



УДК 004.2

IMPROVEMENT OF NUMERICAL CONTROL SYSTEM FOR MANUFACTURE OF JEWELRY PRODUCTS ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ З ЧПК ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ

Yonda I.M. / Йонда І.М.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano-Frankivsk, Karpatska 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, 76019

Анотація. Проаналізовано тенденції збільшення точності виготовлення виробів в промисловості. Встановлено, що збільшення точності виготовлення виробів залежить від точності систем з ЧПК. Були досліджені існуючі алгоритми обробки систем з ЧПК. Встановлено, що наявні алгоритми є застарілими та не задовільняють потреб сучасних користувачів. Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що сучасні системи з ЧПК можна вдосконалити шляхом розробки нових, більш ефективних алгоритмів та методів обробки, які створюють умови для зменшення часу обробки. В результаті проведених досліджень була запропонована вдосконалена математична модель обробки, яка дозволяє зменшити час обробки виробів і тим самим підвищити ефективність застосування станків з ЧПК.

Ключові слова: алгоритм обробки, системи з ЧПК, вдосконалення алгоритму, ЧПК, числове програмне керування, CNC.

Вступ.

В даний час одним з напрямків підвищення ефективності діяльності підприємств різних галузей є впровадження нових та удосконалення існуючих систем автоматизації [1-9]. Зокрема, для підвищення якості виготовлення продукції доцільно впроваджувати сучасні верстати з ЧПК та вдосконалювати наявні верстати з ЧПК.

Верстати з ЧПК містять обчислювальну систему керування, яка зчитує командні інструкції спеціалізованої мови програмування і керує приводами верстатів та верстатним оснащенням. Сучасні системи ЧПК мають назву CNC та широко використовуються у різних сферах діяльності.

В зв'язку з вищевказаним, розробка оптимізованих моделей та алгоритмів обробки є актуальною задачею для підвищення ефективності систем з ЧПК.

Основний текст.

В промисловості існує тенденція збільшення точності виготовлення виробів, яка залежить від точності систем з ЧПК. В даний час математичний розрахунок похибок станка з ЧПК визначає точність позиціонування до 0,02 мкм при робочій зоні до 200 мкм. При цьому для введення корекції необхідно розрахувати її значення. Існують методи розрахунку похибок, засновані на знаходженні обвідної поверхні для всіх положень інструмента.

Станок з послідовною кінематикою можна розглядати як комплекс із m незалежних модулів, з'єднаних один з одним. Для розрахунку сліду обробки їх зручно розставити в порядку слідування від заготовки до інструменту. Геометрію кожного модуля можна визначити в його системі координат. При



цьому кожен модуль визначає положення та орієнтацію системи координат наступного модуля.

Алгоритм побудови сліду обробки на станках з послідовною кінематикою ріжучого інструменту включає в себе наступні кроки:

- розділення станка на окремі модулі з визначенням геометрії кожного в його системі координат;
- складання для кожного модуля матриці, яка характеризує його роботу, похибки та деформації під час роботи станка;
- задання геометрії ріжучої кромки інструменту радіусами-векторами;
- виключення зі сліду ріжучої кромки зайвих ділянок введенням додаткової шкали часу.

Проведено дослідження обробки кінцевої фрези торця деталі на фрезерному чотирьохкоординатному станку. В такому станку буде п'ять матриць перетворень координат (по одній на кожную вісь та обертання шпинделя). Якщо в станку відсутні похибки і вісь обертання шпинделя направлена вздовж осі z, то матриця перетворення виглядатиме так [10-14]:

$$M(t) = \begin{pmatrix} \cos ft & \sin ft & 0 & x(t) \\ -\sin ft & \cos ft & 0 & y \\ 0 & 0 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де x, y, z – рух за відповідними координатами;

f – кутова частота обертання.

Прийнявши, що торець знаходиться в площині XOZ, тоді z=y=0. При цьому x буде залежати від часу t.

В результаті досліджень було прийнято рішення про необхідність вдосконалення виразу, який визначає радіус-вектор ріжучої кромки. Приймаючи фрезу однозубою, отримуємо радіус-вектор інструменту в системі координат станка:

$$r(t, p) = \begin{pmatrix} \frac{d}{2} \cos\left(2\pi \frac{p}{p_e}\right) \cos ft + \frac{d}{2} \sin\left(2\pi \frac{p}{p_e}\right) \sin ft + x(t) \\ -\frac{d}{2} \sin\left(2\pi \frac{p}{p_e}\right) \sin ft + \frac{d}{2} \sin\left(2\pi \frac{p}{p_e}\right) \cos ft \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Вдосконалена формула (2) дозволяє зменшити час обробки виробів і тим самим підвищити ефективність застосування станків з ЧПК.

Висновки.

Проаналізовано тенденції збільшення точності виготовлення виробів в промисловості. Встановлено, що збільшення точності виготовлення виробів залежить від точності систем з ЧПК.

Були досліджені існуючі алгоритми обробки систем з ЧПК. Встановлено, що наявні алгоритми є застарілими та не задовільняють потреб сучасних користувачів.

Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що сучасні системи



з ЧПК можна вдосконалити шляхом розробки нових, більш ефективних алгоритмів та методів обробки, які створять умови для зменшення часу обробки.

В результаті проведених досліджень була запропонована вдосконалена математична модель обробки, яка дозволяє зменшити час обробки виробів і тим самим підвищити ефективність застосування станків з ЧПК.

Література:

1. Бабчук С. М. Критерії вибору спеціалізованої безпроводної мережі для об'єктів нафтогазового комплексу // Міжнародний науково-технічний журнал "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах". – 2017. – №3. – С. 160-164.

2. Бабчук С.М. Визначення безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів // Міжнародний науково-технічний журнал "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах". – 2017. – №2. – С. 187-191.

3. Бабчук С.М. Визначення шляхів підвищення гнучкості автоматизованих систем управління технологічними процесами. Матеріали 17-ї Міжнародної науково-технічної конференції "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах". – 2017. – С. 159

4. Бабчук С.М. Класифікація сучасних безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для управління технологічними процесами на об'єктах нафтогазового комплексу // Научные труды SWorld : международное периодическое научное издание. – Иваново : Научный мир, 2018. – Вып. 51. - Т. 1. - С.48-54. DOI: 10.21893/2410-6720.2018-51-1-032

5. Бабчук С.М. Класифікація спеціалізованих комп'ютерних мереж // Проблеми управління і інформатики. – 2016. – №5. – С. 97-103.

6. Бабчук С.М. Визначення спеціалізованої комп'ютерної мережі для підвищення енергоефективності експлуатації будівель підприємств нафтогазового комплексу // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №3. – С. 96-99.

7. Бабчук С.М. Алгоритм вибору спеціалізованої безпроводної цифрової мережі // Научные труды SWorld : международное периодическое научное издание. – Иваново : Научный мир, 2017. – Вып. 48. - Т. 1. - С.8-13.

8. Babchuk, S. Classification of Specialized Computer Networks // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – P. 57-64.

9. Бабчук С.М. Впровадження енергозберігаючих технологій на базі спеціалізованої комп'ютерної мережі LON // Научные труды SWorld : международное периодическое научное издание. – Иваново : Научный мир, 2016. – Вып. 3(44). - Т. 2. - С.14-17.

9. Пашкевич М. Ф., Жолобов А. А., Пашкевич В. М., Будкевич А. М. Зв'язки кінематичної похибки приводу головного руху станка з точністю обробки. – 2004. – С. 11-15.

10. Хазанова О. В., Гайліт Ю. Т. Програмні методи управління точністю обробки на багатофункціональних станках. – 2005. - №9. – С. 14-17.

11. Weck M., Hilbing R., Peschke C. Precision Machine Tools // Initiatives of



Precision Engineering at the Beginning of a Millennium, US, Springer. – 2002. – С. 519-523.

12. Решетов Д. Н., Портман В. Т. Точність металоріжучих станків. – 1986. – С. 336.

13. Лещенко А. І. Досягнення потрібної точності складнопрофільних поверхонь шляхом параметризації програмної корекції похибок обробки на станках з ЧПК. – 2011. – С. 197-203.

References:

1. Babchuk S.M. (2017). Kryterii vyboru spetsializovanoi bezprovidnoi merezhi dlia ob'ektiv naftohazovoho kompleksu [Criteria for selection of specialized network for objects of the oil & gas complex]. Mizhnarodnyj naukovo-texnichnyj zhurnal "Vymiryuvalna ta obchyslyuvalna texnika v texnologichnyx procesax" [International scientific and technical journal "Measuring and computing engineering in technological processes"], no 3, pp. 160-164.

2. Babchuk S.M. (2017). Vyznachennya bezprovidnyx spetsializovanyx kompyuternyx merezh dlya system avtomatyzaciyi texnologichnyx procesiv [Determination of wireless specialized computer networks for systems of automation of technological processes]. Mizhnarodnyj naukovo-texnichnyj zhurnal "Vymiryuvalna ta obchyslyuvalna texnika v texnologichnyx procesax" [International scientific and technical journal "Measuring and computing engineering in technological processes"], no 2, pp. 187-191.

3. Babchuk S.M. (2017). Vyznachennya shlyaxiv pidvyshchennya gnuchkosti avtomatyzovanyx system upravlinnya texnologichnyx procesamy [Determination of ways to increase the flexibility of automated control systems of technological processes]. Materialy 17 Mizhnarodnoyi naukovo-texnichnoyi konferenciyi "Vymiryuvalna ta obchyslyuvalna texnika v texnologichnyx procesax" [Materials of the 17th International Scientific and Technical Conference "Measuring and Computing Techniques in Technological Processes"], pp. 159.

4. Babchuk S.M. (2018). Klasyfikatsiia suchasnykh bezprovidnykh spetsializovanykh kompiuternykh merezh dlia upravlinnia tekhnolohichnyx protsesamy na ob'ektakh naftohazovoho kompleksu [Classification of modern wireless specialized computer networks for management process at oil and gas facilities], Naukovi trudy SWorld [Scientific labors SWorld], no. 51, vol. 1, pp. 48-54

5. Babchuk S.M. (2016). Klasyfikatsiya spetsializovannykh kompyuternykh merezh [Classification of this specialist networks]. Problemy upravlinnya i informatyky [Problems of control and informatics], no. 5, pp. 97-103.

6. Babchuk S. M. (2016). Vyznachennya spetsializovanoi kompyuternoi merezhi dlya pidvyshchennya enerhoefektyvnosti ekspluatatsiyi budivel pidpryyemstv naftohazovoho kompleksu [Determination of specialized computer network to improve the energy efficiency of buildings oil and gas companies]. Vymiryuvalna ta obchyslyuvalna tekhnika v tekhnolohichnyx protsesakh [Measuring and computing in technological processes], no. 3, pp. 96-99.

7. Babchuk S.M. (2017). Alhorytm vyboru spetsializovanoi bezprovidnoi tsyfrovoyi merezhi [Algorithm of selection specialized wireless digital network], Naukovi trudy SWorld [Scientific labors SWorld], no. 48, vol. 1, pp. 8-13

8. Babchuk, S. Classification of Specialized Computer Networks. Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – P. 57-64.

9. Babchuk S.M. (2016). Vprovadzhennya enerhozberihayuchykh tekhnolohiy na bazi spetsializovanoi komp'yuternoyi merezhi LON [Implementation of energy saving technologies based on specialized computer network LON], Naukovi trudy SWorld [Scientific labors SWorld], no. 3, pp. 14-17

10. Pashkevych M. F., Zholobov A. A., Pashkevych V. M., Budkevych A. M. (2004) Zviazky kinematychnoi pokhybky pryvodu holovnoho rukhu stanka z tochnistiю obrobky, pp. 11-15.

11. Hazanova O. V., Haylit U. T. (2005) Prohramni metody upravlinnia tochnistiю obrobky na



bahatofunktsionalnykh stankakh, №9, pp. 14-17.

12. Weck M., Hilbing R., Peschke C. (2002) Precision Machine Tools // Initiatives of Precision Engineering at the Beginning of a Millennium, US, Springer, pp. 519-523.

13. Reshetov D. N., Portman V. T. (1986) Tochnist metalorizhuchykh stankiv, p. 336.

14. Lezhenko A. I. (2011) Dosiahnennia potribnoi tochnosti skladnoprofilnykh poverkhon shliakhom parametryzatsii prohramnoi korektsii pokhybok obrobky na stankakh z ChPK, pp. 197-203.

Abstract. *The tendencies of increase of accuracy of manufacturing of products in industry are analyzed. It was established that increasing the accuracy of manufacturing products depends on the accuracy of CNC systems. Existing algorithms for processing CNC systems were investigated. Found that existing algorithms are obsolete and do not meet the needs of modern users. Studies have suggested that modern CNC systems can be improved by developing new, more efficient algorithms and processing methods that will create conditions for reducing processing time. As a result of the conducted research, an advanced mathematical model of processing was offered, which allows to reduce the time of processing of products and thereby increase the efficiency of the use of CNC machines.*

Key words: *algorithm of processing, CNC systems, algorithm improvement, CNC, numerical control, CNC.*

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бабчук С.М.

Стаття відправлена: 12.10.2018 р.

© Йонда І.М.