліній мікроскопа суміщають з точкою перетину риси і різальної кромки свердла. Вертикальна лінія мікроскопа є дотичною до кола обертання розглядуваної точки на різальній кромці. Перетин повертають вліво і вертикальну лінію встановлюють дотично до риси на головній задній поверхні свердла. Величина головного заднього кута реєструється в верхньому окулярі. [Борисов Б.Я. Лабораторный практикум по резанию металлов. - М-К.: Госнаучтехиздат, 1963.- с 12 - 13].

Недоліком відомого способу є похибка вимірювання, яка викликана явищем паралаксу.

Відомий спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла при якому свердло встановлюють в патрон, а контролюючий штифт опирають на задню поверхню свердла в заданій точці головної різальної кромки на певному діаметрі свердла і свердло повертають на заданий кут, при цьому штифт ковзає по головній задній поверхні, а самописець, який зв'язаний із штифтом за допомогою важільної системи викреслює криву лінію на паперовій стрічці, що закріплена на барабані. Після цього до отриманої кривої проводять дотичну, вимірюють відрізки на осі x і відповідно на осі y , і за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{7.5 \cdot y_1}{D_x \cdot x_1}, \quad (1)$$

визначають значення головного заднього кута. Тут у формулі (1) 7.5 - постійне число, яке харак-

теризує передаточний механізм; y_1 - ордината, мм; x_1 - абсциса, мм; D_x - заданий діаметр кола свердла, на якому вимірюють заданий кут, мм. Дійсне значення головного заднього кута в нормальній січній площині α_N визначають за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \alpha_x \cdot \sin \varphi, \quad (2)$$

де φ - головний кут свердла в плані, °. [Егоров СВ., Червяков А.Г. Резание конструкционных металлов и режущий инструмент. Лабораторный практикум. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. - М.: Высш. школа, 1975. - с. 34 - 35. Третьяков И.П., Аршинов В.А., Киселев Н.Ф., Синопальников В.А. Лабораторные работы по курсу "Резание металлов". - М.: Машиностроение, 1965. - с. 79 - 82].

Недоліком відомого способу є неможливість чіткого проставлення дотичних до кривих, а також невідповідність розмірностей у формулі для визначення величини головного заднього кута.

Найближчим до запропонованого є спосіб вимірювання головного заднього кута спірального свердла, суть якого полягає в тому, що спіральне свердло з діаметром d встановлюють в патроні, на якому є 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 взаємоперпендикулярних напрямках, і щуп індикаторної головки встановлюють на заданий діаметр в точці головної різальної кромки, і повертають свердло на кут τ_x , величина якого обмежена головною різальною кромкою і кривою перетину головної задньої поверхні з поверхнею канавки, і реєструють по індикаторній головці величину k_x падіння кривої утвореної перетином головної задньої поверхні і циліндричної поверхні діаметром d_x співвісної з віссю свердла при певному значенні τ_x . [Берсегянц Р.О., Межуев Б.Н. Учебное пособие к лабораторным работам по курсу „Резание металлов“. - М.: ВЗПИ, 1975. - с. 96 - 98].

Недоліком відомого способу є похибка вимірювання, яка викликана не привильним визначенням величини кута провороту τ_x , так як крива, що описує головну задню поверхню свердла може бути не монотонною, а також невизначеність площини в якій здійснюється вимірювання головного заднього кута свердла.

В основу корисної моделі, спосіб вимірювання головного кута спірального свердла, поставлено задачу підвищення точності контролю значення головного заднього кута спірального свердла, при якому спіральне свердло з діаметром d встановлюють в патроні, на якому є 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 взаємоперпендикулярних напрямках, і щуп індикаторної головки встановлюють на заданий діаметр в точці головної різальної кромки, і повертають свердло на кут τ_x , величина якого обмежена головною різальною кромкою і кривою перетину головної задньої поверхні з поверхнею канавки, і реєструють по індикаторній головці величину k_x падіння кривої утвореної перетином головної задньої поверхні і циліндричної

поверхні діаметром d , співвісної з віссю свердла при певному значенні τ_x , причому вимірювання величини головного заднього кута здійснюють в січній площині перпендикулярній до осі свердла, щуп індикаторної головки встановлюють в точку x_0 головної різальної кромки, яка знаходиться на діаметрі $d_{x_0}=d$, де d - діаметр свердла, повертають свердло на певний кут τ рівний $(2-5)^\circ$ і заміряють за показами індикаторної головки падіння k_{x_0} кривої, утвореної перетином головної задньої поверхні із січною площиною, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 , аналогічно повторяють такі провороти свердла і разів ($i=5-10$), реєструють покази індикаторної головки і визначають падіння $k_{x_{0i}}$, отримані дані в декартовій системі координат зображають відповідними точками, потім 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 $\text{tg}\Theta_{x_0} = y' \Big|_{x=0}$ нахилу дотичної

проставленої в точці x_0 до кривої перетину головної задньої поверхні та січної площини, яка проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 і напрямом осі OX (абсцис), де $\Theta_{x_0} > \frac{\pi}{2}$ визна-

чають $\text{tg}\alpha_{x_0} = \text{tg} \left(-\Theta_{x_0} \right) = -\text{tg}\Theta_{x_0} = -y' \Big|_{x=0}$ і звідси визначають значення головного заднього кута в площині перпендикулярній осі свердла α_{x_0} , яке рівне $\alpha_{x_0} = \text{arctg} \left(y' \Big|_{x=0} \right)$, потім встановлюють щуп

індикаторної головки в початкове положення, переміщують горизонтально зліва на право індикаторну головку на величину l_1 , для чого встановлюють щуп індикаторної головки на діаметрі $d_{x_1} = d_{x_0} - 2 \cdot l_1 \cdot \text{tg}\varphi$, переміщують індикаторну головку перпендикулярно осі свердла, доти поки щуп індикаторної індикаторної головки не скотактує з точкою x_1 на головній різальній кромці свердла і створюють попередній натяг в індикаторній головці, повертають свердло на певний кут τ рівний $(2-5)^\circ$ і заміряють за показами індикаторної головки падіння $k_{x_{1i}}$, в подальшому повторюють вищеописану методику визначення значення головного заднього кута в площині перпендикулярній осі свердла і знаходять кут α_{x_1} на діаметрі d_{x_1} , поетапно встановлюють щуп індикаторної головки в точках x_2, x_3, \dots, x_n на відповідних діаметрах $d_{x_2}, d_{x_3}, \dots, d_{x_n}$, повторюють вищеописані прийоми і знаходять відповідні значення головних задніх кутів в площинах перпендикулярних до осі свердла $\alpha_{x_2}, \alpha_{x_3}, \dots, \alpha_{x_n}$ по цих даних будують залежність $\alpha_x = f(d_x)$ і оцінюють зміну головного заднього кута α_x по довжині головної різальної кромки.

На Фіг.1 показано схему встановлення спірального свердла та індикаторної головки годинникового типу для вимірювання падіння затилка k_x ; на Фіг.2 показано схему встановлення щупа індикаторної головки на інший діаметр; на Фіг.3 показано розміщення щупів для проведення замірів на різних діаметрах; на Фіг.4 показано криву, утворену перетином головної задньої поверхні із січною

площиною, що проходить перпендикулярно до осі свердла та величину шуканого кута.

Спосіб реалізується наступним чином.

Вимірювання величини головного заднього кута спірального свердла здійснюють в січній площині перпендикулярній до осі свердла.

Спіральне свердло 1 з діаметром d встановлюють в патроні 2, на якому є кутова шкала поділена на 360° і який закріплений в опорі кочення 3. Індикаторну головку годинникового типу 4 закріплюють в механізмі 5, який дозволяє забезпечити її переміщення у двох взаємоперпендикулярних напрямках. Щуп індикаторної головки встановлюють в точку x_0 головної різальної кромки, яка знаходиться на діаметрі $d_{x_0}=d$.

Повертають свердло 1 на певний кут τ рівний $(2-5)^\circ$ і заміряють за показами індикаторної головки 4 Фіг.1 падіння k_{x_0} кривої перетину головної задньої поверхні з січною площиною, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 Фіг.4. Аналогічно повторяють і разів ($i=5-10$) провороти свердла 1 і реєструють покази індикаторної головки 4 і визначають падіння k_{x_0} , кривої утвореної перетином головної задньої поверхні із січною площиною, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 і встановлюють щуп індикаторної головки в початкове положення.

Отримані дані зображають в декартовій системі координат відповідними точками.

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 $\text{tg}\Theta_{x_0} = y' \Big|_{x=0}$ нахилу дотичної

проставленої в точці x_0 до кривої перетину головної задньої поверхні та січної площини, яка проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x_0 і напрямом осі OX (абсцис) Фіг.4. Знаючи, що $\text{tg}\Theta_{x_0}$ завжди буде від'ємне значення, тому що кут

Θ_{x_0} є тупий $\left(\Theta_{x_0} > \frac{\pi}{2} \right)$, визначають $\text{tg}\alpha_{x_0}$, Фіг.4 за

формулою: $\text{tg}\alpha_{x_0} = \text{tg} \left(-\Theta_{x_0} \right) = -\text{tg}\Theta_{x_0} = -y' \Big|_{x=0}$.

Звідси, визначають значення головного заднього кута в січній площині перпендикулярній осі свердла і яка проходить через точку x_0 α_{x_0} , яке рівне $\alpha_{x_0} = \text{arctg} \left(y' \Big|_{x=0} \right)$.

Потім встановлюють щуп індикаторної головки 4 в точці x_1 головної різальної кромки свердла на діаметрі $d_{x_1} = d_{x_0} - 2 \cdot l_1 \cdot \text{tg}\varphi$, де l_1 величина горизонтального, зліва на право переміщення індикаторної головки, і переміщують індикаторну головку перпендикулярно осі свердла, доти поки її щуп не скотактує з точкою x_1 на головній різальній кромці свердла і створюють попередній натяг в індикаторній головці Фіг.3. Знову повертають свердло 1 на певний кут τ рівний $(2-5)^\circ$ і заміряють за показами індикаторної головки 4 Фіг.2 падіння $k_{x_{1i}}$. В подальшому повторюють вищеописані прийоми і знаходять головний задній кут в площині перпендикулярній осі свердла в точці x_1 α_{x_1} на діаметрі d_{x_1} .

Поетапно встановлюють щуп індикаторної головки в точках x_2, x_3, \dots, x_n на відповідних діаметрах $d_{x2}, d_{x3}, \dots, d_{xn}$, повторюють вищеописані прийоми і знаходять відповідні значення головних задніх кутів в площинах перпендикулярних до осі свердла $\alpha_{x2}, \alpha_{x3}, \dots, \alpha_{xn}$, Фіг.3.

По цих даних $\alpha_{x0}, \alpha_{x2}, \dots, \alpha_{xn}$ будують залежність $\alpha=f(d_x)$ і оцінюють зміну головного заднього кута α_x по довжині головної різальної кромки.

Приклад конкретного виконання способу вимірювання головного заднього кута спірального свердла.

Вимірювання головного заднього кута здійснювали з використанням спірального свердла діаметром $d=28\text{мм}$ та індикаторної головки годинникового типу з ціною поділки $0,001\text{мм}$, та вище за-

значеного відомого механізму.

Проводили замір величини падіння k_x кривої, утвореної перетином головної задньої поверхні із січною площиною, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x , поставивши щуп індикаторної головки в точці головної різальної кромки на діаметрі 28мм . Свердло повертали на кут 5° п'ять разів, і щоразу фіксували падіння k_x . Отримані значення падіння k_x на діаметрі 28мм заносили в таблицю. Потім свердло повертали у вихідне положення, для того щоб змінюючи положення щупа індикаторної головки перейти на інший діаметр положення точки x на головній різальній кромці.

Таблиця

Значення величини падіння затилка в залежності від кута провороту свердла на діаметрі $d=28\text{ мм}$.

№ п/п	Величина діаметра знаходження точки x на головній різальній кромці, мм.	Величина кута провороту свердла $\tau_{x_i}, ^\circ$	Величина падіння затилка $k_{x_i}, \text{мм}$
1	28	5	1,31
2	28	10	2,65
3	28	15	3,93
4	28	20	5,25
5	28	25	6,55

За отриманими експериментальними даними будували в декартовій системі координат колову шкалу з центром O в початку координат із кроком 5° , проставили значення падіння k_x на діаметрі 28мм (Фіг.4).

Апроксимували отримані результати кривою n -го порядку і отримали рівняння кривої вигляду:

$$y = R \cdot \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2}} - a \cdot \arcsin \frac{x}{R} \cdot \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2}},$$

де R - радіус розміщення точки x на головній різальній кромці, мм;

x - біжуче значення аргументу в декартовій системі координат, мм;

a - падіння k_x на куті повороту свердла $\tau_{x_i}=5^\circ$, мм.

Аналіз експериментальних даних поданих в таблиці показав, що падіння k_x на куті повороту 5° , має постійний характер, тобто крива може бути представлена Архімедовою спіраллю.

Визначали першу похідну даного рівняння, оскільки вона характеризує тангенс кута нахилу дотичної проставленої в точці x з координатами $(0; R_x)$, до кривої утвореної перетином головної задньої поверхні і січної площини, що проходить перпендикулярно осі свердла через точку x до напрямку осі OX (абсцис) і отримали:

$$y' = \frac{-x}{R \cdot \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2}}} - \frac{a}{R} + a \cdot \frac{\arcsin \frac{x}{R}}{\sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2}}} \cdot \frac{x}{R^2}.$$

Виходячи з вище сказаного, визначили тангенс кута $\text{tg}\theta_{x_0}$ нахилу дотичної проставленої в точці x з координатами $(0; R_x)$, до кривої, утвореної перетином головної задньої поверхні із січною площиною, що проходить перпендикулярно до осі свердла через точку x , до напрямку осі OX . Прирівнявши $x=0$, отримали $\text{tg}\theta_{x_0} = y'_{x=0} = -\frac{a}{R}$.

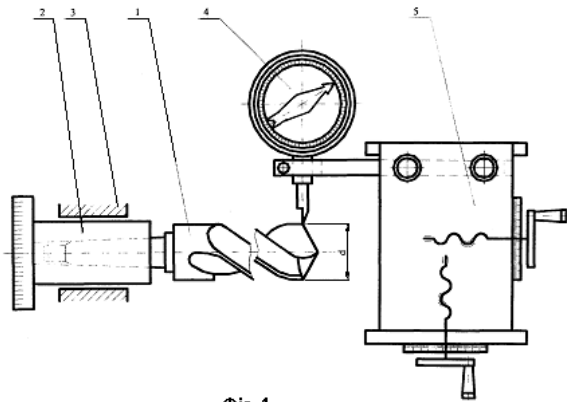
Знаючи, що

$$\text{tg}\alpha_{x_0} = \text{tg}(-\theta_{x_0}) = -\text{tg}\theta_{x_0} = -y'_{x=0} = -\left(-\frac{a}{R}\right),$$

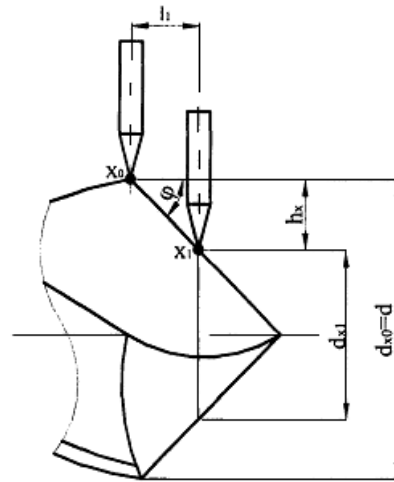
визначили величину головного заднього кута в площині перпендикулярній осі свердла, яка проходить через точку x_0 .

$$\begin{aligned} \alpha_{x_0} &= \arctg\left(y'_{x=0}\right) = \arctg\left(-\left(\frac{a}{R}\right)\right) = \\ &= \arctg\left(\frac{a}{R}\right) = \arctg\left(\frac{1.31}{28}\right) = 2^\circ 58' 34". \end{aligned}$$

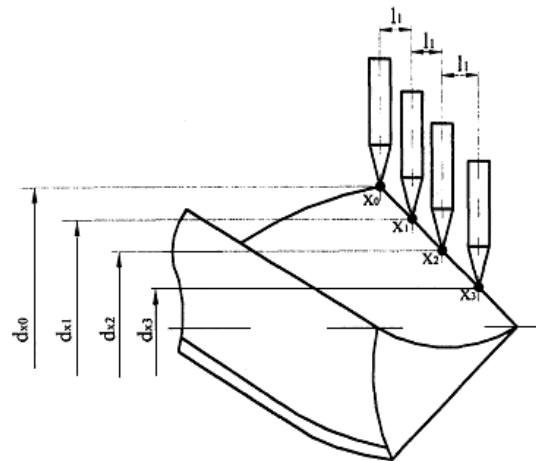
Отже, головний задній кут сверла в площині перпендикулярній осі свердла в точці головної різальної кромки x_0 на діаметрі $d=28\text{мм}$ $\alpha_{x_0} = 2^\circ 58' 34"$.



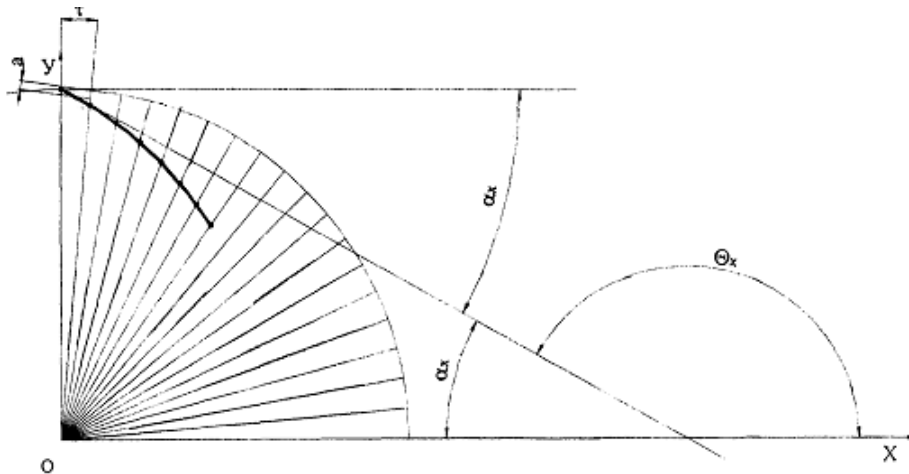
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4