

УДК 621.835

В. А. КУЗНЕЦОВ

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ПРОГРАМ
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОПІРІВ КУЛАЧКОВИХ
МЕХАНІЗМІВ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ
З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ**

Кулачки кулачкових механізмів машин-автоматів виготовляють за готовими копіями на копіювально-фрезерних верстатах різних систем. Найчастіше для цього застосовуються копіювальні верстати, які не створюють великих навантажень на копій, що дає змогу значно підвищити довговічність точних і дорогих копій та виготовляти їх менш металомісткими (меншої товщи-

ни). Однак процес підготовки точних копіїв надзвичайно довгий і трудомісткий. Його можна поділити на два етапи — розрахункові роботи та обробка на металорізальному обладнанні. Тривалість і трудомісткість розрахункових робіт пояснюються необхідністю підготовки таблиць для координатно-розточних верстатів з дуже дрібним (до $0^{\circ}30'$, $0^{\circ}15'$) і достатньо точним (до 0,0001 мм) розрахунком радіусів-векторів усього профілю з урахуванням кутових поправок, визначаючи при цьому величини полярних кутів з точністю до $0^{\circ}00'01''$. Такий розрахунок може забирати два-три дні роботи кваліфікованого інженера з використанням ЕКОМ. Правильність одержаних розрахунків необхідно проконтролювати, що значно збільшує час на підготовку даних для обробки. На другому етапі за одержаними таблицями профіль копіра найчастіше обробляється на точних координатно-розточних верстатах методом послідовної установки розрахованих координат і обробки встановленої точки. Цей етап може забирати півтора-два робочих дні робітника-розточника високої кваліфікації.

Зменшення тривалості та трудомісткості процесу підготовки точних копіїв можна досягти, якщо застосувати фрезерні верстати з ЧПК (числовим програмним керуванням), за допомогою яких одержують точність переміщення по окремих координатах до 0,01 мм. Це дає змогу автоматизувати другий етап процесу підготовки точних копіїв — обробку на металорізальному обладнанні. Швидкість виготовлення одного копіра значно підвищується, й обробка повного профіля може тривати 30...40 хв, до того ж зовсім виключаються помилки, можливі при ручному встановленні координат на координатно-розточних верстатах. Але застосування фрезерних верстатів з ЧПК викликає збільшення тривалості та трудомісткості першого етапу підготовки копіїв — розрахункових робіт, оскільки до математичних розрахунків таблиць додається підготовка програми для верстата з ЧПК. Процес підготовки програми складається з підготовки тексту програми з розрахунком і підготовкою даних режимів обробки заготовки, перфорування програми на обладнанні підготовки даних, перевірки готової програми (на спеціальному приладі), усунення знайдених помилок. Таким чином, підготовка програми може тривати один-два робочі дні.

Прагнення автоматизувати складний і трудомісткий процес підготовки програм для верстатів з ЧПК спричинилося до створення систем автоматичного програмування (САП) різної складності і різного призначення. Розроблені САП [1, 2] можна поділити на типові й універсальні.

Типові системи автоматичної підготовки програм (САПП) для верстатів з ЧПК розробляються в основному для однієї складної деталі (гребний гвинт, шнек) або для певної групи однотипних деталей, що мало відрізняються одна від одної. Надзвичайно вузька орієнтація типових програм САПП дає змогу зробити їх простими, швидкодіючими і значно спростити підготовку даних для них.

Універсальні САПП конструюються на основі типових для великої кількості різноманітних деталей. Для них розробляється спеціальна машино-орієнтована мова, за допомогою якої описується траєкторія ріжучого інструменту, тому підготовка даних для цих програм складніша, ніж для типових. Велика кількість універсальних САПП [3] призначена в основному для підготовки програм обробки деталей плоских або просторових, контури яких окреслені прямими, дугами кола або, можливо, для САПП, кривими другого порядку (еліпс, гіпербола, парабола). У деяких випадках складні криві повинні бути дуже докладно описані таблично.

Закони періодичного руху, що використовуються в машинобудуванні для кулачкових механізмів, дуже різноманітні і можуть бути вихідними, комбінованими, полідинамічними, спеціальними, які враховують частотні характеристики працюючих систем, одержаними за допомогою ричажних контурів. При цьому криві, що утворюють профіль копіра, найчастіше неможливо описати мовою існуючих універсальних САПП.

При роботі над створенням системи автоматичної підготовки програм САПП-1 (для спеціального пристрою АДУК-2 по автоматичному виготовленню копіїв) на кафедрі поліграфічних машин УПІ ім. І. Федорова одночасно розроблена система автоматичної підготовки програм САПП-2, призначена для фрезерних верстатів з ЧПК. Система САПП-2 реалізована на ЕЦОМ «Мінськ-32» і може автоматично виготовляти програми для фрезерних верстатів з ЧПК, що працюють у коді БЦК-5 з ціною імпульса 0,01 мм/імп. За допомогою виготовлених програм на фрезерних верстатах з ЧПК можна виготовляти копії коромислових кулачкових механізмів. Розроблену САПП-2 можна зарахувати до типових, оскільки вона призначена для підготовки програм по групі однотипних деталей, до того, як типова, вона нескладна, швидкодіюча і відрізняється від універсальних САПП простотою підготовки даних. Програму САПП-2 після незначної корекції можна використати для підготовки програм виготовлення копіїв кулачкових механізмів з поступовим штовхачем або інших кулачкових механізмів, а принцип побудови програми дає змогу використати її після незначної переробки для підготовки програм для системи ЧПК, які працюють у коді ISO. Система САПП-2 значно зменшує час підготовки програм для верстатів з ЧПК, який може тривати 3...5 хв, до того ж висока надійність лічильних і вивідних пристроїв в ЕЦОМ гарантує одержану програму від можливих помилок, хоч і не звільняє від необхідності її контролювання.

Система САПП-2 використовує як вихідні дані постійні величини кулачкового механізму [4]: b — довжина коромисла, l — довжина базовідстані, $R_{\min e}$ — мінімальний радіус-вектор еквідистантної кривої профілю. На окремих ділянках профілю як вихідні дані задаються змінні величини: закон періодичного руху, γ_{Σ} — розмах коромисла, φ_{Φ} — величина фазового кута копіра,

N — кількість поділок фазового кута або кількість опорних точок на задній ділянці профілю. Як вихідні дані можуть бути задані певні режими роботи верстата (величина подачі на зуб фрези, кількість обертів фрези, подача охолоджуючої рідини) на окремих ділянках копіра і таким чином можна впливати на швидкість обробки профілю копіра.

Унаслідок роботи програми САПП-2 перфоруєчий пристрій ЕЦОМ виводить перфоровану стрічку, на якій у кодї БЦК-5 нанесені координати опорних точок профілю і режим роботи [3] верстата па кожній ділянці профілю. Одержану на перфорованій стрічці програму для верстата можна проконтролювати на спеціальному пристрої або за допомогою додаткової програми одержати надрукований на АЦДП (автоматичному цифровому друкуючому пристрої) ЕЦОМ вміст кадрів програми з накопиченням сум переміщень по різних координатах. Така таблиця дає змогу легко побудувати на міліметровому папері запрограмований профіль і так перевірити правильність інформації на перфорованій стрічці. Час роботи програми САПП-2 для підготовки програми повного профілю копіра 3...5 хв і коливається залежно від кількості заданих опорних точок або від кількості виведеної на перфоровану стрічку інформації. Вартість виготовлення такої програми при вартості машинного часу 20 крб/год, 1,0—1,6 крб.

Таким чином, використання комплексу програма САПП-2 і фрезерні верстати з ЧПК дає змогу розв'язати задачу підготовки точних копіїв з мінімальними витратами часу та матеріальних засобів і гарантує високу точність і ідентичність одержуваних копіїв. При цьому необхідно зауважити, що програму САПП-2 можна легко об'єднати з програмою пошуку оптимальних розмірів кулачкового механізму при заданих умовах синтезу і, можливо, з програмою вибору або розрахунку оптимального закону руху веденої ланки з урахуванням частотних характеристик системи кулачкового механізму. Це дасть змогу повністю автоматизувати процес проектування кулачкових механізмів, до того ж кінцевим результатом роботи комплексу програм будуть розрахований кулачковий механізм і готова програма для виготовлення необхідного копіра на фрезерному верстаті з ЧПК.

Список літератури: 1. *Никитенко В. Д.* Подготовка программ для станков с числовым программным управлением. М., Машиностроение, 1973. 2. *Прууден Э. В., Прууден Ю. И., Тамм Б. Г.* Система автоматического программирования с приближенной ориентацией для подготовки программ функциональным станкам с ЧПУ. — В кн.: Вычислительная техника в машиностроении. Минск, 1967. 3. Станки с программным управлением. Справочник / Г. А. Монахов, А. А. Оганян, Ю. И. Кузнецов и др. М., Машиностроение, 1975. 4. *Тир К. В.* Механика полиграфических автоматов, М., Книга, 1965.

V. A. KUZNETSOV

**THE SYSTEM OF AUTOMATIC PROGRAMMES IN PROCESSING
THE DUPLICATORS OF CAM MECHANISMS ON THE MILLING MACHINES
WITH NUMERICAL PROGRAMME CONTROL**

S u m m a r y

The article deals with the questions of manufacturing the exact duplicators of the rocking cam mechanisms supplied with the system of automatic programmes SAPP-2 on the milling machines with numerical programme control.
