

УДК 621.9

В.Є. КАРПУСЬ, В.О. ІВАНОВ, О.В. КОТЛЯР

Національний технічний університет "ХПІ", Харків, Україна

ШВИДКОПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНА ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА

У статті розглянуто шляхи підвищення ефективності сучасних високопродуктивних верстатів з ЧПК. Запропоновано нові конструкції базуючих модулів для установаження корпусних деталей по площині, а також по площині та двох отворах на свердильно-фрезерно-розточувальних верстатах. Підвищення гнучкості та продуктивності при закріпленні заготовок у верстатних пристроях досягається за рахунок використання розробленої конструкції затискного модуля. Для зменшення витрат часу на заміну різального інструмента на токарних верстатах з ЧПК запропонований швидкозмінний різцевий блок.

Ключові слова: технологічна оснастка, багатонаменклатурне виробництво, гнучкість, продуктивність, точність, верстатний пристрій, допоміжний інструмент.

Вступ

Світові виробники верстатів з ЧПК в останнє десятиріччя минулого століття суттєво покращили їх конструкції, використовуючи нові покоління комплектуючих виробів (високомоментних та лінійних електродвигунів, широко регульованих електроприводів головного руху, мікропроцесорних систем ЧПК та ін.), вдосконалюючи методику проектування та виробничі процеси. Але інтенсивне зростання показника "якість – ціна" в останні роки дещо уповільнилось, бо традиційні конструкції верстатів з ЧПК в певній мірі вичерпали ресурс підвищення ефективності. Так, завдяки високошвидкісній обробці з частотою обертання шпинделя 20...40 тис. об/хв, найвищий рівень яких досягається шляхом застосування мотор-шпинделів, основний (технологічний) час на обробку зведений до мінімуму. Значно зросли швидкості переміщень робочих органів, які становлять при використанні шарико-гвинтових пар на деяких моделях багатоцільових верстатів 50...80 м/хв, а на верстатах, обладнаних лінійними двигунами, – до 100 м/хв і навіть більше. Отже, витрати допоміжного часу в межах робочого циклу скорочені максимально. Тому з'явилися нові нетрадиційні конструкції, що реалізують революційні нововведення (мехатронні вузли, нові компоновки гексаподи та ін.), які інтенсифікують покращення споживчих властивостей верстатів з ЧПК. Але до їх масового застосування у верстатобудуванні ще далеко і подальший розвиток цього напрямку слід пов'язувати з їх розумним поєднанням з подальшим підвищенням ефективності використання традиційних верстатів з ЧПК. Мається на увазі розробка та застосування швидкопереналагоджуваної гнучкої технологічної оснастки, в тому числі такої, що забезпечує високий рівень концентрації технологічних переходів.

1. Верстатні пристрої

При частій зміні типорозмірів оброблюваних заготовок, що базуються по площині на свердильних, фрезерних та багатоцільових верстатах пропонується використовувати переналагоджуваний модуль [1] з автоматичним регулюванням положення опор.

Автоматизований привод рухає гвинт 1 (рис. 1), який одночасно переміщує опорний елемент 2 та направляючу планку 3, тим самим забезпечуючи переміщення опор 4 по призматичних пазах плити 5 на необхідний розмір. Використання гвинта 1 з лівою та правою різьбою дозволяє одночасно переміщувати опори 4 до центру або від центру плити 5 для встановлення заготовок з різними розмірами базових поверхонь.

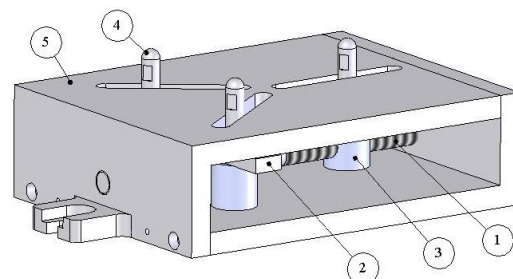


Рис. 1. Базуючий переналагоджуваний модуль (патент України № 31469)

Використання базуючого модуля сприяє підвищенню гнучкості пристрою, а також зменшенню підготовчо-заключного часу на його переналагодження завдяки одночасному переміщенню опор.

При базуванні заготовок по площині та двох отворах може бути використана змінна плита [2]. У різьбові отвори, які є на базовій поверхні заготовки або виготовлені спеціально, вгвинчують установочні

пальці 1 (рис. 2). Після цього заготовку встановлюють на корпус 2, вводять установочні пальці 1 у отвори кільцевих резервуарів 3. Гвинтова регульована опора 4 регулюється в залежності від конфігурації заготовки і фіксується в необхідному положенні стопорною гайкою 5. Затиснення установочних пальців відбувається одночасно за рахунок створення потрібного тиску робочої рідини у системі підвідних масляних магістралей 6 та масляних резервуарів 3, що спричиняє деформацію тонких сталевих стінок масляних резервуарів 3, в результаті чого центруються та затискаються установочні пальці 1 і забезпечується закріплення заготовки.

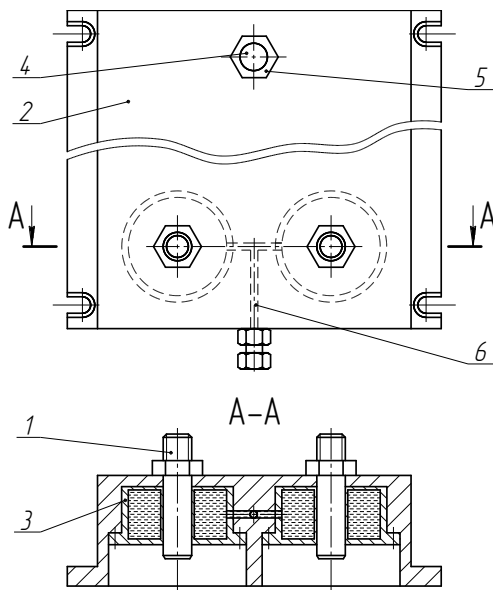


Рис. 2. Змінна плита
(патент України № 34438)

Використання цієї змінної плити зменшує допоміжний час на закріплення заготовки, забезпечує інструментальну доступність при контурній обробці, що підвищує ефективність свердильних та фрезерних операцій.

Для закріплення заготовок при механічній обробці на свердильно-фрезерно-розточувальних верстатах доцільно використовувати запропонований нами затискний модуль [3].

Після встановлення заготовки система ЧПК верстата подає команду на кроковий двигун, який приводить у рух вал-шестірню 1 (рис. 3). При цьому вал-рейка 2 здійснює поступальний рух донизу, тим самим тягнучи за собою поворотний вал 3 з прихватом 4. Установчий гвинт 5 направляє рух вала по спіральному пазу, тим самим повертаючи його у положення для закріплення.

Після дотику прихвата до заготовки кроковий двигун забезпечує фіксацію рейково-зубчастої передачі в необхідному положенні. Для розкріплення деталі подається команда на кроковий двигун, після чого

приводиться в дію рейково-зубчаста передача. Вал-рейка 2 здійснює поступальний рух вгору, одночасно повертаючи прихват 4 у положення для розкріплення, що забезпечує вільне зняття обробленої деталі.

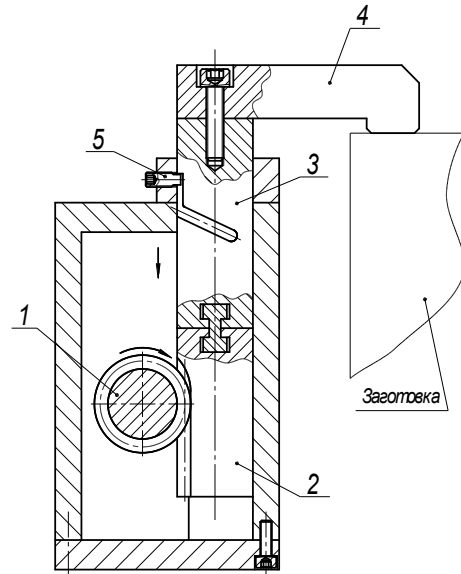


Рис. 3. Затискний модуль
(патент України № 38073)

Затискний модуль виконано як самостійну складальну одиницю, що дозволяє його встановлення у будь-якому місці робочого стола верстата відповідно до форми та розмірів заготовки. Використання запропонованого затискного модуля дозволяє підвищити гнучкість ВП, а також зменшити допоміжний час завдяки автоматизації закріплення заготовки, що підвищує ефективність свердильних та фрезерних операцій.

2. Допоміжний інструмент

Ефективність роботи токарних верстатів і підвищення їх продуктивності в значній мірі залежить від технічного рівня технологічної оснастки. Стрімкий розвиток технологій обробки деталей на токарних верстатах обумовлює необхідність вдосконалення та розробки нових конструкцій технологічної оснастки, зокрема, допоміжного та різального інструмента (PI), а також використання швидкопереналаджуваних пристроїв і швидкодіючих затискних механізмів.

Сучасний допоміжний інструмент повинен забезпечувати надійне закріплення PI з необхідною точністю та жорсткістю; розширення технологічних можливостей верстатів; концентрацію технологічних переходів; зручність в експлуатації та можливість переналадження.

PI повинні забезпечувати необхідну точність обробки; надійність; збереження ріжучої здатності впродовж періоду стійкості та можливість швидкої зміни.

Для скорочення часу на заміну РІ запропонований швидкозмінний різцевий блок [4], що являє собою РІ, відмінністю якого є різцева головка з кількома робочими позиціями, на які встановлені ріжучі пластини. Кількість робочих позицій різцевої головки відповідає кількості граней базової поверхні різцевого тримача, на яку він встановлюється.

Швидкозмінний різцевий блок (рис. 4) складається з різцевого тримача 1, на який встановлюється корпус різцевої головки 2 з ріжучими пластинами 3, 4, 5 та 6. корпус різцевої головки 2 притискається до різцевого тримача за допомогою пружинних елементів 7, які прикріплені до нього гвинтами 8.

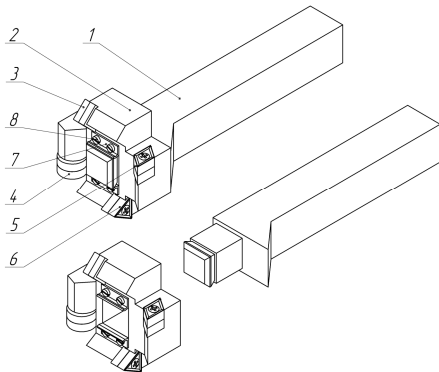


Рис. 4. Швидкозмінний різцевий блок (патент України № 31382)

У процесі обробки різцевий блок встановлюється у робочу позицію револьверної головки або іншого затискного елемента токарного верстата. Зміна робочої позиції або різцевої головки в цілому може відбуватися як в ручному, так і в автоматизованому режимі з використанням завантажувальних пристроїв. Для цього корпус різцевої головки переміщується у поздовжньому напрямку відносно тримача. Після вибору необхідної робочої позиції процедура відбувається у протилежному напрямку під час чого пружинні елементи входять в зачеплення з похилими поверхнями пазів різцевого тримача, забезпечуючи його щільне з'єднання з корпусом різцевої головки у поздовжньому напрямку.

У запропонованому різцевому блоці можуть бути використані ріжучі пластини різних типів і вона може ефективно застосовуватися для виконання різноманітних переходів токарної обробки. Завдяки широким технологічним можливостям та високій гнучкості токарні верстата з ЧПК застосовуються у різних галузях виробництва. Одним з напрямків підвищення продуктивності та розширення їх технологічних можливостей є впровадження багаторізцевої обробки.

Здійснення багаторізцевої обробки на токарних верстатах з ЧПК можливе за рахунок використання спеціальних конструкцій ріжучого та допоміжного інструмента. Ефективність впровадження багаторізцевої обробки визначається підвищенням продуктивності обробки за рахунок паралельної

концентрації технологічних переходів за умови забезпечення необхідної точності та якості оброблених поверхонь заготовки.

Проведення багаторізцевої обробки на токарних верстатах з ЧПК можливе за рахунок використання запропонованого нами комбінованого різця [5], що складається зі стандартного базового різця 1 і різцевої вставки 2, які з'єднані між собою за допомогою затискного кронштейна 3 (рис. 5).

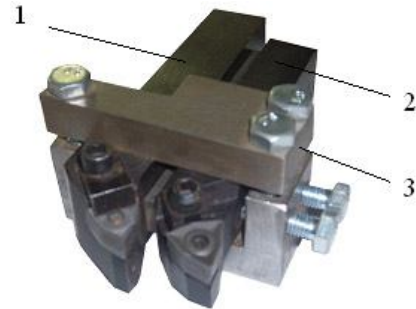


Рис. 5. Комбінований різець (патент України № 24137)

Збільшення сил різання при багаторізцевій обробці за рахунок одночасної роботи кількох інструментів та зменшення жорсткості технологічної системи внаслідок введення додаткових допоміжних інструментів (різцевих тримачів, подовжувальних оправок та ін.) сприяє збільшенню пружних деформацій і відповідно погіршенню точності оброблених поверхонь.

Результати аналітичних досліджень (рис. 6) показали, що найбільш суттєвий вплив на похибку обробки справляють пружні переміщення задньої бабки. Вплив пружних переміщень заготовки на точність обробки суттєвий лише при зменшенні її жорсткості ($d = 32$ мм; $L = 320$ мм).



Рис. 6. Вплив пружних переміщень елементів технологічної системи на похибку обробки комбінованим різцем: $d = 64$ мм; $L_A = 45$ мм; $L_P = 30$ мм; а – $L = 500$ мм; б – $L = 220$ мм

Похибки обробки внаслідок пружних переміщень комбінованого різця істотно залежать від поздовжнього та поперечного вильоту різців мають суттєвий вплив на загальну величину похибки при збільшенні жорсткості заготовки ($d = 64$ мм; $L = 220$ мм). Вплив пружних переміщень передньої бабки та револьверного супорта незначний і не перевищує 10% від загальної похибки Δ , викликаної деформацією всіх елементів технологічної системи.

Висновки

Швидкопереналагоджувана технологічна оснастка та її елементи, що забезпечують високу гнучкість і можливість виконувати переналагодження та закріплення-розкріплення заготовок автоматично, дозволяють скоротити непродуктивні витрати часу, а отже підвищити ефективність використання верстатів з ЧПК.

Література

1. Пат. на корисну модель № 31469 Україна, МПК (2006) B23B 39/00. Базуючий вузол / В. Є. Кар-

путь, В. О. Иванов; заявник та власник патенту Нац. техн. ун-т "ХПІ". – № и 2007 13697; заявл. 07.12.07; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7.

2. Патент на корисну модель № 34438 Україна, МПК (2006) B23B 39/00, B23Q 3/06. Змінна плита / В. Є. Карпуть, В. О. Иванов; заявник та власник патенту Нац. техн. ун-т "ХПІ". – № и 2008 03381; заявл. 17.03.08; опубл. 11.08.08, Бюл. № 15.

3. Патент на корисну модель № 38073 Україна, МПК (2006) B23Q 3/00. Затискний модуль / В. Є. Карпуть, В. О. Иванов; заявник та власник патенту Нац. техн. ун-т "ХПІ". – № и 2008 07518; заявл. 02.06.08; опубл. 25.12.08, Бюл. № 24.

4. Патент на корисну модель № 31382 Україна, МПК (2006) B23B 29/00, B23B 27/00. Швидкозмінний різцевий блок / В. Є. Карпуть, О. В. Котляр; заявник та власник патенту Нац. техн. ун-т "ХПІ". – № и 2007 11972; заявл. 29.10.07; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7.

5. Пат. на корисну модель № 24137 Україна МПК (2006) B23B 27/16. Комбінований різець / Карпуть В. Є., Котляр О. В.; заявник та власник патенту Нац. техн. ун-т "ХПІ". – № и 2006 13462; заявл. 19.12.06; опуб. 25.06.07, Бюл. № 9.

Надійшла до редакції 25.05.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедри О.А. Пермяков, Національний технічний університет "ХПІ", Харків, Україна.

БЫСТРОПЕРЕНАЛАЖИВАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

В.Е. Карпуть, В.А. Иванов, А.В. Котляр

В статье рассмотрены пути повышения эффективности современных высокопроизводительных станков с ЧПУ. Предложены новые конструкции базирующих модулей для установки корпусных деталей по плоскости, а также по плоскости и двум отверстиям на сверлильно-фрезерно-расточных станках. Повышение гибкости и производительности при закреплении заготовок в станочных приспособлениях достигается путем использования разработанной конструкции зажимного модуля. Для уменьшения затрат времени на замену режущего инструмента на токарных станках с ЧПУ предложен быстросменный резцовый блок.

Ключевые слова: технологическая оснастка, многономенклатурное производство, гибкость, производительность, точность, станочное приспособление, вспомогательный инструмент.

RAPID-ADJUSTING TOOLING

V.E. Karpus, V.O. Ivanov, O.V. Kotliar

The article describes the ways of increase of modern highly productive CNC machine-tool effectiveness. New base module constructions for installing the workpiece onto plain surface as well as onto plain surface and two holes on drilling-milling-boring machine-tools are proposed. The growth both of flexibility and productivity when workpiece clamping in machine retaining devices are reached due to the designed clamp module construction application. To decrease the timetable for cutting tool change on CNC lathes the quick-changing cutter block is proposed.

Key words: tooling, multiproduct manufacture, flexibility, productivity, accuracy, machine retaining device, auxiliary tool.

Карпуть Владислав Євгенович – докт. техн. наук, професор, професор кафедри технології машинобудування та металорізальні верстати Національного технічного університету "ХПІ", Харків, Україна.

Іванов Віталій Олександрович – аспірант кафедри технології машинобудування та металорізальні верстати Національного технічного університету "ХПІ", Харків, Україна, e-mail: ivanov_vitalii@i.ua.

Котляр Олексій Віталійович – аспірант кафедри технології машинобудування та металорізальні верстати Національного технічного університету "ХПІ", Харків, Україна.