

УДК 621.867

Л.М. Данильченко, канд. техн. наук, доц.; В.М. Сарафін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ САМ-СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ КЕРУВАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ВЕРСТАТА З ЧПК

L.M. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.; V.M. Sarafin

RESEARCH OF CAM-SYSTEM FOR THE DEVELOPMENT OF THE CNC MACHINE'S CONTROL PROGRAM

Сучасна технологічна підготовка виробництва деталей на верстатах із ЧПК передбачає широке застосування САМ-систем (Computer Aided Manufacturing), що автоматизують проектування керувальних програм, а для деталей складної форми просто неможливо створити керувальну програму оброблення без таких систем. Аналіз можливостей наявних на ринку високих технологій САМ-систем [1] засвідчує, що всі вони розв'язують геометричні задачі проектування траєкторій формоутворення для складних поверхонь деталей, мають широкий спектр постпроцесорів, різноманітні опції технологічної підтримки тощо. Однак процес оброблення виконується на верстатах, які мають певну жорсткість, характеризується квазістаціонарністю процесу різання і для досягнення найкращих результатів вимагає урахування цих реальних умов. Таким чином, процес оброблення деталей різанням можна розглядати як об'єкт, що зазнає дії збурень і потребує перманентного управління. Якщо на початку, на першому етапі розвитку САМ-систем їх можливості дозволяли обробити, зазвичай, на верстатах із ЧПК, поверхні деталей, які вважалися за нетехнологічні й такі, що навіть не реалізуються, то зараз цього вже мало: технологи-програмісти почали звертати увагу на продуктивність, точність та якість оброблення. Проте, як відзначають експерти [2], відсутність яких-небудь інноваційних перетворень з керування процесом різання останнім часом змусила фірми шукати нові рішення.

Отже, проблеми переходу на якісно новий рівень проектування керувальних програм для верстатів із ЧПК є актуальною науково-технічною проблемою. Розроблення напрямів удосконалення алгоритмів САМ-систем дозволять урахувати реальні процеси оброблення деталей різанням на верстатах із ЧПУ і вирішувати основне завдання задачу будь-якого машинобудівного виробництва – виготовлення деталей заданої точності та якості за мінімальний час.

Із теорії автоматичного управління [1] відомі два принципи управління – за помилкою і за збуренням і три основні методи управління - за апіорною, поточною й апостеріорною інформацією. Саме на базі цих канонів і можливо вирішення основного завдання оброблення деталей різанням. Загальний алгоритм управління процесом різання полягає в послідовному вирішенні трьох завдань:

- 1) стабілізації умов різання під час руху за формоутворювальною траєкторією;
- 2) оптимізації всього процесу різання за критерієм максимуму продуктивності;
- 3) коригування формоутворювальної траєкторії на останньому проході.

Оскільки управління процесом різання на верстаті з ЧПК може здійснюватися переважно через керувальну програму, то вирішення цих завдань повинно проводитися автоматично під час підготовки керувальної програми в САМ-системі. Розроблення та систематизація основних методів управління за часом надходження інформації використовується для його формування: за апіорною інформацією, управління за поточною інформацією та управління за апостеріорною інформацією. Кожен із цих методів має на меті вирішення одного з наведених завдань або всіх трьох одночасно .

Управління за апріорною інформацією формується безпосередньо в САМ-системі під час проектування керувальної програми на підставі початкових даних про поверхню деталі, яку потрібно обробити, заготовку, інших відомих відомостей та має на меті стабілізацію умов різання за критерієм швидкості видалення припуску (MRR – Material Removal Rate), що розраховується з розв’язання задачі оптимізації процесу.

Сутність управління за апріорною інформацією полягає в тому, що на основі вивчення процесу формоутворення, який здійснюється в замкненій технологічній обробній системі (ТОС), визначають модифікацію передатних функцій F_{np} процесу різання та F_{nc} еквівалентної пружної системи, які апріорі передбачаються, і розраховують визначену швидкість зрізування V_{z1} як функцію подачі так, щоб під час різання забезпечувався збіг фактичної V_{ϕ} швидкості із заданою V_{z1} під час різання [2]:

$$V_{\phi} = V_{z1} \cdot \frac{1}{1 + F_{np} \cdot F_{nc}}. \quad (1)$$

Управління досягається введенням у канал регулювання коригувального елемента з передавальною функцією F_k :

$$V_{z1} = V_z \cdot F_k, \quad (2)$$

звідки
$$V_{\phi} = V_z \frac{F_k}{1 + F_{np} \cdot F_{nc}}. \quad (3)$$

За методом унаслідок корекції необхідно забезпечити $V_{\phi} = V_z$. З виразу (3) очевидно, що для виконання рівностей необхідно прийняти:

$$F_k = 1 + F_{np} \cdot F_{nc}. \quad (4)$$

Така передатна функція відповідає з’єднанню елементів, коригувальний елемент повинен бути реалізований під час підготовки керувальної програми заданим переміщенням інструменту. Таким чином, цей метод управління імперативно передбачає використання верстата з ЧПК. Система управління є розімкненою, і тому її ефективність повністю залежить від точності апріорної інформації.

Оскільки основним критерієм ефективності процесу різання є швидкість видалення припуску, тому на етапі проектування керувальної програми необхідно визначати таку характеристику за її аналогом, тобто за об’ємом видаленого припуску, зв’язаним із траєкторією інструменту, а потім стабілізувати процес за критерієм MRR управлінням подачею інструменту за формотвірною траєкторією [3].

Більшість САМ-систем мають у своєму складі модуль візуалізації спроектованого процесу оброблення, проте з нього неможливо одержати необхідну інформацію про процес різання. Тому необхідно створити такий модуль, який розв’язує таку задачу на базі апріорної інформації про геометрію заготовки, деталі та інструменту і траєкторій формотвірних рухів, які розраховуються будь-якою САМ-системою.

Література

1. Петраков, Ю.В. Розвиток САМ-систем автоматизованого програмування верстатів із ЧПУ: Монографія / Ю.В. Петраков. – К.: Січкара, 2011. – 220 с.
2. Данильченко Л.М., Сарафін В.М. Дослідження адаптивних систем автоматичного керування процесом різання / Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2017. - С.84-85.
3. Danylchenko L., Yousif Duhair. Investigation of machining parameters in the design of CNC technologies / Book of abstract of the International scientific and technical student’s conference “Fundamental and applied sciences. Actual questions” 26th-27th of April 2018. – Ternopil: TNTU, 2018. – P. 203-204.