

УДК 621.82

Л. Данильченко, канд. техн. наук; С. Пономаренко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НАРІЗКИ ГВИНТОВОЇ КАНАВКИ НА ЗАГОТОВЦІ НЕКРУГЛОГО ПРОФІЛЮ

Резюме. Наведено нову конструкцію оправки для нарізки зовнішніх гвинтових канавок на заготовках некруглого профілю. Показано етапи виготовлення і наладки оправки під заготовку певного профілю – побудовано циклограму руху різця в двох напрямках, побудовано теоретичний і дійсний профіль кулачка-копіра. Наведено аналітичні залежності для визначення похибки розташування заготовки в пристрої, загальну похибку передатного механізму.

Ключові слова: гвинтова канавка, оправка, нециліндричні заготовки, похибка установки.

L. Danylchenko, S.Ponomarenko

SPECIALTY OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF CUTTING SPIRAL GROOVE ON NON-CIRCULAR WORKPIECE

The summary. Present new construction of arbor for cutting external spiral grooves on the non-circular profile workpieces. Shown stages of manufacturing and adjusting arbor under a particular profile workpiece, built cutter movement cyclogram in two directions, built theoretical and actual cam-copier profile. Derived analytical expressions to determine the workpiece location error in the device, the total error of the transmission mechanism.

Key words: spiral groove, arbor, non-cylindrical workpiece, error of installation.

Умовні позначення:

- ε – похибка положення деталі в пристрої;
- Δ_p – похибка передатних механізмів;
- Δ_e – похибка виготовлення еталонної деталі;
- Δ_n – похибка показів вимірювального приладу;
- $\Delta_{мет.}$ – загальна похибка;
- $\Delta_{дон}$ – допустима похибка;
- $\delta_{дет}$ – допуск деталі;
- $\varepsilon_б$ – похибка базування;
- $\varepsilon_{пр}$ – похибка виготовлення та зношування пристрою;
- $\varepsilon_{пр1}$ – похибка виготовлення базуючих елементів для встановлення деталі в пристрої;
- $\varepsilon_{пр2}$ – похибка у взаємному розміщенні елементів встановлення деталі відносно елементів встановлення вимірних приладів;
- Δ_{p1} – похибка від неточності виготовлення пліч важелів;
- Δ_{p2} – похибка від зазору між отвором і віссю;
- Δ_{p3} – похибка, спричинена непропорційністю між лінійним переміщенням вимірювального стержня і кутовим переміщенням важеля;
- Δ_{p4} – похибка від зміщення точки контакту сферичного наконечника при повертанні плоского важеля;
- Δ_{p5} – похибка прямої передачі.

Постановка проблеми. Гвинтові навиті заготовки широко використовуються як робочі органи у нагрівальних пристроях для нагрівання промислових, сільськогосподарських, будівельних приміщень, теплиць; як робочі органи транспортерів, змішувачів; робочі органи при барботуванні. Вимоги до даних заготовок неперервно змінюються з появою нових об'єктів і технологічних процесів. При цьому часто існуючі форми заготовок не повною мірою відповідають вимогам часу і

потребують удосконалення форми і технологічних схем, які забезпечують отримання заданих конструктивних, вагових, габаритних і ергономічних параметрів при високому коефіцієнті корисної дії. Тому тема їх проектування і технологія виготовлення є актуальною і має важливе народногосподарське значення.

Аналіз результатів дослідження. Дослідженням технологічного процесу виготовлення гвинтових заготовок присвячені роботи [1, 2, 3], однак питання, що стосуються нарізки гвинтових канавок на заготовках некруглого профілю, розрахунку кінематики та формоутворення, питання оцінювання похибки при виготовленні практично не розглядалися.

Мета роботи – обґрунтувати особливості технологічного процесу нарізки гвинтової канавки на заготовці нециліндричного профілю, показати етапи виготовлення і наладки оправки під заготовку певного профілю з побудовою циклограми руху різця в двох напрямках і побудовою теоретичного та дійсного профілю кулачка-копіра.

Роботу виконано згідно з постановою Кабінету Міністрів України «Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентноздатною технікою» на 2005–2010 роки.

Реалізація роботи. Нарізка гвинтової канавки на заготовці некруглого профілю можлива і на верстаті з ЧПК. Проте це вимагає: по-перше – спеціалізованого верстата з можливістю програмування поперечної подачі різця синхронізовано до обертання заготовки; по-друге – написання складної програми ЧПК (підтримка комплексом управління інструкцій для реалізації програми).

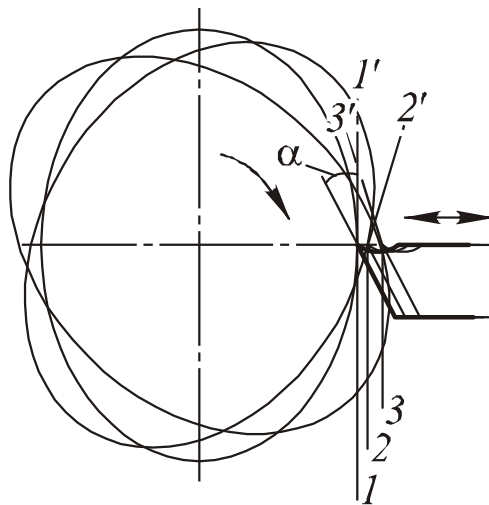


Рисунок 1. Технологічна схема зміни кута α при горизонтальному переміщенні різця й обертанні заготовки при нарізанні гвинтових канавок на заготовці некруглого профілю

Основним недоліком є непостійність переднього кута різання і, як наслідок, – непостійність глибини і сили різання. Зміну кута різання зображено на рисунку 1, а на рисунку 2 зображено графік залежності кута різання від кута повороту заготовки для трьох різних параметрів заготовки.

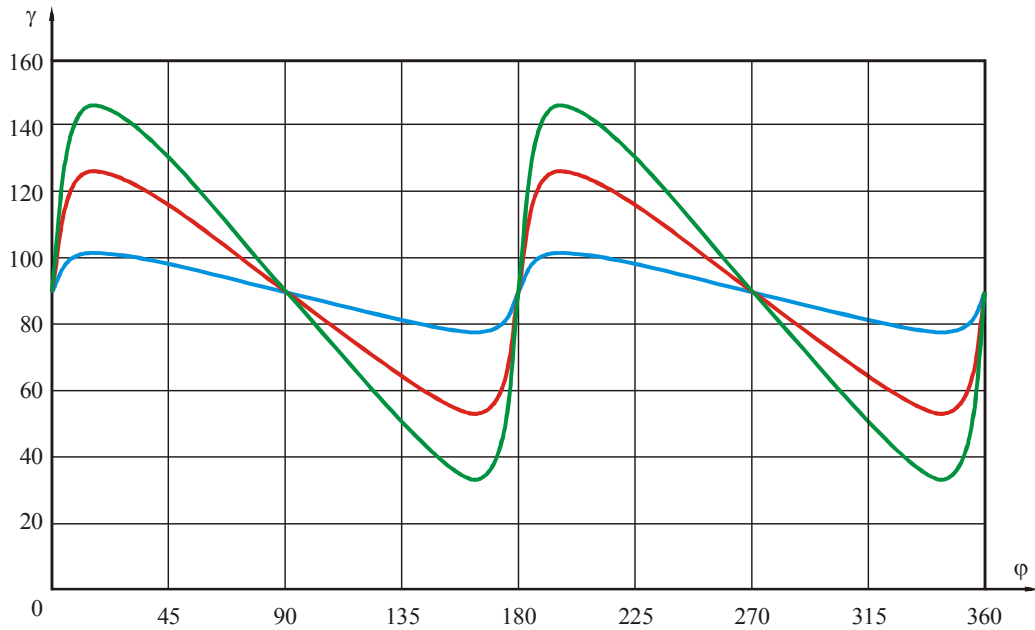


Рисунок 2. Графік залежності кута різання від кута повороту заготовки при нарізанні гвинтових канавок на заготовках некруглого профілю

Перші два питання було вирішено за допомогою спеціального пристосування для токарного верстата, але і йому була притаманна проблема непостійності переднього кута.

Для подолання даної проблеми було створено конструкцію пристрою, яка забезпечує різцю як горизонтальне, так і вертикальне переміщення. На рисунку 3 зображено циклограму руху різця в двох напрямках, що забезпечує постійність кута різання.

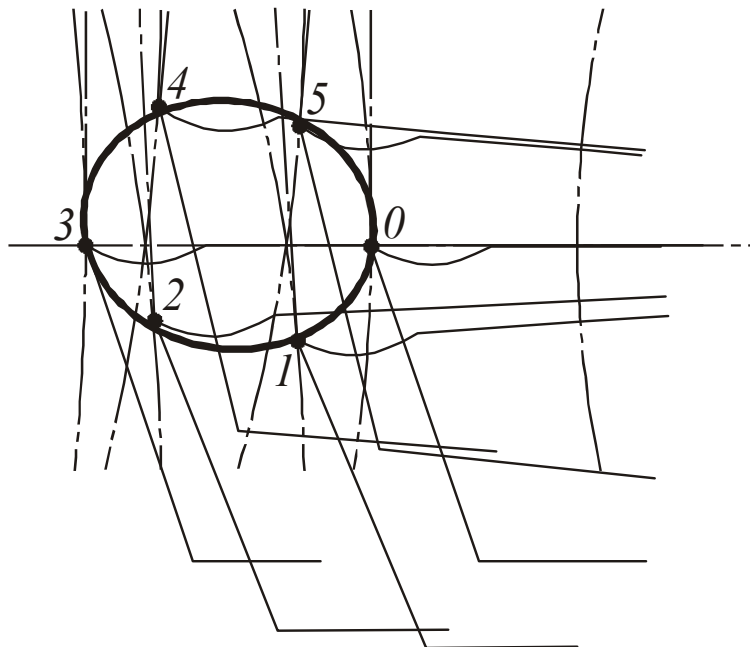


Рисунок 3. Циклограма руху різця в двох напрямках при нарізанні гвинтових канавок на заготовках некруглого профілю

На основі даної циклограми та конструктивних параметрів заготовки та верстата будемо теоретичний профіль кулачка (рис. 4).

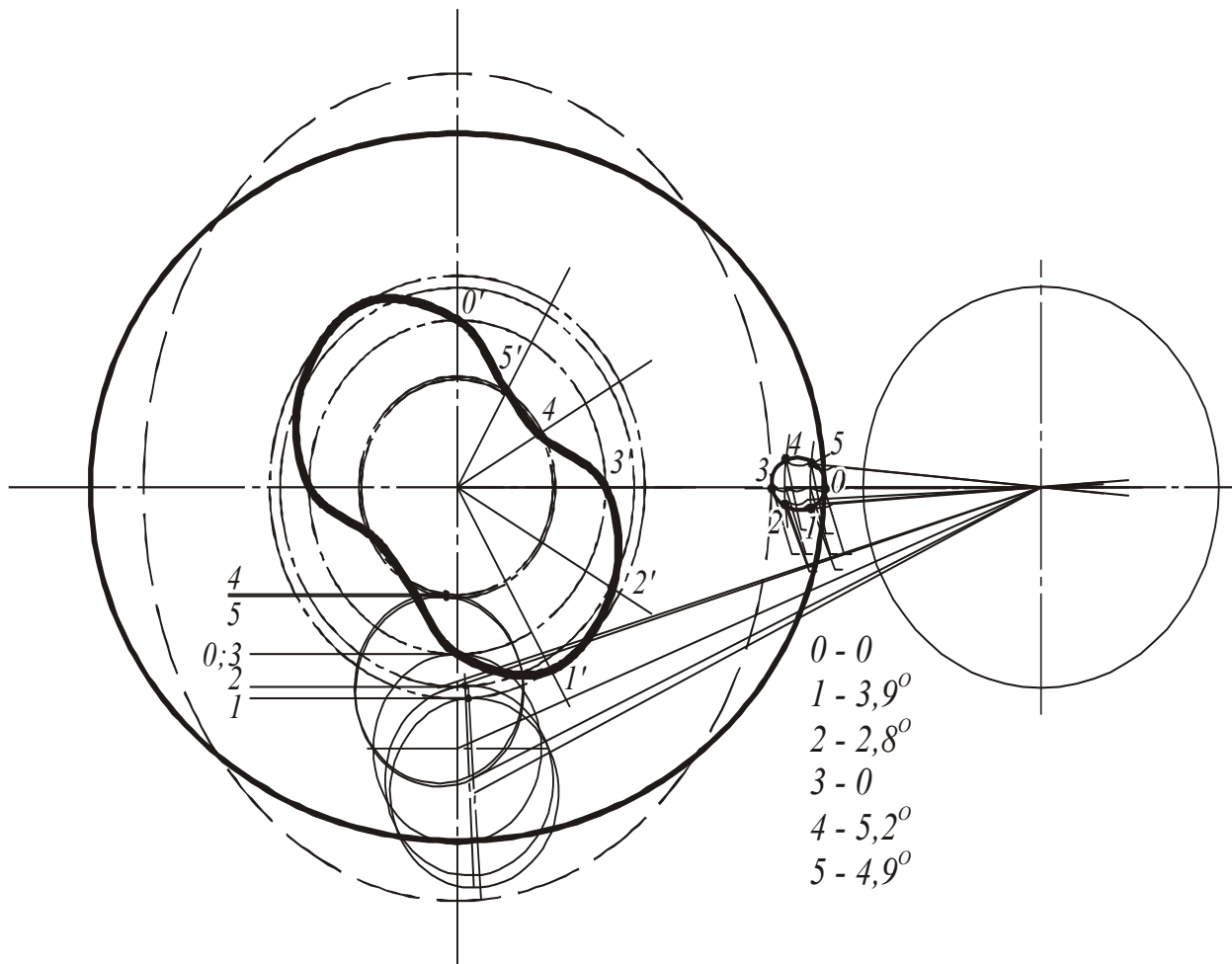


Рисунок 4. Технологічна схема побудови теоретичного профілю кулачка

За побудованим теоретичним профілем кулачка спроектовано кулачок-копір для оправки з дійсним профілем у формі канавки (рис. 5).

Працює даний пристрій таким чином. Заготовку 5 за допомогою циліндричного хвостовика 4 закріплено в патрон токарного верстата. Пристрій встановлюється в різцетримач 8 і складається з двох частин: нерухої 17 і рухої 9. Рухома частина пристрою призначена для створення вертикального руху різця 22 і складається з корпусу 9, до якого приєднано шліцевий вал 10 і втулку 19 нерухомо з'єднану з важелем 7. На кінці важеля розміщено ролик 6, який при обертанні деталі повторює контур канавки 2. Для утримання ролика від осьового переміщення встановлено кришку 3. Шайба 1 з виготовленою для кожної заготовки необхідною канавкою є змінною.

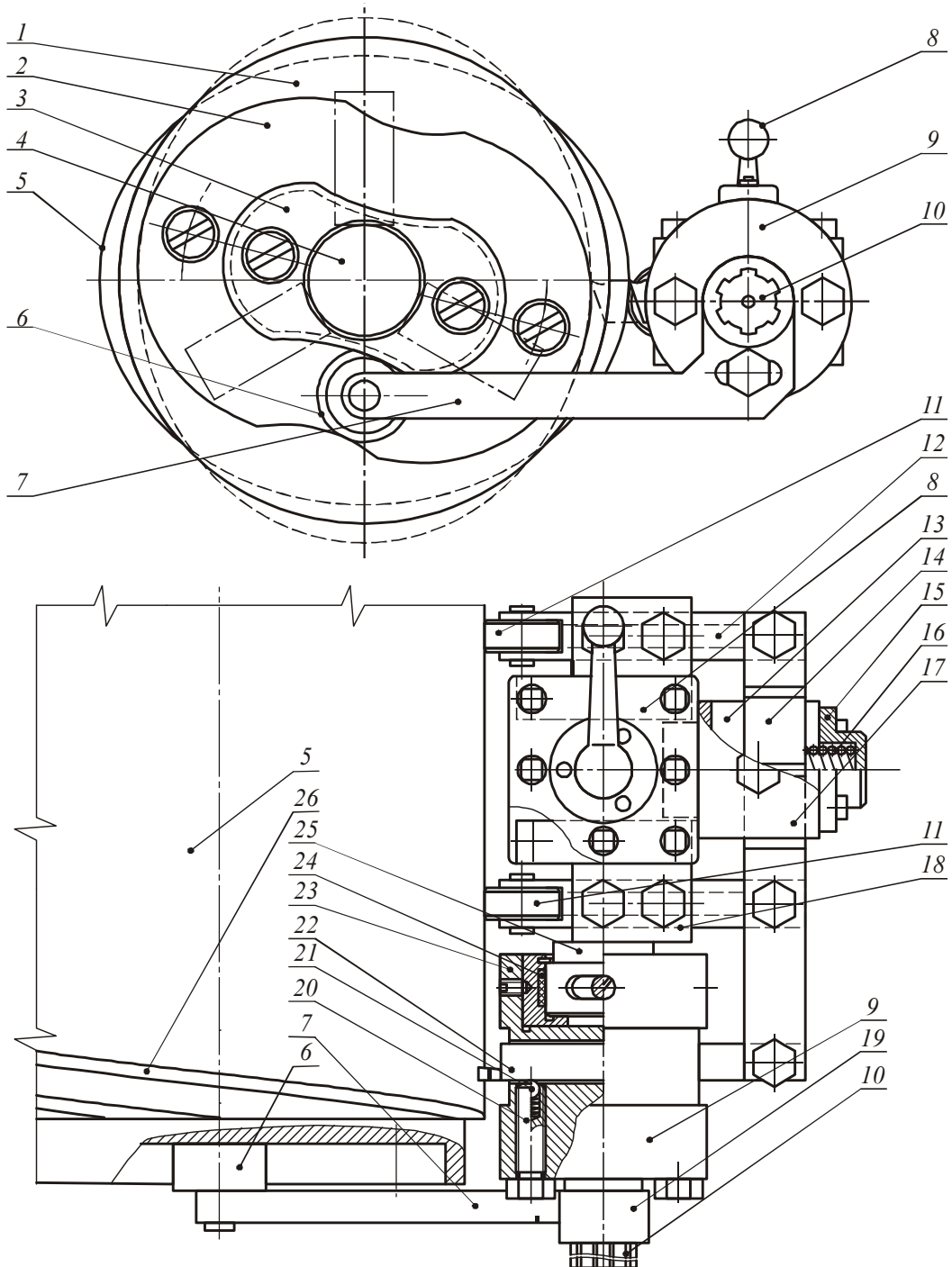


Рисунок 5. Конструктивно-компонувальна схема оправки з кулачком-копіром

Умовні позначення:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1, 15 – шайба; | 11 – направляючі ролики; |
| 2 – канавка кулачка; | 12 – направляючі; |
| 3 – кришка; | 13 – розрізна втулка; |
| 4 – циліндричний хвостовик; | 14 – поперечна штанга; |
| 5 – заготовка; | 16 – пружина; |
| 6 – ролик; | 17, 19, 23, 24, 25 – втулки; |
| 7 – важіль; | 18 – вал; |
| 8 – різцетримач; | 20 – болт; |
| 9 – корпус; | 21 – кулька; |
| 10 – шліцевий вал; | 22 – різець; |
| | 26 – нарізувана канавка. |

Різець 22 встановлено в отвір корпусу. Кришку виготовлено з конусним виступом, який впирається в таке ж заглиблення в різці 22. В болт 20 встановлено підпружинену кульку, яка створює постійне зусилля між переміщуваним різцем і кришкою.

Нерухома частина пристрою складається з вала 18, який закріплено безпосередньо до різцетримача 8, розрізної втулки 17 і направляючих роликів 11. Вал 18 встановлено на втулку 25, в якій для створення постійного беззazorного з'єднання використано втулку 24. Гвинт, закріплений у вал 18, має циліндричний кінець, який входить у паз 31. При коливальних рухах корпусу 9 цей паз служить обмежувачем.

Ролики 11 закріплено на направляючих 12, які переміщуються в корпусах 29 і закріплені аналогічно різцю. Направляючі 12 і різець 22 жорстко закріплені до поперечної штанги 14, яка має можливість переміщення в пазу розрізної втулки 13.

Постійний контакт із заготовкою 5 роликам 11 забезпечує пружина 16.

Шліцевий вал 10, який передає коливальні рухи на різець, повинен бути довшим довжини заготовки. Під час різання втулка 19 з важелем 7, які закріплені до кулачкової канавки, при русі різцетримача по заготовці залишаються на місці, бо шайбу 1 закріплено в торці заготовки.

При обертанні заготовки процес різання проходить рівномірно по глибині, причому різець піддається тим же динамічним навантаженням, які аналогічні при обробці циліндричних поверхонь.

На рисунку 6 зображено готову деталь, виготовлену на даній оправці з використанням універсального токарного верстата.

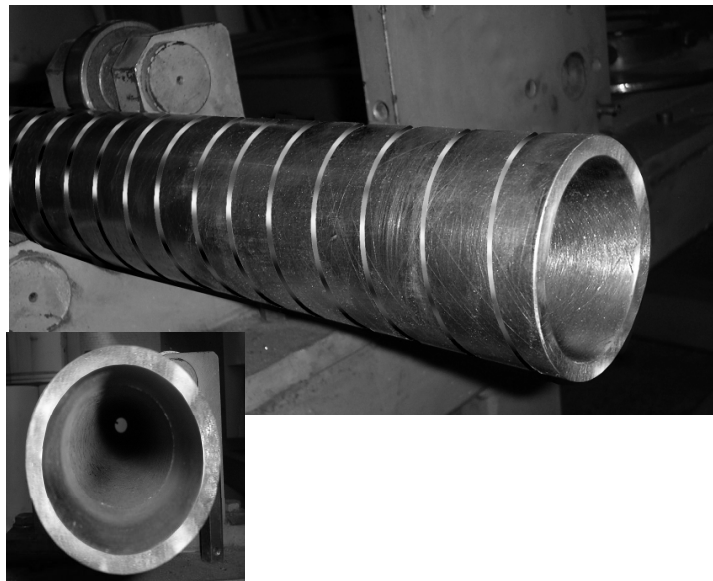


Рисунок 6. Готова деталь

Встановлено [2], що загальна похибка передатного механізму залежить від похибки положення деталі в пристрої ε , похибки передатних механізмів Δ_p , похибки виготовлення еталонної деталі Δ_e , яка служить для налагодження пристрою, і похибки показів вимірювального приладу Δ_n .

На стадії проектування пристрою доцільно визначити його загальну похибку, прийнявши первинні похибки як колінеарні вектори. Тоді загальну похибку будемо визначати так:

$$\Delta_{i \text{ до.}} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_e + \Delta_n. \quad (1)$$

Дійсне значення похибки пристрою визначається в процесі його атестації і

може бути зменшене до певної межі при налагодженні, регулюванні та юстируванні.

Розрахунок точності пристрою (або визначення похибки вимірювання) зводиться до розрахунку (або вибору за таблицями) первинних складових загальної похибки $\Delta_{мет.}$ та співставлення отриманого значення з допустимим $\Delta_{дон.}$. Величину $\Delta_{дон.}$ визначають так:

$$\Delta_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}} = (0,2 - 0,35)\delta_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}}. \quad (2)$$

При цьому повинна задовольнятися умова $\Delta_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}} \geq \Delta_{i\dot{a}\dot{o}}$, або

$$(0,2 - 0,35)\delta_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} \geq \varepsilon + \Delta_p + \Delta_e + \Delta_n. \quad (3)$$

Послідовність визначення складових $\Delta_{мет.}$:

А). Визначення похибки положення ε деталі, яку контролюють, у пристрої:

1. Визначають величину похибки базування ε_6 для прийнятої схеми встановлення.

2. Визначають величину похибки закріплення ε_3 .

3. Визначають величину похибки виготовлення та зношування пристрою $\varepsilon_{пр.}$

При цьому окремо визначають похибку виготовлення базуючих елементів для встановлення деталі в пристрої $\varepsilon_{пр1}$ і похибку у взаємному розміщенні елементів встановлення деталі відносно елементів встановлення вимірних приладів $\varepsilon_{пр2}$.

Загальну похибку $\varepsilon_{пр}$ визначають

$$\varepsilon_{i\delta} = \sqrt{\varepsilon_{i\delta1}^2 + \varepsilon_{i\delta2}^2}. \quad (4)$$

4. Визначають загальне значення похибки розташування деталі, яку контролюють.

Б). Визначають похибки Δ_p передатних механізмів приладів:

1. Визначають похибку від неточності виготовлення пліч важелів Δ_{p1} (для важелів простої або складної форми).

2. Визначають похибку від зазору між отвором і віссю важеля Δ_{p2} .

3. Визначають похибку, спричинену непропорційністю між лінійним переміщенням вимірювального стержня і кутовим переміщенням важеля Δ_{p3} .

4. Визначають похибку від зміщення точки контакту сферичного наконечника при повертанні плоского важеля Δ_{p4} .

5. Визначають похибку прямої передачі Δ_{p5} .

6. Визначають загальну похибку передатних механізмів за формулою

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_{p1}^2 + \Delta_{p2}^2 + \Delta_{p3}^2 + \Delta_{p4}^2 + \Delta_{p5}^2}. \quad (5)$$

Висновки. Розроблена конструкція пристрою дозволяє виконувати нарізку гвинтових профільних канавок на заготовках некруглої форми з використанням універсального токарного верстата із забезпеченням сталого переднього кута та сили різання. Обґрунтовано етапи технологічного процесу, розрахунок та проектування профілю кулачка для виготовлення гвинтових канавок на заготовках некруглої форми. Виведено аналітичні залежності для визначення похибки розташування заготовки в пристрої та загальну похибку передатного механізму.

Література

1. Теоретичні основи формоутворення різнопрофільних гвинтових заготовок деталей машин / [Гевко Б.М., Пилипець М.І., Васильків В.В., Радик Д.Л.]. – Тернопіль: ТДТУ, 2009. – 457 с.
2. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої: навчальний посібник / [Гевко Б.М., Дичковський М.Г., Матвійчук А.В.]. – К.: Кондор, 2009. – 220 с.
3. Пат. № 40197 Україна, МПК (2009) B23G 5/00. Пристрій для нарізання зовнішніх гвинтових профільних канавок / Івасечко Р.Р., Пономаренко С.В., Палюх А.Я., Гевко І.Б.; заявник і власник патенту ТДТУ.– № u200813180; заявл. 13.11.2008р., опубл. 25.03.2009, Бюл. №6.

4. Пат. № 50934 Україна, МПК В23D 11/06. Пристрій для навивання еліпсних гвинтових заготовок / Пономаренко С.В., Стефанів В.М., Ляшук О.Л., Гевко Ів. Б., Диня В.І., Любачівський Р.О.; заявник і власник патенту ТДТУ.– № u200914007; заявл. 31.12.2009р.; опубл. 25.06.2010, Бюл. №12.
5. Данилов, В.А. Модернизация токарных автоматов для обработки некруглых деталей / В.А. Данилов // Станки и инструмент. – 1993. – № 2. – С. 19-22.
6. Данилов, В.А. Механическая обработка профильных поверхностей на универсальных станках / В.А. Данилов, М.В. Бажин, А.И. Костюченко // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1996. – № 5. – С. 68–70.
7. Синкевич, В.М. Новый вид профильных соединений в узлах судовых механизмов / В.М. Синкевич, Е. П. Микитюк Е.П. // Вестник машиностроения. – 1990. – № 11. – С. 60–63.

Отримано 1.11.2010