

- 1.
2. Филатов Ю.Д., Сидорко В.И., Ковалев С.В., Филатов А.Ю., Ящук В.П., Пригодюк О.А., Хайзель У., Сторчак М. Контроль качества поверхностей неметаллических деталей при финишной алмазно-абразивной обработке // Сверхтвердые материалы. - 2008. – № 3. – С. 75–80.

<p>Ящук В.П., Пригодюк О.А., Филатов А.Ю., Филатов Ю.Д., Хайзель У., Сторчак М., Монтей Г. Методика регистрации угловых диаграмм отражения и рассеяния света прецизионных оптических поверхностей</p> <p>Описана методика регистрации угловых диаграмм отражения и рассеяния света и показано, что по индикатрисам рассеяния при оптимальном направлении наблюдения можно оценить шероховатость оптических поверхностей по ширине пика, который наблюдается на фоне неизменного пьедестала.</p> <p>Ключевые слова: методика регистрации угловых диаграмм, прецизионные оптические поверхности</p>	<p>Yashchuk V.P., Prigoduk O.A., Filatov A.Yu., Filatov Yu.D, Heisel U., Storchak M., Monteil G. Technique of registration of angular diagram's of reflexion and dispersion of light of precision optical surfaces</p> <p>The technique of registration of angular diagram's of reflexion and dispersion of light is described and is shown, that on in indicatrix dispersion at an optimum direction of supervision it is possible to estimate a roughness of optical surfaces on width of peak which is observed against an invariable pedestal.</p> <p>Keywords: technique of registration of angular diagram's, precision optical surfaces</p>
---	--

Надійшла до редакції
19 травня 2009 року

УДК 620.179.14.(088.8)

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РУХУ ЧУТЛИВОЇ СИСТЕМИ АНБ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З CNC

Скицюк В.І., Вовк Я.В. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

У роботі розглянуто теоретичні засади руху вимірювальної частини пристрою для визначення нульового позиціонування верхівки інструмента у робочому просторі верстата з CNC

Ключові слова: верстат, інструмент, вимірювання, знос

Вступ

Сучасне верстатобудування має низку проблем, які разом з проблемами стійкості різального інструмента стають на перешкоді отримання високонадійного та точного процесу металообробки. Особливо дошкульною є проблема стійкості різального інструмента (PI) та координати позиціонування робочих крайців різального інструмента у робочому просторі верстата [1]. Реально цю проблему намагаються вирішити за допомогою активних нульових баз (АНБ) [2]. Але зосередження провідних фірм на досконалості чутливого елемента як самої дорогої частини АНБ призвело до того, що механіка транспортування цього елемента була віддана фірмам виробникам верстатів на їх розсуд. Як наслідок механізми

транспортування ще і на цей день залишаються недосконалими, не кажучи вже про те, що відсутня теоретична методика подібних механізмів.

Мета роботи полягає у створенні теоретичного підґрунтя механіки руху вимірювальної частини АНБ у просторі верстата.

Постанова задачі

Для того, щоб виробити основні принципи вирішення задачі, розглянемо, що повинно відбуватися у зоні різання (рис.1) під час вимірювальних операцій на деталі за допомогою АНБ. На стартовій позиції вимірювальна призма (ВП) повинна знаходитись поза робочою зоною, тобто у точці D . За командою «старт» ВП рухається у точку виміру B за спеціальною траєкторією, яка оминає патрон шпинделя та деталь. Після позиціювання у точці B інструмент з передстартової позиції (точка A) рухається у бік ВП та визначає свої координати у робочому просторі верстата, тобто $(Y_{ін}, Z_{ін})$

У наступному циклі інструмент з визначеними координатами своєї верхівки рухається у бік деталі і за допомогою чутника торкання визначає координати поверхні деталі, тобто D_d, L_d . Після цієї технологічної операції РІ повинен бути виведений у точку A вхідного позиціювання, а ВП повинна повернутись у крапку D за первісною траєкторією. Для того, щоб реалізувати ці технологічні цикли, необхідно побудувати такий електромеханічний прилад (АНБ), який забезпечив би відповідну траєкторію руху ВП з крапки D у крапку B і назад. Для того, щоб виконати умови технологічного циклу вимірювання, необхідно розглянути передумови, які є необхідними щодо його реалізації. Таких умов є кілька, але всі вони можуть бути розділені на обов'язкові та необов'язкові.

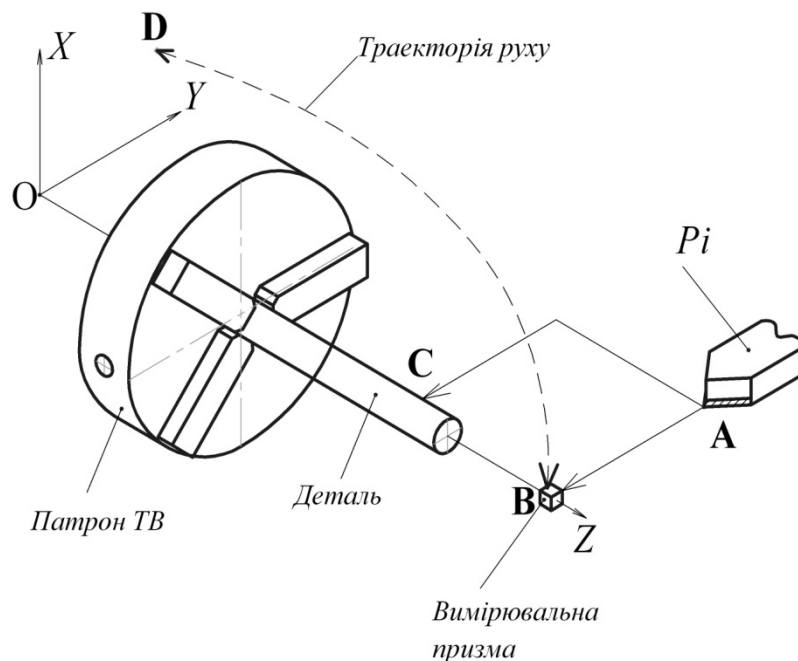


Рис. 1. Базова схема руху вимірювальної призми АНБ

Так, наприклад грані ВП, які розташовані перпендикулярно до площини руху верхівки РІ (YOZ), повинні мати практично ідеальну позицію відносно осей координат верстата, і це є обов'язковою умовою. Грані ВП у позиції вимірювання (крапка B) повинні ідеально співпадати з площинами координат XOY та XOZ . Але для позиції вихідного базування (крапка D) це є абсолютно необов'язковою умовою. Користуючись вище сказаним є можливість спростити наступну умову, а саме з найкращим розташуванням ВП у робочій площині інструмента. Найкраще розташування ВП з огляду на роботу системи CNC на осі Z , але попередня вимога вказує на те, що не є обов'язковим за двох основних чинників. По-перше, налаштувати систему АНБ таким чином, щоб ВП потрапляла на вісь Z вкрай важко. По-друге, це викликає додаткові труднощі у відношенні до геометрії деталі. Звідси виникає висновок, що ВП бажано базувати на відстані, яка приблизно дорівнює радіусу патрона ТВ від осі Z .

Площина XOZ є найбільш важливою для ТВ, оскільки вона визначає майбутній діаметр деталі. Тому звідсіля маємо чинно наслідковий зв'язок, який вказує на те, що рух ВП повинен бути плоско паралельним відносно цієї площини. Якщо цей параметр руху забезпечено, то налаштування на супутню координату XOY є менш проблематичним.

Розглянемо вхідні умови для теоретичної побудови принципів роботи механічної частини АНБ. Для цього розглянемо дві проекції робочого простору ТВ у площині YOZ (Рис. 2) та XOY (Рис.3).

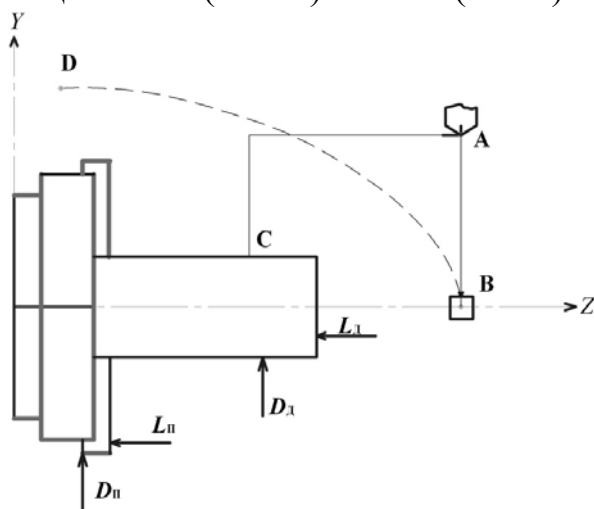


Рис. 2. Проекція у площині YOZ

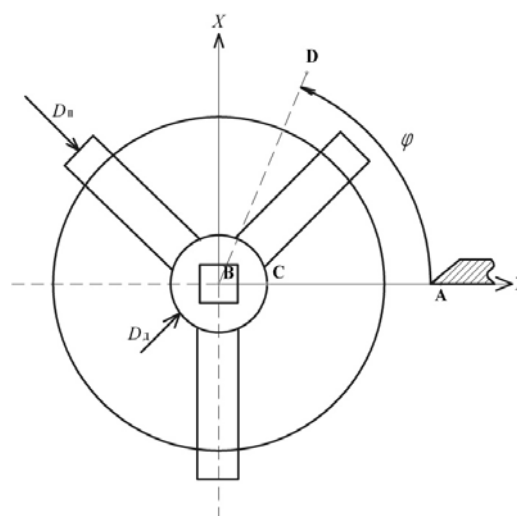


Рис. 3. Проекція у площині XOY

Користуючись кресленнями з рис.1 та рис. 2 можемо зробити необхідну фундацію початкових умов щодо вирішення поставленої задачі:

- Вважаємо, що нуль координатної системи прийнятої нами системи розташовано на площині передньої бабки де утримується шпиндель з патроном;
- Крапка A стартової позиції РІ повинна знаходитись поза межами траєкторії руху;
- Крапка B позиціонування ВП може знаходитись як на осі Z , так і у площині YOZ з координатами Y_B та Z_B ;

- Максимальний виліт деталі з патрона ТВ – L_D підліковується від нуля прийнятої системи координат;
- Максимальний діаметр деталі D_D не перевищує максимального діаметру патрона;
- Вильоти патрона L_D відраховується від нуля координат а його діаметр L_{Π} від осі Z ;
- Крапка D вихідного базування має координати X_D, Y_D, Z_D ;
- Кут φ_D є кут вихідного базування крапки D ;
- Розрахунок траєкторії руху проводимо у неповному та повному обсязі;
 - неповний обсяг розрахунків застосовуємо без врахування розмірів ВП;
 - повний розрахунок робимо з врахуванням геометричних розмірів ВП.

Визначення траєкторії руху ВП

Орієнтуючись на вищесказане можемо констатувати той факт, що плоско паралельний рух може відбуватися лише у наступних випадках як найбільш оптимальних з огляду на існуючі механізми транспортування.

- Лінійний поступальний рух з одною ступінню свободи;
- Криволінійний поступальний рух з двома ступенями свободи (траєкторія у вигляді кола або еліпса);
- Комбінований з використанням лінійного та криволінійного поступального руху.

Отже, розглянемо переваги та недоліки кожного з способів руху.

Лінійний поступальний рух має дві привабливі якості, які відрізняють його від інших. Це, по-перше, можливість досягнення високої точності у зворотно-поступальному русі. По-друге відносно проста механіка рушія.

До недоліків необхідно віднести: По-перше оптимальне розташування подібної механіки це площина YOZ . У випадку іншого розташування виникають ускладнення конструкції. По-друге обмежений робочий рух з точки D у точку B . Така ситуація виникає тому, що механіка зворотно-поступального руху обмежена довжиною вильоту L_{Π} патрона. Для великої точності необхідно базування несучої штанги не менше за дві третини вильоту патрона (L_{Π}). Отже, як наслідок, вхід у робочу зону інструмента становитиме не більше за $L_{\Pi}/3$.

Криволінійний зворотно-поступальний рух може відбуватися за законами кола або еліпса. Точність цього руху дещо гірша за попередній, але все таки є досить задовільною. Механіка з рухом по колу повинна мати один центр обертання, а по еліпсу два. Основна перевага цих механізмів є те, що вони надають можливість оминати патрон, деталь та вивести ВП у крапку B .

До недоліків необхідно віднести ускладнення механіки особливо за двома центрами руху за еліпсоїдальною траєкторією.

Комбінований рух з використанням лінійного та криволінійного призводить до того, що ми частково переймаємо позитивні риси кожного з попередніх, але при цьому отримуємо складний транспортний механізм для ВП.

Аналізуючи все вище сказане можна констатувати той факт, що всі оптимальні траєкторії руху будуть зосереджені в еліпсоїдальному об'ємі (рис. 4)

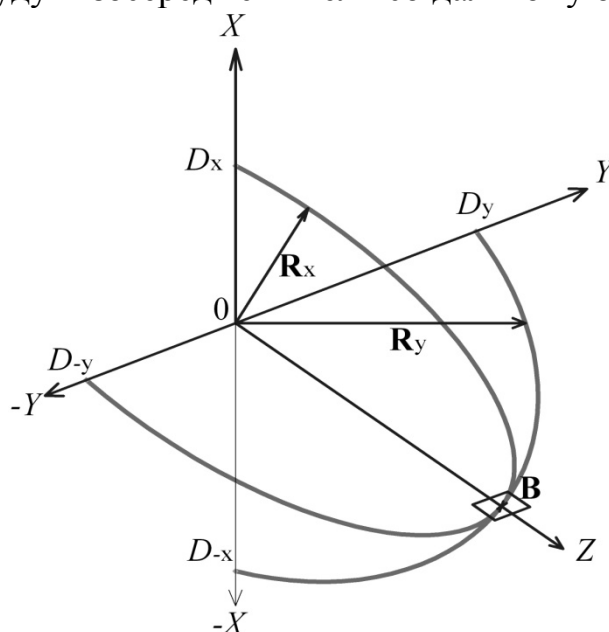


Рис. 4. Траєкторія обмеження об'єму руху ВП

Загальне рівняння поверхні еліпсоїда, тобто поверхні максимальних траєкторій руху матиме класичний опис еліпсоїда [4]:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1. \quad (1)$$

де a, b, c – півосі еліпсоїда.

У нашому випадку $a = D_x = |-D_x|$, $b = D_y = |-D_y|$, $c = Z_B$ і тоді:

$$\frac{x^2}{D_x^2} + \frac{y^2}{D_y^2} + \frac{z^2}{Z_B^2} = 1.$$

Якщо $D_x = D_x > Z_B$ то маємо стиснутий обертання, який утворюється при обертанні еліпса $\frac{x^2}{D_x^2} + \frac{z^2}{Z_B^2} = 1$ розташованого у площині OXZ навколо його більшої осі.

При $D_x = D_x = Z_B$ отримуємо сферу:

$$x^2 + y^2 + z^2 = D_x^2 = D_y^2 = Z_B^2. \quad (2)$$

З вказаного робимо висновок, що оптимальна траєкторія руху ВП повинна знаходитись у площині перпендикулярній осі Y . З рівнянь (1) та (2) слідує те, що може бути або колоподібна або еліпсоподібна траєкторія.

Для початку розглянемо еліпсоподібну траєкторію. Як відомо, класичне рівняння еліпса[4]:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1. \quad (3)$$

У нашому випадку

$$\frac{x^2}{D_x^2} + \frac{y^2}{D_y^2} = 1. \quad (4)$$

Параметричне завдання має вигляд:

$$x = D_x \cos t, \quad y = D_y \sin t, \quad 0 \leq t \leq 2\pi \quad (5)$$

У полярних координатах:

$$\rho = \frac{P}{1 + e \cos \varphi}, \quad 0 \leq e < 1 \quad (6)$$

де $e = \frac{\sqrt{D_y^2 + D_x^2}}{D_x}$ - ексцентриситет, $P = \frac{D_y^2}{D_x}$ - фокальний параметр.

Оскільки траєкторія руху ВП повинна оминати патрон ТВ, то на попередні рівняння накладаються додаткові умови. Для того, щоб ВП оминула патрон ТВ у своєму русі з врахуванням його розмірів може бути два випадки. Згідно першого випадку параметр траєкторії P повинен бути не менше за діаметр патрона, тобто

$$P > D_{\text{П}} \text{ при умові, що його координата } x_{\text{П}} > \sqrt{D_y^2 + D_x^2}$$

За другим випадком, користуючись рівняннями (6), можемо отримати залежність:

$$\rho = \frac{P}{1 + e \cos \varphi} = \sqrt{L_{\text{П}}^2 + D_{\text{П}}^2} \quad (7)$$

Підставляючи значення D та e у формулу (7) отримуємо кінцевий результат у вигляді координати верстата.

$$\sqrt{L_{\text{П}}^2 + D_{\text{П}}^2} = \frac{D_x^2}{D_z + \sqrt{D_x^2 + D_z^2} \cos \varphi}; \quad \varphi = \pm \frac{\pi}{2}. \quad (8)$$

Вирішуючи це рівняння є можливість визначитися з траєкторією руху ВП в одній з площин XOZ або YOZ .

Не менш важливим параметром траєкторії руху є радіус кривизни, який дає можливість оцінити здібність рушійного механізму, оминати перешкоду на своєму шляху.

Для нашого випадку це:

$$R_e = Z_B^2 D_x^2 \left(\frac{L_{\text{П}}^2}{Z_B^4} + \frac{D_{\text{П}}^2}{D_x^4} \right)^{\frac{3}{2}}. \quad (9)$$

Приватним випадком еліпсоїдальної траєкторії є коло яке має наступний математичний опис.

для декартових координат з центром у початку координат це є [4]:

$$x^2 + y^2 = R_K^2, \quad (10)$$

або для координат верстата

$$x^2 + z^2 = R_K^2, \quad (11)$$

де R_K – радіус кола за яким рухається ВП.

Для параметричної форми отримуємо

$$x = R_k \cos t; z = R_k \sin t. \quad (12)$$

та в полярних координатах

$$\rho = 2 R_k \cos \varphi. \quad (13)$$

Користуючись параметрами системи, що досліджується, вводимо наші дані до рівнянь (11), (12), (13). На засадах того, що для цього випадку $Dx = Dy = ZB$, маємо можливість стверджувати, що:

$$R_k = \sqrt{L_{\Pi}^2 + D_{\Pi}^2}. \quad (14)$$

Тоді для декартових координат отримуємо:

$$D_x^2 + Z_B^2 = L_{\Pi}^2 + D_{\Pi}^2. \quad (15)$$

І в полярних:

$$\rho = 2\sqrt{L_{\Pi}^2 + D_{\Pi}^2} \cos \varphi. \quad (16)$$

Кривизна траєкторії для кола:

$$R = Z_B \sqrt{(L_{\Pi}^2 + D_{\Pi}^2)^3}. \quad (17)$$

Вирішуючи ці рівняння є можливість визначитися з основними параметрами траєкторії руху ВП у зону вимірювання.

Висновки

1. Розглянуто можливі траєкторії руху вимірювального елемента активної нульової бази (АНБ) у робочому просторі верстата, що надає можливість прорахувати точність базування вимірюючого пристрою (ВП).

2. Визначено основні засади руху вимірювального елемента, та шляхи його оптимізації у подальшому.

3. Необхідно розглянути варіанти кінематичної схеми руху з урахуванням реальних розмірів окремих елементів приладу (АНБ).

Література

1. Гаврилов А.Н. Точность производства в машиностроении и приборостроении. – М.: Машиностроение, 1973. -567с.
2. DAISHOWA SEIKI CO., LTD. FA Dept. CATALOG №52, 53, 51, 63, 68. 1998
3. Скицюк В.І., Махмудов К.Г., Клочко Т.Р. Технологія ТОНТОР. – К.:Техніка, 1993. – 80с.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М.: Наука 1967. – 608с.

Скицюк В.І., Вовк Я.В. Теоретические основы движения чувствительной системы АНБ на токарных станках с CNC

В работе рассмотрено теоретические аспекты движения измерительной части прибора для измерения нулевого позиционирования вершины инструмента в рабочей области станка с системой CNC

Ключевые слова: станок, инструмент, измерение, износ

Skytsuk V.I., Vovk Y.V. Theoretic base of moving sensitive system AZB on lathe with CNC

This article examines theoretical aspects of measuring part movement of device for measuring zero position top of tool in workspace CNC lathe system.

Keywords: lathe, tool, measuring, nose wear

*Надійшла до редакції
20 березня 2010 року*