

УДК 621.91.01:621.92

М. С. Румянцев, Ю. В. Петраков

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Алгоритм віртуального базування 2D заготовок на фрезерному верстаті з ЧПК

Технологія обробки деталей на металорізальних верстатах завжди передбачає початковою операцією процес підготовки чорнових технологічних баз, які, в найкращому варіанті, повинні збігатися з конструкторськими. В якості цих баз користуються поверхнею деталі (заготовки), керуючись існуючими правилами поєднання (єдності) баз і принципом сталості баз [1]. Наразі сучасні верстати з ЧПК, обробні центри дозволяють обробити деталь повністю за одну операцію або виконати повністю всю чорнову обробку. Особливо актуальним такий підхід є при обробці деталей, що мають функціональні поверхні складної 3D форми або відрізняються великими габаритами або і те й інше, наприклад, лопатки і лопаті гідромашин, гідравлічних турбін, фюзеляжі літака і т.п. [2]. При цьому важливо забезпечити оптимальне розташування деталі в тілі заготовки, тобто рівномірний припуск. Завдання ускладнюється при обробці великогабаритних виробів, наприклад, елементів ракетноносіїв, прес-форм для приладових панелей автомобілів, оснащення для панелей кузова автомобіля і т.п.

462

Тому науково-технічна проблема «прив'язки» управляючої програми до фактичного положення заготовки на столі верстату при мінімальній кількості вимірювань і забезпеченні найбільш рівномірного розташування припуску є актуальною.

За результатами практики машинобудівних виробництв, наприклад, в авіаційній галузі при виконанні базування великогабаритних деталей (заготовок) виникають значні труднощі [3]. Установка заготовки великих габаритів і маси в необхідне положення і її вивірка потребує великих затрат часу і сил, що призводить до значної втрати загального часу виготовлення і не забезпечує оптимальний (рівномірний) розподіл припуску на поверхнях, що оброблюється [4].

Отже, для виконання цього завдання необхідно встановити точний наявний стан заготовки на верстаті. Такі операції можуть бути виконані за

допомогою OMV-технології (On Machine Verification), яку пропонує фірма Delcam. Повідомляється про застосування «віртуального базування», коли витрати на OMV-вимірювання перед початком фрезерування набагато менше, ніж при ручному базуванні, а корекція керуючої програми виконується за спеціальними алгоритмами, які не розкриваються [5].

На кафедрі технології машинобудування була розроблена нова технологія адаптивного оброблення при програмуванні операцій фрезерування контурів деталей на верстаті з ЧПУ в разі віртуального базування заготовки, яка виконується в результаті вирішення задачі мінімаксу [6]. До того ж, розроблена математична модель надає можливість однозначно визначати положення заготовки на столі верстата за вимірними координатами всього трьох її точок.

Проте, як показала практика, розроблений алгоритм має суттєву ваду, яка полягає у неможливості визначити координати необхідного зсуву управляючої програми при деяких випадках розташування заготовки на столі верстату.

Розробити алгоритм віртуального базування заготовок на столі фрезерного верстату з ЧПК, який є інваріантним до фактичного розташування заготовки і має універсальний характер.

При використанні розробленої програми автоматизація підготовки даних виконується інженером-технологом за розробленими раніше інструкціями [6].

Спочатку виконується підготовка креслення деталі в графічному редакторі, на якому проектується контур заготовки. Контур деталі і контур заготовки виділяються кольоровими лініями – відповідно червоною і синьою. Для узгодження розмірів на кресленні обирається відрізок певної довжини, він буде сприйматися програмою як маркер. Підготовлене таким чином креслення у вигляді файлу в форматі 24-розрядного рисунку *.bmp завантажується в програму через віконце «Адреса файлу» в якому попередньо треба написати адресу його розташування на комп'ютері, де виконується проектування (рис.1). При натисканні кнопки «Сканування» в програмі відбувається формування цифрових масивів контурів деталі і заготовки.

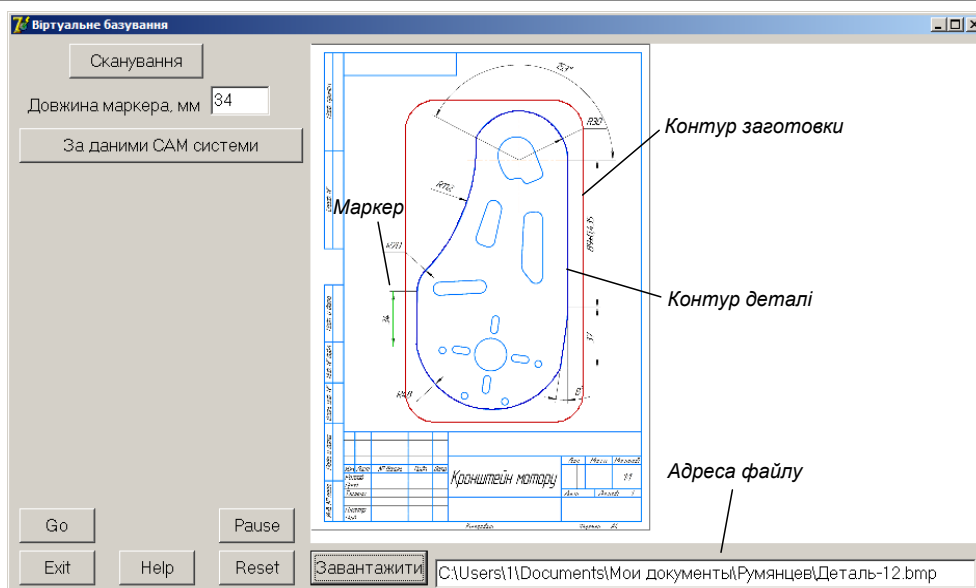


Рис.1. Інтерфейс програми з завантаженням креслення деталі

Слід зауважити, що алгоритм і відповідно прикладна програма допускають виконання орієнтації цифрового масиву заготовки за координатами, які були виміряні на верстаті точок вже реальної заготовки. Така операція виконується вручну за допомогою мишки і клавіші «обертання» в графічному вікні. На рис 2 показаний інтерфейс програми перед запуском автоматичного пошуку положення деталі, а, отже, і управляючої програми, що відповідає результатам вирішення задачі мінімаксу.

464

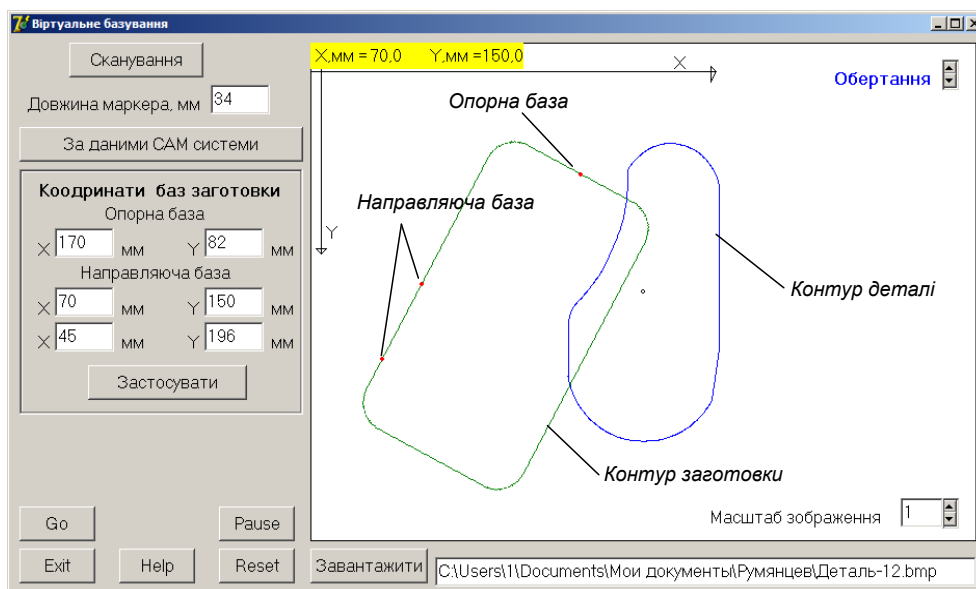


Рис.2. Інтерфейс програми перед автоматичним пошуком

При натисканні кнопки «Go» починається процес пошуку, результати якого відображаються в графічному полі інтерфейсу (рис.3). Контур деталі переміщується в напрямку заготовки, а в графічному полі з'являються траєкторії руху центру мас (лінія 1) і опорних точок контуру (лінії 2).

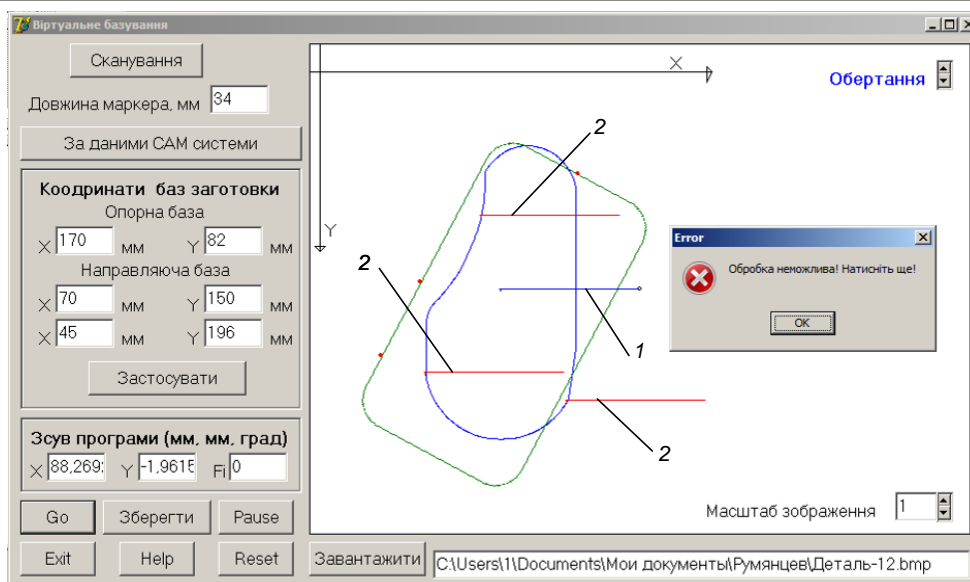


Рис.3. Колізія вирішення задачі

В положенні, представленому на рис.3, пошук закінчується і з'являється повідомлення про неможливість вирішення задачі. Подальше натискання на кнопку не дає результатів. Для вирішення проблеми було запропоноване удосконалення алгоритму (рис.4).

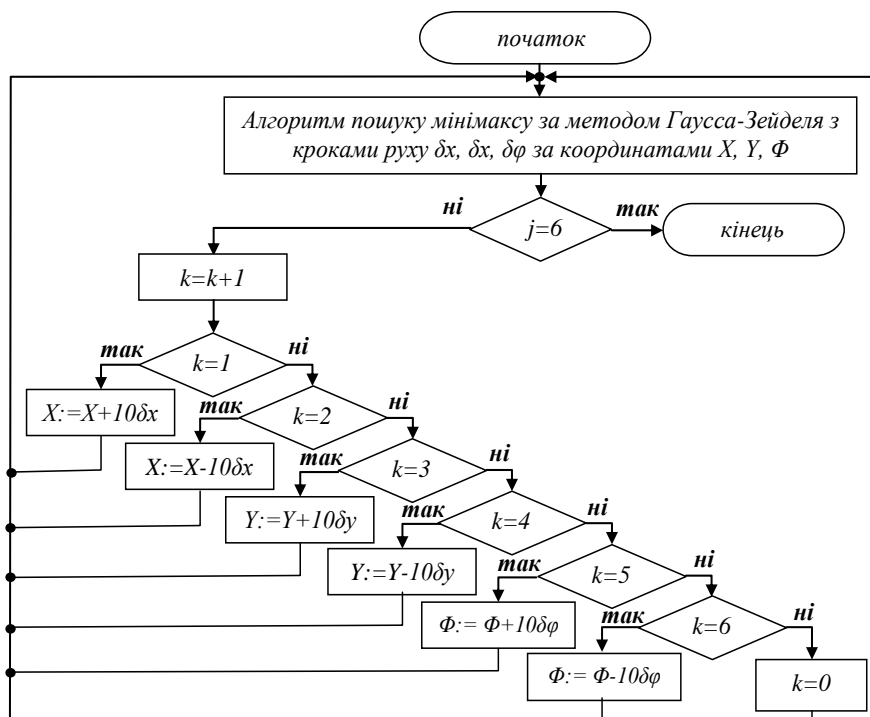


Рис.4. Удосконалений алгоритм пошуку

Удосконалення полягає в тому, що при попаданні алгоритму пошуку в «ямю» починає діяти частина алгоритму, яка на кожному наступному етапі пошуку змінює крок пошуку послідовно за всіма координатами в 10 разів. Зміни відбуваються за лінійними координатами X і Y і кутовою координатою Φ

в обидві сторони. Таким чином забезпечується вихід алгоритму з так званої ями і в решті-решт вирішення задачі (рис.5).

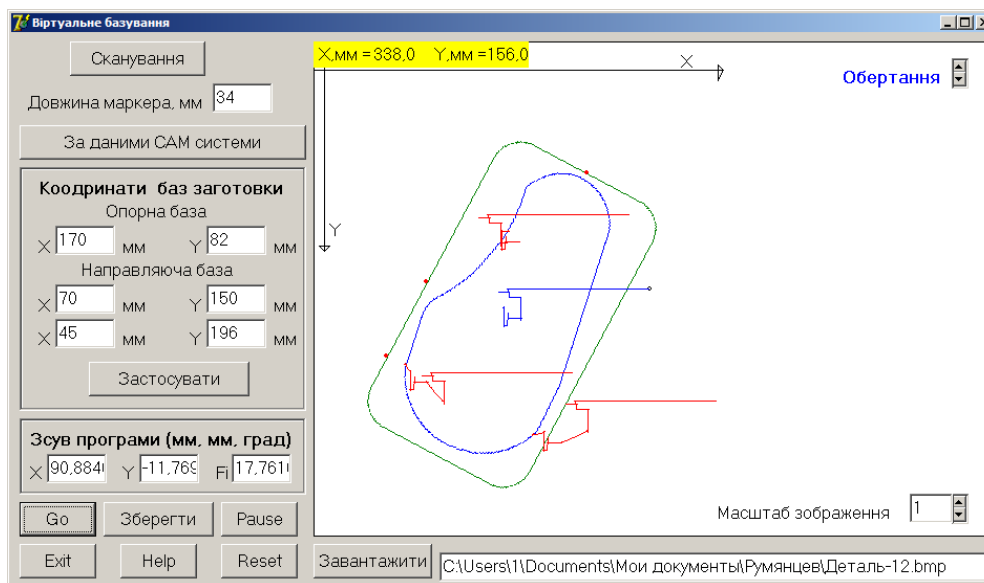


Рис.5. Інтерфейс програми після закінчення вирішення задачі мінімаксу

Положення контуру деталі в графічному полі відповідає вимогам, коли відстані від контуру деталі мінімізовані, а в віконцях з'являються координати зсуву управляючої програми, які забезпечать виконання вимог і на верстаті.

Висновок

466

Доведено, що для забезпечення інваріантності розробленого методу віртуального базування заготовки при контурному фрезеруванні необхідно використовувати удосконалений алгоритм пошуку, який передбачає послідовний рух за лінійними і кутовими координатами пошуку зі збільшеним кроком.

Список використаних джерел

1. Теоретические основы базирования деталей и расчета размерных цепей при механической обработке: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перераб. и доп. / С.Н. Корчак, В.И. Гузеев, Г.И. Буторин, В.Н. Выбойщик, В.Л. Кулыгин, В.Ю. Шамин; Под общ. ред. В.И. Гузеева. — Челябинск: ЮУрГУ, 2006. — 144 с. <https://studfile.net/preview/393979/>
2. Обработка лопатки турбины на обрабатывающем центре CHIRON // <https://www.youtube.com/watch?v=k7JJv8T19io>
3. Complex Aircraft Parts Machined to the Highest Standards // <http://www.owensind.com/IndustriesServed/Aircraft>

-
4. Сысоев Ю.С., Томилин С.А. Базирование заготовок крупногабаритных цилиндрических деталей для обработки резанием / Известия вузов. Машиностроение №1, 2004.- С.53-58. <https://cyberleninka.ru/article/n/bazirovanie-zagotovok-krupnogabaritnyh-tsilindricheskih-detaley-dlya-obrabotki-rezaniem>
 5. Адаптивная обработка от компании Delcam plc как интеграция механообработки и контроля точности изготовления изделий / САПР и графика, №1, 2008.- С. 17-20. <https://sapr.ru/article/19015>
 6. Petrakov Y., Shuplietsov D. Programming of adaptive machining for end milling // Mechanics and Advanced Technologies #1 (79), 2017, pp 34-40 https://www.researchgate.net/publication/322092320_Programming_of_adaptive_machining_for_end_milling