

ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

УДК 681.5.08

ПРИСТРІЙ ТОЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ КООРДИНАТИ ТОРКАННЯ ІНСТРУМЕНТА

*Корзун С.С., Остаф'єв В.О., Кушнір Я.О., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Розглянуто метод визначення точного положення верхівки різця та запропоновано пристрій для його реалізації

Вступ

Сучасне машино- та приладобудування характеризуються великою точністю і якістю поверхонь. Механічна обробка складного контуру, виготовлення не співвісних отворів неможлива без обробляючих центрів та систем ЧПК. Точне визначення положення різальної крайки інструмента дає можливість задати відповідну траєкторію інструмента, цим самим забезпечуючи точність обробки деталі. Контроль зношування інструмента дає можливість поточного корегування на розмір зношування та уникнення відхилення розмірів під час виготовлення деталей. Автоматизація процесу налагодження зменшує час простою верстату, що є суттєвим економічним показником.

Використання систем ЧПК значно спрощують процес обробки та підвищують його точність в той же час потребуючи створення додаткових пристроїв для контролю процесу обробки, деталі та інструмента. Якщо для контролю деталі існує розмаїття методів та пристроїв, то налагодження нульової координати інструмента перевіряється візуально оператором верстата ЧПК або за допомогою дорогих та складних у налагодженні пристроїв.

Відомі способи визначення моменту торкання інструмента до деталі під час механічної обробки та пристрої для їх реалізації мають недоліки: складність виготовлення та встановлення на верстаті датчиків (котушок індуктивності), необхідність індивідуального розрахунку електричних ланцюгів для кожного типу верстату, вирішення проблеми забезпечення температурної стабільності датчиків. Необхідність виконання індукційних катушок великих розмірів зумовлює застосування порівняно низьких частот, що значно зменшує граничну точність та швидкодію пристрою визначення торкання [1,2].

За основу для розробки було взято спосіб визначення моменту торкання різального інструмента до деталі та пристрій для його реалізації, в основу якого покладено вимірювання реактивної складової опору між точками підключення системи - шпинделем та деталлю, який теж має недоліки: низький рівень захисту від електромагнітних перешкод, складне налагодження при встановленні на

верстаті, необхідність переналадження системи при значній зміні розмірів деталі, складність розпізнавання сигналу торкання на фоні зміни напруги від переміщення сигнальних дротів [3].

Постановка задачі

Враховавши усі негативні сторони попередників було поставлено задачу створити такий спосіб визначення моменту торкання, в якому інформаційним параметром є сума активної та реактивної складових опору змінному струму, що проходить поміж точками підключення до столу верстата виходу генератора струму високої частоти та його спільним виводом, що призводить до значного підвищення надійності визначення моменту торкання різального інструмента до базової точки верстату в автоматизованій системі технологічного обладнання.

Залежно від задачі вимірювання, пік чутливості пристрою може бути налагодженим на низьке (режим торкання) та високе (наближення), значення опору у точці взаємодії інструмента з нульовою точкою верстату, що підвищує надійність, швидкодію та простоту застосування вимірювального пристрою в автоматизованій системі технологічного обладнання.

Пристрій точного позиціонування координати торкання різального інструмента працює наступним чином (див. Рис.1).

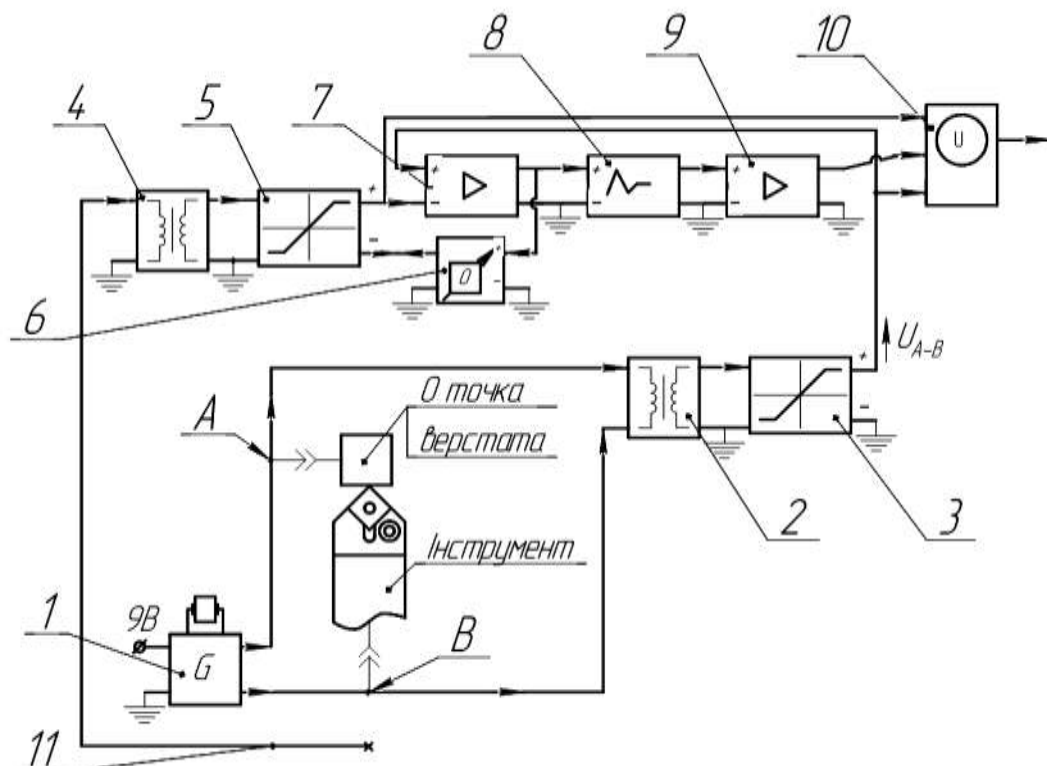


Рис. 1. Функціональна схема пристрою точного позиціонування координати торкання різального інструмента

Сигнал, з клем підключення генератора до верстата, надходить до трансформатора 2, що налагоджений на частоту генератора 1. Напряга з вторинної обмотки трансформатору 2 надходить до детектору 3, на виході якого формується постійна напруга U_{A-B} . Для зменшення впливу наводок сигналу, від станини верстата на дроти перетворювачів, до клеми в схемі в одному екрані з дротом основного перетворювача розташовано дріт компенсації зміни рівня наводки 11, що підключений тільки одним кінцем до первинної обмотки другого трансформатору 4, резонансна частота якого дорівнює частоті генератора 1. Другий вивід другого трансформатору підключений до загальної шини пристрою. Сигнал з вторинної обмотки другого трансформатору 4 надходить до другого детектору 5, на виході якого формується постійна напруга, пропорційна напрузі наводок на виводи перетворювача. При цьому негативний вивід другого детектора підключений до виходу пристрою 6 автоналагодження нуля. Позитивний вивід другого детектора 5 підключений до негативного входу диференційного підсилювача 7, на позитивний вхід якого надходить напруга з детектору 3. З виходу підсилювача 7 сигнал надходить на позитивний вхід пристрою 6 автоналагодження нуля, що є диференційним підсилювачем, негативний вхід якого підключений до "0" схеми. При цьому сигнал на вихід підсилювача проходить з затримкою, достатньою для відпрацювання сигналу торкання (100-200 мс). З виходу підсилювача 7 крізь блок режекторних фільтрів 8 напруга надходить на підсилювач 9. На входи блока 10 визначення сигналів надходять сигнали з детектору 3, другого детектору 5 та підсилювача 9.

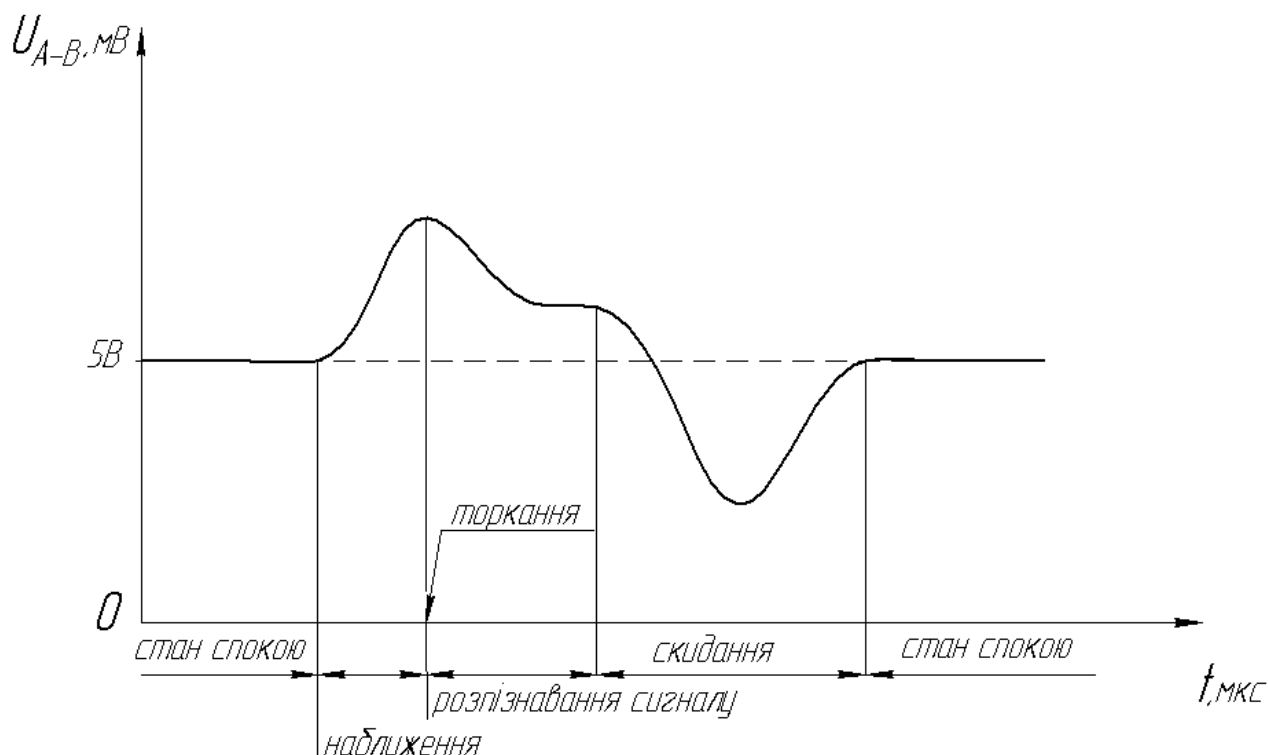


Рис.2. Зміна напруги пристрою при торканні різця

Генератор 1 може працювати в режимі джерела напруги або джерела струму. При цьому в першому випадку при зміні опору верстата зміна напруги на виході перетворювача має форму кривих, що наведені на Рис.2. В іншому випадку зміна напруги пропорційна зміні Z_c або Z_k , значні зміни напруги можуть бути при зрівняних Z_c , Z_k , Z_r збільшенням або зменшенням частоти генератора (змінюються відносні значення Z). Опір Z_c - повний опір станини, Z_r - баластний опір генератора 1, Z_k – опір замкненого кола (інструмент – верстат).

При роботі схеми в ланцюгу наводки, що компенсує, зміна рівня наводки має той же знак, що й в ланцюгу перетворювача. При зміні Z_c - напруга на виході контуру 4 змінюється в бік, протилежний зміні в ланцюгу перетворювача. Пристрій 6 автоналагодження нуля компенсує повільні зміни рівня сигналу від руху кабелів перетворювачів. На входи блоку 10 визначення сигналу надходять сигнали з детектору 3, детектору 5 та підсилювача 9. При цьому логічний пристрій, або процесор за зміною цих сигналів формує на інтерфейс системи ЧПК інформацію про стан системи верстат-інструмент.

При знятті характеристики процесу обробки Z_k залежить від поточних параметрів в зоні обробки, а також при наближенні до деталі робочого органа Z_k є достатньо низьким для його реєстрації. Реєструючи сигнал U_{A-B} , можна отримати інформацію про зміну опору Z_k .

Висновки

Пристрій точного позиціонування координати торкання інструмента дає можливість спростити застосування вимірювального пристрою визначення координат різального інструмента, підвищити надійність, швидкодію вимірів та продуктивність процесу обробки, а також має високу точність, яка задовольняє потреби сучасного машино та приладобудування.

В статті наведена функціональна схема пристрою, описана його робота та графічно зображена форма сигналу, який реєструє пристрій в момент торкання.

В подальшому планується вдосконалення пристрою та можливість визначення положення інструмента з не струмопровідних матеріалів та покриттів а також можливість використання інструмента як вимірювального щупа.

Література

1. Пат. US4408933, B23Q15/24; B23Q15/24. CONTACT DETECTING APPARATUS / Tomita Tamaki [Jp]; Nakao Hisaji [Jp]; Nishimura Hideo [Jp]; Eto Kunihiko [Jp]; Ohmura Haruo [Jp]. US19810356818. Заявл. 10.03.1981; Опубл. 11. 10. 1983. Приоріт. док. JP19810034197, 10.03.1981. Toyoda Machine Works Ltd [Jp]
2. Пат. GB2172224, B23B47/24; B23Q17/22C. MACHINE TOOL CONTACT DETECTOR / Tanaka Yuzuru. GB19850022624. Заявл. 12.09.1985; Опубл. 17. 09. 1986. Приоріт. док. JP19850053010, 15.03.1985. Daishowa Seiki.
3. Пат. US3975667, B23Q15/14; B23Q15/22B. MACHINE APPARATUS FOR A MACHINE TOOL FOR THE AUTOMATIC GENERATING OF A SWITCHING SIGNAL AND FOR REDUCING THE SPEED OF A TOO / Bory Michael; Grendelmeier Georg. US19740522745.

Заявл. 11.11.1974; Опубл. 17. 08. 1976. Приорит. док. СН19730016240, 19.11.1973. OERLIKON BUEHRLE AG.

Корзун С.С. Остафьев В.А. Кушнир Я.О. Прибор точного позиционирования координаты касания инструмента Рассмотрен метод определение точного положения вершины резца и предложен прибор для его реализации.	Korzun S.S. Ostafyev V.O. Kushnir Y.O. Device for exact positioning touch coordinate of cutting tool. The method definition for an exact position a cutting edge tool is proposed and the device for its realization is offered.
---	---

*Надійшла до редакції
21 травня 2009 року*

УДК 681.2.008

ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ ТОРКАННЯ ПРИ НАЛАГОДЖЕННІ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

*Румбешта В.О., Скороход О.М., Симута М.О., Національний технічний університет
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Розглянуто переваги системи автоматичного налагодження верстатів з числовим програмним керуванням на розмір методом торкання на основі використання датчика торкання при обробці деталей приладів, надана функційна схема її побудови і алгоритм роботи

Вступ

В сучасному приладо- і машинобудуванні все більшого поширення набуває автоматизоване виготовлення деталей на верстатах і обробляючих центрах з числово-програмним керуванням (ЧПК), які зазвичай оснащені роботами маніпуляторами для автоматичної установки і закріплення заготовки в робочій зоні, що дозволяє замінити людську працю машинною.

Сучасні верстати та обробляючі центри мають систему ЧПК (СЧПК), яка автоматично керує всіма процесами обробки деталі за раніше заданою керуючою програмою (КП). Перед початком роботи такий верстат повинен бути налаштований на отримання всіх розмірів деталі з заданою точністю, але вони, в своїй більшості, не мають систем зворотного зв'язку, які б контролювали вихідні параметри отриманої деталі і надавали інформацію щодо проходження процесу механообробки. Тому, коли при обробці партії деталей виникають похибки обробки, а вони завжди є, то це призводить до браку.

Багато десятиліть вчені розробляють системи налагодження верстатів, які б могли в автоматизованому режимі проводити налагодження інструмента і контроль оброблюємих деталей, широко відомі роботи Солом'янцева, Васильєва, Петракова, Щербакова, Гавриша. За даною проблемою було розроблено досить велику кількість систем. Вони зазвичай в якості інструмента для контролю координат поверхонь інструмента і оброблюємої деталі використовують датчик торкання:

- однією з перших була система з використанням електроконтактного механічного датчика торкання [1], вона забезпечувала точність у межах 3 мкм, крім відносно невисокої точності, їй притаманні наступні недоліки: висока інертність, нестабільність роботи механіки, механічний знос головки датчика торкання;
- за кордоном добре зарекомендувала себе система налагодження з використанням трьохкоординатної тензOMETричної головки RENISHAW [2], вона забезпечує точність до 1 мкм, але її суттєвий недоліком є великі габарити і маса;
- система налагодження з використанням електромагнітної головки торкання, яка розроблена на кафедрі виробництва приладів НТУУ «КПІ» [3], забезпечує високу точність реєстрації координати торкання в межах 0,25 мкм і має невеликі габарити масу. Основним недоліками цієї системи є неможливість роботи з немагнітними матеріалами.

Постановка задачі

Вивчення похибок, які з'являються під час обробки деталей на верстатах з ЧПК показали, що втрати величини переміщення через наявність зазорів у ходових елементах верстату, а також внаслідок втрати базових точок при зміні холостих ходів супорта на робочі викликають випадкову похибку до 10 мкм за один цикл обробки.

Наявність таких значних похибок погіршує точність обробки деталей, а так як, одні похибки проявляють систематичний вплив на процес формування профілю деталі, а інші випадковий, то не можливо визначити в який момент часу обробки деталі, її допуски вийдуть за встановлені межі.

Отже, для уникнення браку необхідно постійно відслідковувати результати обробки протягом всього часу роботи і періодично проводити автоматичне підналагодження верстата. Для цього потрібно верстат з ЧПК оснастити системами зворотного зв'язку, які б їх налагоджували інструмент на потрібний розмір обробки - "робочий розмір" як на початку, так і періодично в процесі роботи. Тому метою пропонованої роботи є розробка системи автоматичної корекції і налагодження верстатів з ЧПК, яка б змогла забезпечити високу точність обробки деталей, скоротити час проведення операції налагодження і дозволяла б проводити обробку деталей з металічних і неметалічних матеріалів.

Будова і принцип роботи систем торкання

У даній роботі розглянуто систему автоматичного розмірного підналагодження на основі використання п'єзоелектричного комбінованого датчика торкання.

Дана система здійснює процес налагодження верстатів на «робочий розмір» з урахуванням необхідних вимірювальних координат базових точок руху робочих органів верстата (супорта або головки) по його осях Z і X в робочому просторі [4].

Узагальнена функційна блок-схема такої системи торкання представлена на

рис.1, а алгоритм процедури налагодження гнучкої виробничої системи (ГВС) показаний на рис.2.

В процесі роботи технологічної обробляючої системи (ТОС) виникають неминучі похибки, розглянуті раніше, які по часу роботи τ вносять похибку у позиціонування верхівки різального інструмента на деяку відстань, яку можна записати, як вектор $\overrightarrow{\Delta_{ki}}(\tau)$. Він є функцією:

$$\overrightarrow{\Delta_{ki}}(\tau) = f(\overrightarrow{h_1}(\tau); \Theta_{\text{різ}}^{\circ}(\tau); \overrightarrow{\Delta_{зб}}(\tau)) \quad (1)$$

В процес механічної обробки (ПМО) деталь буде оброблятися інструментом, який уже матиме похибку позиціонування і налаштовуючого розміру $\overrightarrow{\Delta L_H}(\tau)$, яка з часом τ буде прогресувати і знижувати точність обробки [4].

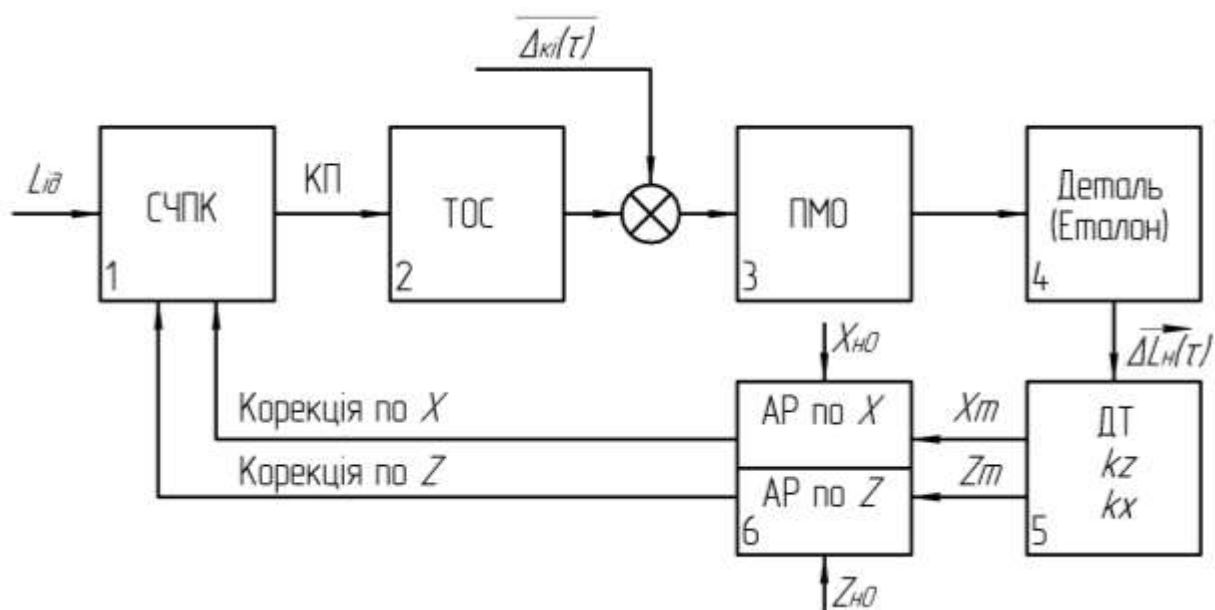


Рис. 1. Функційна блок-схема системи торкання

При попередньому налагодженні верстату, коли точні координати базових точок траєкторії переміщення верхівки різального інструмента ще не визначені, замість заготовки на верстат встановлюють еталон 4 – деталь з розмірами, які необхідно отримати і за допомогою системи торкання визначають точні координати поверхонь еталону $Z_{но}$ і $X_{но}$. Потім в процесі обробки виникають вище згадані неминучі похибки, векторна сума яких $\overrightarrow{\Delta_{ki}}(\tau)$ буде змінювати попередні координати позиціонування інструмента. Такі похибки за часом роботи реєструються датчиком торкання 5 (ДТ) по поверхнях обробленої деталі у статичному стані, як координати торкання Z_m і X_m . Потім подаються на аналізатор розбіжностей 6 (АР), де порівнюються із раніше отриманими координатами еталону $Z_{но}$ і $X_{но}$. В разі наявності розбіжності між значеннями координат деталі і еталону АР виробляє відповідний сигнал щодо корекції базових точок

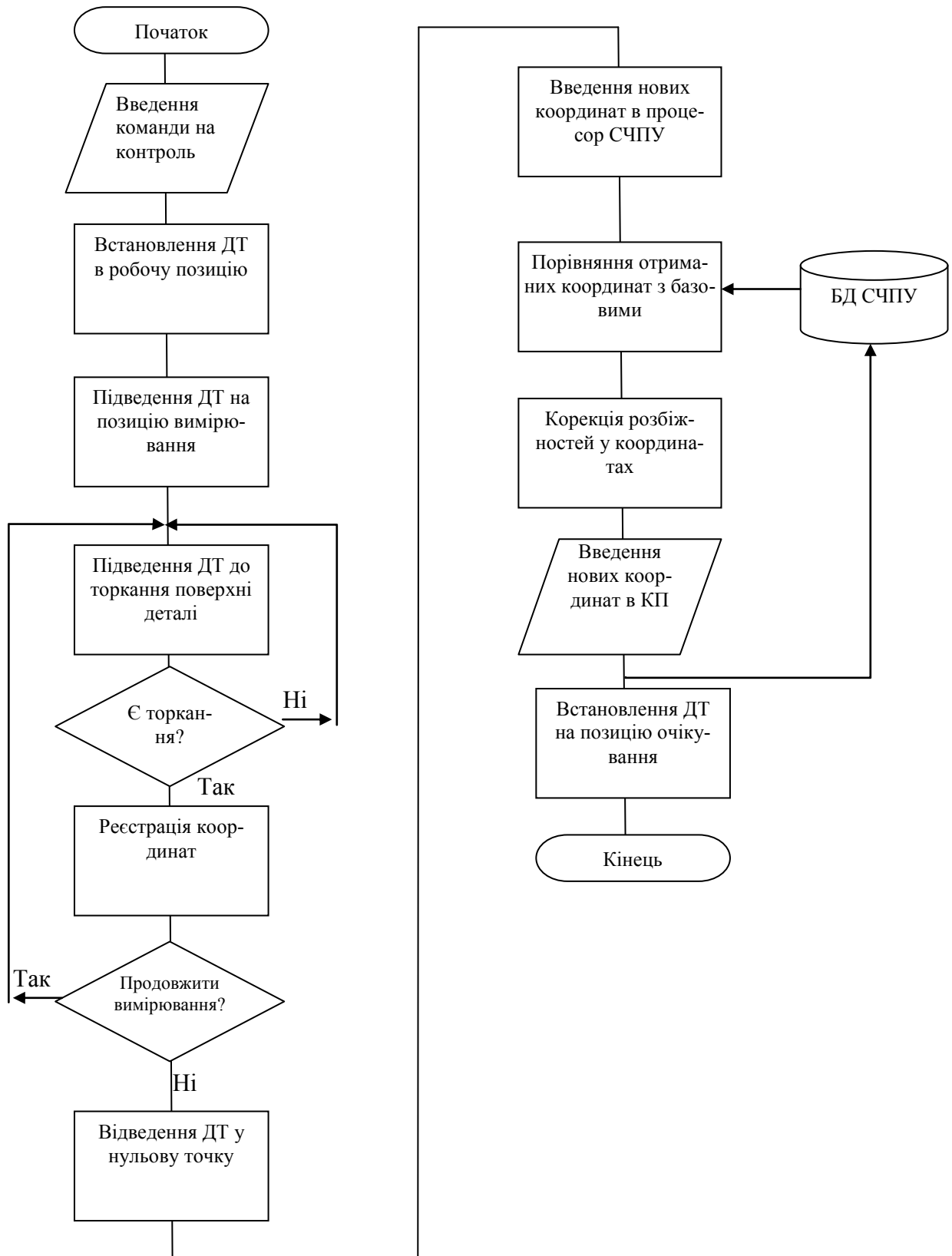


Рис.2. Алгоритм процедури проведення підналагодження ГВС

траєкторії руху інструмента і передає його до СЧПК верстата 1.

Детальна схема роботи такої системи торкання показана на рис. 3 [5].

Кінематичний нуль робочої головки 1 верстата $O_{ГВС}$ має відомі із паспорта верстата координати відносно заданого нуля верстату $O_{ВГ}$ величиною $X_{ГВС}$ і $Z_{ГВС}$. Установлена на ній датчик торкання 2 (ДТ) має відомі координати свого щупа $O_{ГТ}$, відносно $O_{ГВС}$ на величину $X_{ГТ}$ і $Z_{ГТ}$, відповідають величині вильоту із цієї головки всіх встановлених на неї різальних інструментів.

Головка 1 на холостому ходу підводиться до позиції вимірювання в точку $O_{ВИМ}$, координати якої розраховані попередньо залежно від розмірів оброблюваної деталі. Далі включається робочий хід і виконується процедура вимірювання: ДТ 2 підходить до торця деталі, або еталону 4 (позиція I) і фіксується перший розмір $L_{ОН}$, який буде рівний довжині деталі. Після занесення координати переміщення Z_m в керуючу програму СЧПК верстата, головка торкання переводиться на вимірювання розміру R_n (позиція II) фіксується координата переміщення по осі X_m . Після цього робоча головка РГ відводиться у свою кінцеву позицію $O_{ГВС}$.

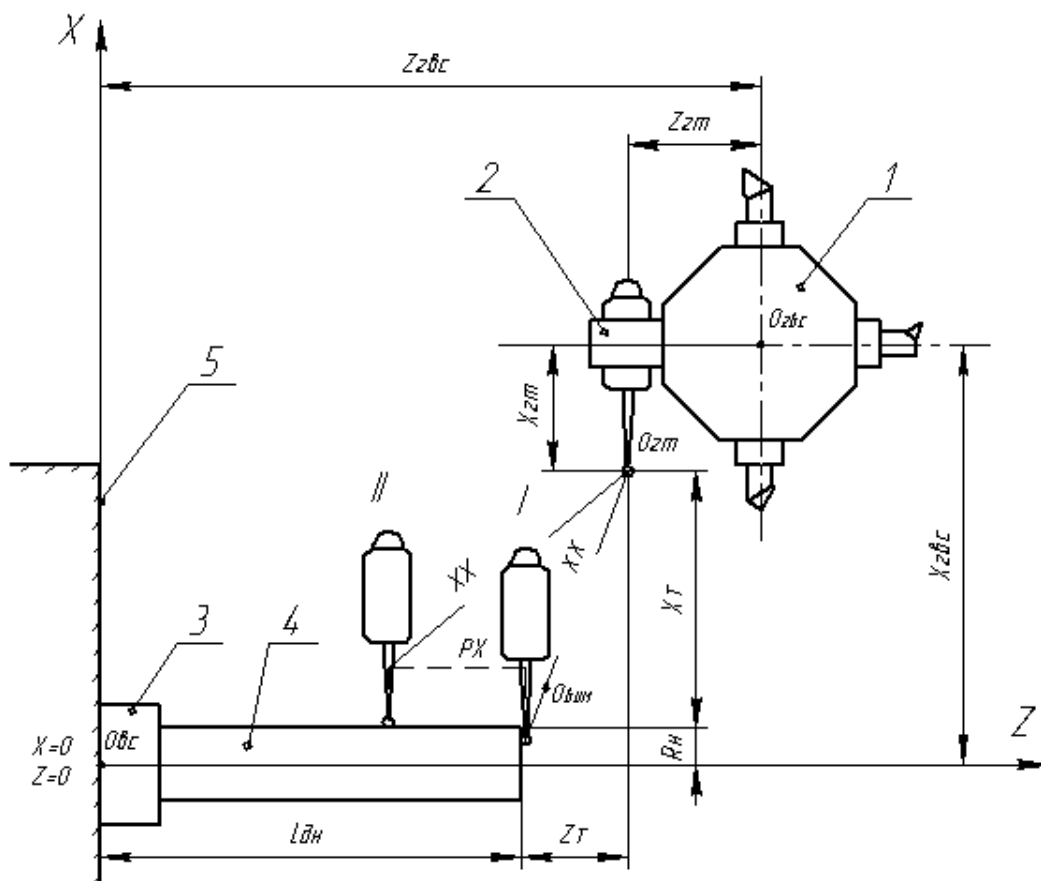


Рис. 3. Схема роботи системи торкання, встановленої на ГВС

Після того, як СЧПУ верстата виконає обробку отриманих результатів вимі-

рювання, проводиться коригування КП, з урахуванням відстаней між верхівкою різального інструмента та поверхнею деталі X_m і Z_m , які розраховуються за наступною методикою:

$$\begin{aligned} X_m &= (X_{ГВС} - X_{ДТ}) - R_H \\ Z_m &= (Z_{ГВС} - Z_{ДТ}) - L_{ДН} \end{aligned} \quad (2)$$

де R_H і $L_{ДН}$ – координати величин розмірів поверхонь деталі чи еталону по осях X і Z [6, 7].

Обробка наступної деталі виконується вже за відкоректованою КП. Дана операція по налагодженню залежно від складності і точності деталі може виконуватися декілька раз за час її обробки.

Отже, дана система автоматичного налагодження верстатів з ЧПК на “робочий розмір” забезпечує високу точність обробки деталей металічних і неметалічних, але вона має і такий недолік, як мала швидкодія системи.

Висновки

В подальшій роботі планується розробка нової системи торкання, яка дозволить якісно покращити системи зворотного зв'язку на верстатах з ЧПК, і, як наслідок, підвищити якість виготовляємих деталей, скоротити час на їх обробку та налагодження верстату до їх виготовлення, зменшити відсоток браку і покращити систему діагностики технічного стану верстату.

Система автоматичного налагодження верстата з ЧПК будуватиметься на основі використання п'єзоелектричного датчика торкання та може бути використана на приладо- і машинобудівних виробництвах для виготовлення високоточних деталей з металічних і неметалічних матеріалів, а також дозволить: проводити точне позиціонування інструмента з визначенням і фіксацією його вершини в робочому просторі верстату; обробляти інструментом без точної установки його в початкову нульову точку і початкової повірки; підвищити точність обробки компенсацією неминучих похибок механообробки; проводити точні вимірювання розмірів готових деталей; значно підвищити продуктивність процесу обробки деталей.

У подальшому розвитку даного напрямку є розробка і вдосконалення систем автоматичного налагодження, які дозволять якісно покращити виготовлення деталей, скоротити час на їх обробку, зменшити відсоток браку і руйнування верстатів.

Література

1. Виноградов А.Н., Воробьев Ю.А., Воронцов Л.Н. и др. Под редакцией А.И. Якушева. Справочник контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения. – 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1980. – 527 с..
2. RENISHAW. Контактные измерительные датчики. <http://www.renishaw.ru/6652.aspx>.
3. Тимчик Г.С., Скицок В.І., Вайнтрауб М.А., Ключко Т.Р. Відчутники контрольно-вимірювальних систем: монографія. -К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 240с.
4. Румбешта В.А., Максимчук И.В. Гибкие производственные системы. Методические указания.

- заня к изучению курсов «Интегрированные системы оптического производства» и «Автоматика и автоматизация производства». Киев, КПИ, “Укрвузполиграф”, 1990. – 48с.
5. Фельдштейн Е., Корниевич М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Новое знание, 2008. – 299с.
 6. Остафьев В.А., Румбешта В.А., Держук В.А. Технологические процессы изготовления деталей приборов. -К.: Высшая школа, 1983. – 207с.
 7. Попов А.И. Гибкие производственные модули и автоматические линии.-Интерлитмаш, 1988. – 289с.

Румбешта В.А., Скороход А.М., Симута Н.А. Технологические возможности системы касания при настройке станка с ЧПУ Рассмотрено превосходство системы автоматической настройки станков с ЧПУ на размер методом касания с использованием датчика касания при обработке деталей приборов, предоставлена функциональная схема их строения и алгоритм работы.	Rumbeshta V.A., Skorokhod A.M., Simuta N.A. Technological possibilities of the systems of touch at tuning of machine-tool with CHPU Superiority of the system of the automatic tuning of machine-tools is considered with CHPU on a size by the method of touch on the basis of the use of sensor of touch at treatment of details of devices, the functional diagram of their structure and algorithm of work is given.
--	--

Надійшла до редакції
15 листопада 2008 року

УДК 621.9:678

МЕТОД УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ СВЕРДЕЛ

Глоба О.В., Бондаренко А.С., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Проведено дослідження свердління полімерних композиційних матеріалів триперими свердлами і на підставі отриманих експериментальних результатів показана ефективність їхнього застосування

Вступ. Постановка проблеми

Наразі широке розповсюдження мають полімерні композиційні матеріали (ПКМ), які мають високу питому міцність і твердість. Ці матеріали є також стійкими до втоми, впливу різних умов експлуатації на стійкість до впливу навколишнього середовища. Вони знайшли своє застосування у таких галузях промисловості, як будівництво, транспорт і навіть у спортивних технічних засобах. Все частіше виготовляються вироби із ПКМ, які мають високу стійкість до впливу навколишнього середовища.

Це, наприклад, двомірноюармовані склопластики, практично будь-які органічніпластики, а також вуглепластики. Сфери застосування таких матеріалів - переважно середньонавантажені деталі складної форми. Механічна обробка дета-

лей з таких матеріалів має не формотворчий, а інший характер, в основному – обрізка облою, вирізка лючків, посадкових поверхонь і поверхонь під кріплення для з'єднання їх з іншими деталями вузла.

Одним з найрозповсюджених методів обробки елементів із ПКМ є свердління отворів під установа кріпильних елементів [1]. При свердлінні можуть виникнути наступні похибки обробки - спучування, розшарування матеріалу й розтріскування між волокнами в шарах ПКМ, бахрома, відхилення форми отвору, припик (наслідок високої температури в зоні різання).

У всіх роботах [2, 3, 4] для свердлення отворів застосовуються двопері свердла, які мають перемичку. При врізанні свердла в матеріал під дією перемички, що має негативний передній кут, і різального леза, що поблизу осі свердла має невеликий передній кут, можливе явище спучування матеріалу. При розгляді процесу свердління необхідно враховувати особливості цього процесу: свердло має 5 різальних крайок (для двоперих свердел), кожна з яких працює в різних умовах; має місце невелике й косокутне різання; точки на різальних крайках мають різні швидкості різання; змінне значення передніх і задніх кутів; утруднена умова відводу стружки. Тому для зменшення цих впливів було спроектовано трипере свердло. Застосування конструкцій свердел із трьома різальними лезами дозволить зменшити навантаження на одне різальне лезо, що зменшить величину розшарування матеріалу.

У такий спосіб свердління отворів з мінімальними ушкодженнями матеріалу є важливою науково-технічною проблемою.

Метою роботи є створення конструкції свердел, що дозволяють виконувати отвори в ПКМ високої якості без подальшої їхньої доробки.

Постановка задачі

На похибку при свердлінні істотний вплив робить розподіл сил у зоні різання. Для дослідження похибки обробки при свердлінні необхідно враховувати осьову силу P_o , що є сумою сил подачі, що діють на головній різальній кромки P_x і поперечної різальної крайки P_{xp} (залежить від методу загострення). На величину P_o впливає кут нахилу стружечної канавки свердла. Кут нахилу гвинтової канавки перебуває у безпосередньому зв'язку з кутом загострення й кутом різання. Збільшення кута різання спричиняє збільшенню опору різання.

Істотний вплив на осьове зусилля робить перемичка, з її збільшенням опір різанню збільшується, проте велике зменшення перемички може призвести до її зминання. Оскільки обробка ПКМ пов'язана з більшим абразивним зношуванням інструмента, то затуплення свердла в місці з'єднання фаски з різальною крайкою призведе до різкого зростання осьового зусилля й крутного моменту.

При свердлінні композиційних матеріалів, шари композиційного матеріалу, які попадають під різальну крайку піддаються місцевій деформації на вигин, що є причиною розшарування матеріалу навколо отвору. Неважко припустити, що розшарування зажадає невеликого осьового зусилля особливо, коли значення

товщини не зрізаного шару залишиться незначна, внаслідок чого на виході матеріалу буде спостерігатися розшарування матеріалу.

У конструкції триперих свердел відсутня перемичка, яка розташована площини обробки, тому врізання буде здійснюватися не плоскою поверхнею, а пірамідою. Внаслідок цього зменшиться осьова сила, покращиться центрування свердла і виключить спучування матеріалу.

Дослідження конструкції

У зв'язку з тим, що ПКМ є по своїй структурі неоднорідної твердості уздовж різальної крайки різна, що викликає нерівномірність навантаження на різальному лезі, а відповідно й радіальні сили можуть бути не врівноважені, що призведе до відхилення округлості отвору. На підставі вище сказаного на якість отриманих отворів буде впливати геометрія свердла.

При проектуванні стружкової канавки свердла було використано методику Солодкого В. І. [5]. Міцність свердла розраховувалася з використанням пакета програм Vision Nastran [6], що дозволяє, маючи 3D модель свердла, виконати його розрахунок. Вона ж дозволила виконати розрахунок навантаження різальних кромки (рис. 1).

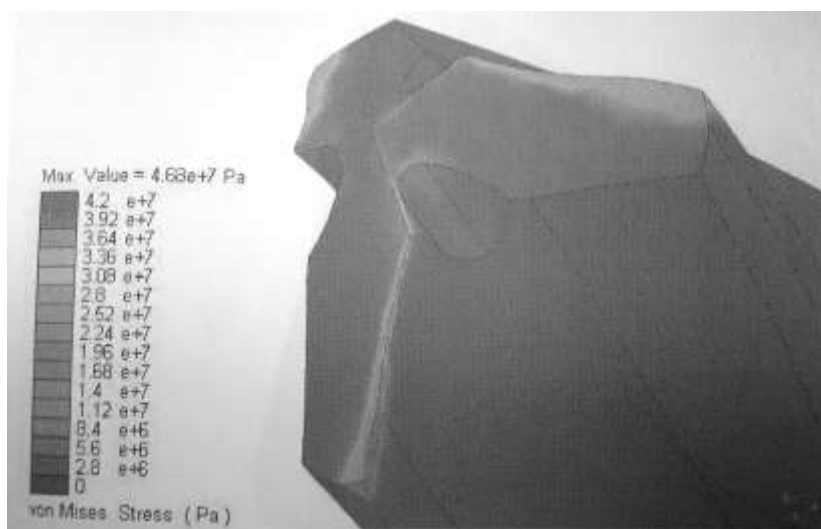


Рис.1. Навантаження різальної кромки

За умов відсутності рекомендацій щодо вибору способу загострення й підточування триперих свердел способи загострення вибиралися на підставі рекомендацій для двоперих, а підточування визначалося, використовуючи 3D моделювання, з урахуванням мінімальної перемички. Приклад моделювання представлений на рис. 2.

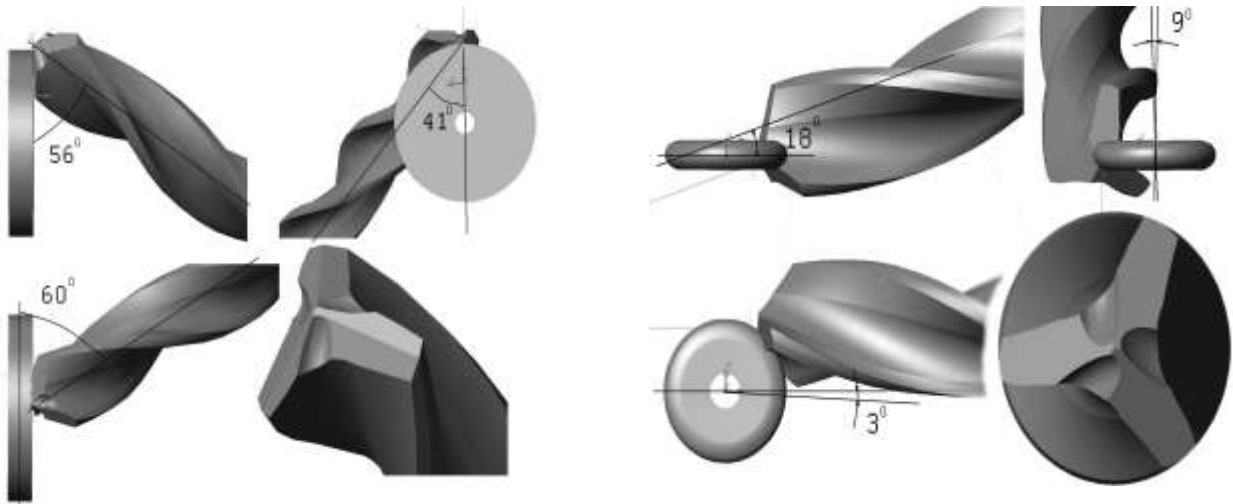


Рис.2. Приклад заточення свердла й підточування перемички

Загострене свердло з підточуванням відображене на рис. 3. Кінематичні й статистичні кути, отримані внаслідок заточення, представлені на рис. 4. Величини кутів отримані не аналітичним розрахунком, а обмірювані з отриманої 3D моделі.

Для порівняння якості отриманих отворів були проведені порівняльні експерименти по визначенню температури в зоні різання, округлості форми отриманих отворів, шорсткості отвору й вібрацій, що виникають у зоні свердління. Порівняння проводилися при обробці скло-і вуглепластика свердлами однакового заточення й підточування перемички для двох і триперих свердел.

Обмірюваний віброакустичний сигнал оброблявся за програмою запропонованою Кокаровцевим В.В. [7], що дозволяє прогнозувати зношування і стійкість інструмента.

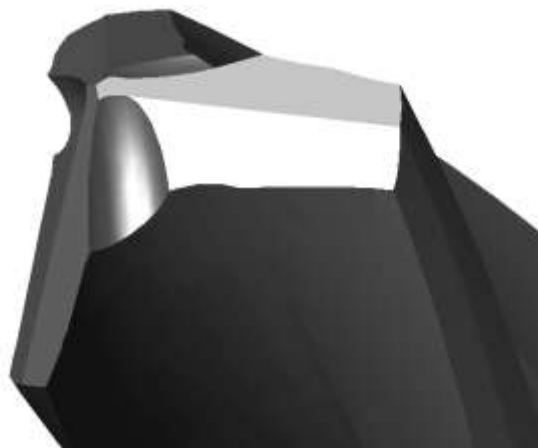


Рис.3. Вигляд загостреного свердла

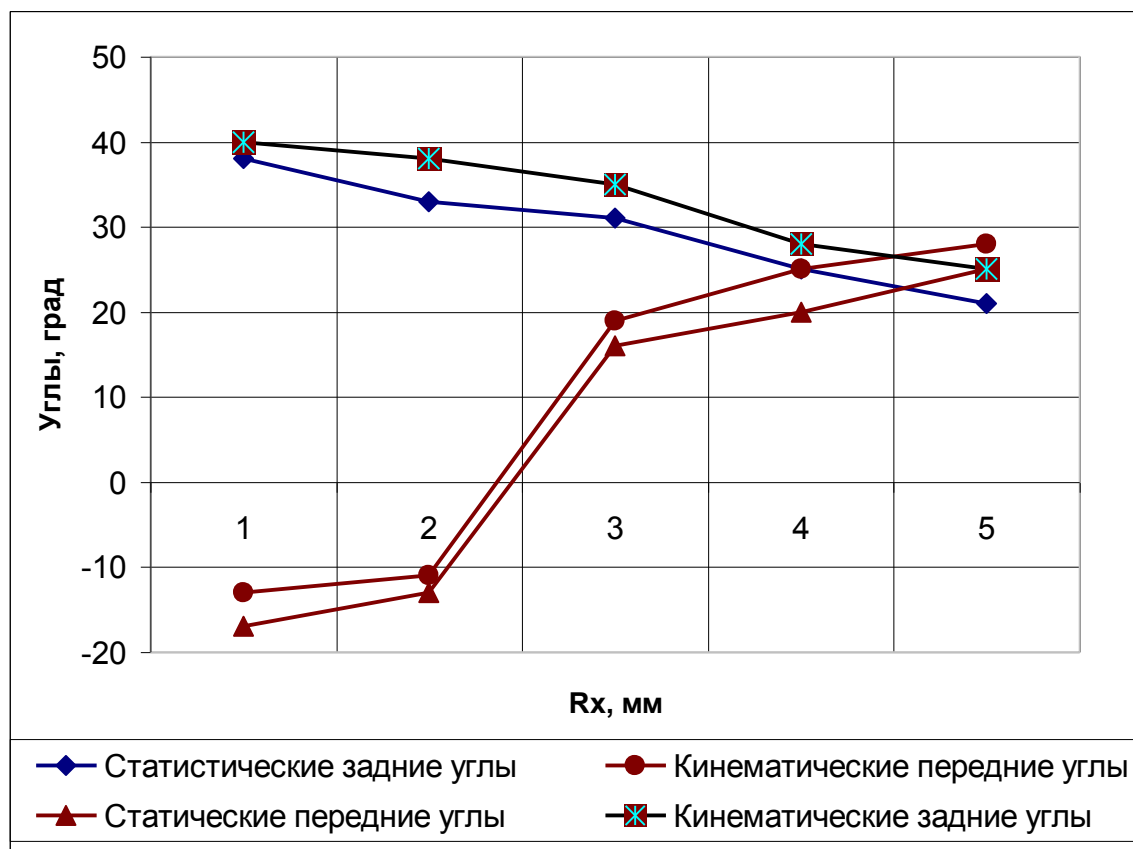


Рис.4. Зміна статичних і кінематичних кутів від центра до периферії.

Висновки

Внаслідок проведених порівняльних експериментів було встановлено, що стійкість триперих свердел вище відповідно й прогнозованих просвердлених отворів в $1,7 \div 2,2$ рази, а відповідно швидкість зношування нижче ніж двоперих.

Шорсткість оброблених поверхонь коливалася в межах $R_a 4 \div 10$ мкм при обробки триперими й $13 \div 24$ мкм - двоперими. Відхилення від круглості - $20 \div 110$ мкм, $112 \div 220$ мкм відповідно. Температура в зоні різання при різних подачах і частоті обертання шпинделя знизилася на 20%.

Слід зазначити, що величина шорсткості визначається видом оброблюваного матеріалу, загостренням і підточуванням перемички й застосування триперих свердел раціонально при обробці полімерних композиційних матеріалів.

Надалі варто провести дослідження щодо впливу режимів різання при обробці ПКМ триперими свердлами.

Литература.

1. Васильев В.В., Протасов В.Д., В.В. Болотин и др. Под общ. ред. Васильева, В.В. Тарнопольского Ю.М. Композиционные материалы: Справочник. -М.: Машиностроение, 1990. - 512 с.

2. Акира Кобаяши. Обработка пластмасс резанием. -М.: Высшая школа, 1993. – 320 с.
3. Криштопа Н.А. и др. Обработка отверстий в композиционных материалах. –К.: Техника, 1980 – 126 с.
4. Степанов А.А. Обработка резанием высокопрочных композиционных материалов. -Л.: Машиностроение, 1987. – 178 с.
5. Солодкий В.И. Методичні вказівки з дисципліни «Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва» Дисковий інструмент для утворення зовнішніх гвинтових поверхонь. Київ, НТУУ «КПІ», 2009, 36 с.
6. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. -М.: LVR Пресс, 2003. – 448 с
7. Кокаровцев В.В. Методи контролю та керування процесом металообробки на базі віброакустичного сигналу. Автореф. на здоб. уч. ст. к.т.н. Київ, КПІ, 1994 р., 16с.

Глоба О.В., Бондаренко А.С. Исследование процесса сверления авиационных материалов трехперыми сверлами с целью усовершенствования геометрии режущей части

Проведено исследование сверления полимерных композиционных материалов трехперыми сверлами на основании результатов показана эффективность их применения.

Globa A.V., Bondarenko A.S. Analysis of process of the aircraft materials drilling with three-wings drills in order to improve cutting part geometry

Analysis of Polymeric composite material drilling was held with 3-wing drill. According to obtained results usage efficiency was proved.

*Надійшла до редакції
20 травня 2009 року*