

відповідно дорівнювати  $\varphi = 48^\circ$ ,  $\varphi_1 = 4,5^\circ$ ,  $\gamma = 1,8^\circ$  та  $\lambda = 32,5^\circ$ . Виходячи з отриманих результатів, можна сказати, що дана модель оптимізації геометрії ножа торцевої фрези визначає параметри, які збігаються з рекомендованими, але є більш точними, однак слід зазначити, що в подальшому буде проводитися удосконалення моделі з метою створення можливостей пошуку не локальних оптимумів, а глобальних.

## SUMMARY

*The article deals with modeling of optimization of geometric parameters of cutting knife of face milling cutter by the criterion of optimization as minimum of dynamics coefficient. The results of optimization of above mentioned parameters, and graphical dependencies of some of optimized magnitudes are shown in here.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровский Г.В., Музыкант Я.А. Торцовые фрезы с ножами из композита // Станки и инструмент. - 1977. - №2. - С. 9-11.
2. В.С. Фадеев. Особенности изнашивания и разрушения современных инструментальных материалов при нестационарном резании: Препринт/АН СССР. Дальневосточное отделение. Институт машиноведения и металлургии. - Владивосток, 1991.
3. Технологические особенности механической обработки инструментом из поликристаллических сверхтвердых материалов/ Г.Г. Карюк, В.И. Захаров и др. /Под ред. Г.Г. Карюка. - К.: Наукова думка, 1991. - 281 с.: ил.
4. Г.М. Гивольский, В.М. Бушля. Особливості глибинного торцевого фрезерування плоских поверхонь.- Вісник НТУУ "КПІ" Спец. випуск матеріалів конференції "Прогресивні технології та технологічні процеси". -К.: НТУУ "КПІ", 2002.

*Надійшла до редколегії 16 грудня 2002р.*

УДК 621.9.06

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВЕРСТАТІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

*І.А. Валевський, асп.; В.А. Крижанівський, д.т.н.  
(Кіровоградський державний технічний університет)*

Сучасне машинобудування характеризується постійним оновленням і вдосконаленням машин та технологій їх виготовлення. Спеціалізація верстатів не повною мірою відповідає прогресивним технологіям внаслідок багаторазового перебазування деталей. Швидкопереналаджувані верстати дадуть можливість сумістити різні за фізичною природою методи технологічного впливу. Верстатобудування повинно розвиватися не тільки шляхом модернізації існуючих конструкцій верстатів, а й пошуком та впровадженням нових нетрадиційних рішень.

Одним з перспективних напрямків нового підходу є створення верстатів на основі механізмів паралельної структури (МПС). Їх основними властивостями є модульна конструкція, побудована з уніфікованих елементів, яка здатна сприймати та передавати навантаження подібно до просторових форм та забезпечувати рух виконавчого органу з високими швидкостями та прискореннями.

У 1956 р. В. Гауф вперше застосував МПС на практиці для орієнтації рухомої платформи. Більш широке використання розпочалося з 1965 р., коли інженер Д. Стюарт розробив механізм з паралельними зв'язками ("платформа Стюарта"), який став основою авіаційних тренажерів.

Проектування верстатів паралельної структури (ВПС) вперше було здійснено в колишньому СРСР [1]; за кордоном аналогічні розробки

розпочалися пізніше (фірма Ingersoll (США)–у 1987 р., фірми Giddings & Lewis (США) та Geodetic Technology International (Швейцарія)–у 1988 р.).

Аналіз літературних джерел у галузі проектування та дослідження МПС показує, що основними країнами-виробниками ВПС є Німеччина, США та Японія (рис. 1). Інші країни (Австрія, Італія, Франція, Росія) мають 2-4 моделі верстатів, впроваджених у виробництво.

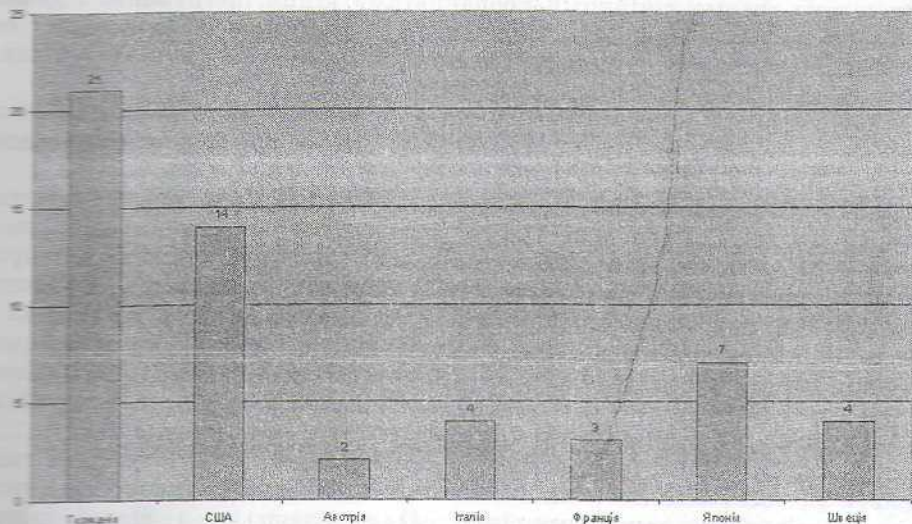


Рисунок 1 – Розподіл моделей ВПС, які випускаються країнами-виробниками

Механізми паралельної структури використовуються у верстатах, механізмах позиціонування та орієнтації, робототехнічних системах та інших машинах.

Серед існуючих верстатів паралельної структури можна виділити декілька типів компоновок: гексапод, трипод, дельта та "ножиці".

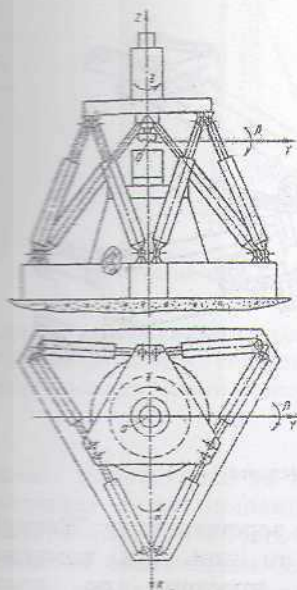


Рисунок 2 – Гексапод

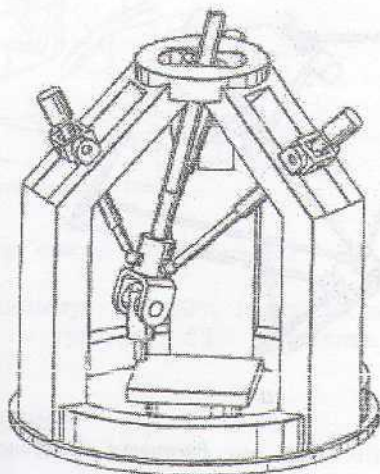


Рисунок 3 – Трипод

Верстати-гексаподи (рис. 2) мають найбільш складну компоновку і складаються з нерухомої та рухомої платформ, шарнірно з'єднаних між собою шістьма штангами змінної довжини. Переміщення шпіндельного вузла, розміщеного на рухомій платформі, здійснюється шляхом зміни довжин шести штанг за допомогою системи ЧПК або комп'ютерної системи керування. Траєкторія шпінделя програмується в системі координат деталі, а його положення в будь-якій точці траєкторії може бути задано трьома лінійними координатами кінця інструмента і двома кутами кутовими координатами, які визначають кут нахилу осі інструмента. Таким чином, верстат може виконувати п'яти-, шестикоординатну обробку деталей складної конфігурації.

Недоліками гексаподів є невеликий розмір та складна форма робочого простору, а також складна конструкція та висока вартість штанг змінної довжини.

Спростити конструкцію верстата та зменшити кількість з'єднуючих штанг дозволяє компоновка "трипод" (рис. 3), яка складається з трьох симетрично встановлених телескопічних штанг, зв'язаних шарнірно одним кінцем з виконавчим органом, а іншим – з основою. Ці штанги працюють на розтягування-стискання. Додаткова штанга розміщена в центрі, сприймає деформації згину від виконавчого органу, тому вона має суттєво більші розміри у порівнянні з іншими штангами. Існують також конструкції триподів без центральної штанги. Недоліки трипода такі ж, як і гексапода.

Відмовитися від штанг змінної довжини дозволяє компоновка типу "дельта", особливістю якої є використання паралелограмних конструкцій. Такі механізми (рис. 4) складаються з шести штанг постійної довжини, розміщених попарно-паралельно та з'єднаних одним кінцем з платформою (виконавчим органом), а іншим – з поворотним пристроєм (рис. 4, а) або лінійним приводом (рис. 4, б). Така конструкція дозволяє орієнтувати платформу у трьох напрямках. Переміщення виконавчого органу відбувається при обертальному (рис. 4, а) або поступальному (рис. 4, б) русі елементів механізму. Недоліком подібних компоновок є неможливість переміщення робочого органу більш ніж за трьома координатами.

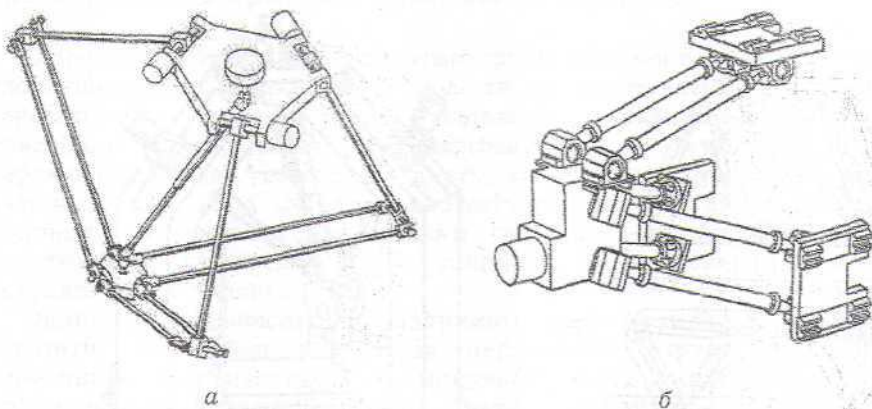


Рисунок 4 - Компоновки типу "дельта"

Варіантами "дельта" з лінійним приводом є верстати типу "Hexaglide" (рис. 5, а), "Triaglide", "Linapod" (рис. 5, б) та інші. Такі компоновки дозволяють збільшити розміри робочого простору по довжині ("Hexaglide") або висоті ("Linapod") та в деяких випадках збільшити кількість координатних рухів шпінделя до шести.

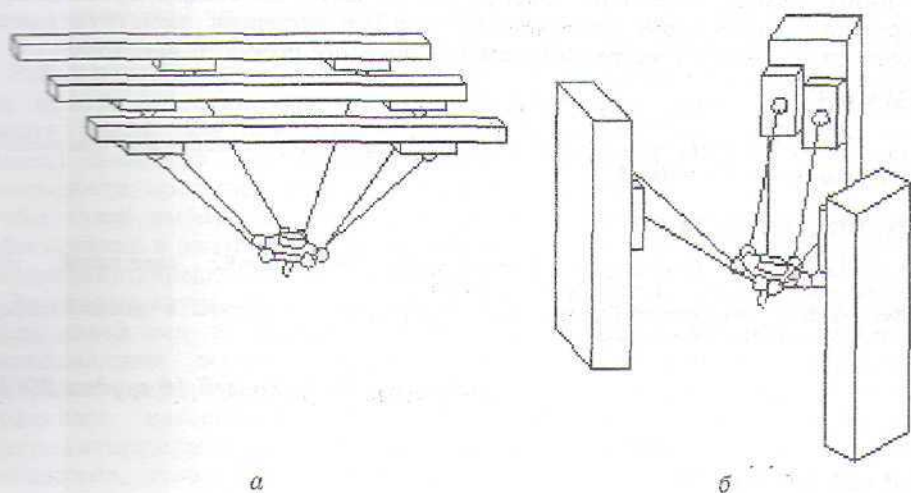


Рисунок 5 - Варіанти компоновки "дельта"

Компоновка типу "ножиці" (V-кінематика) є найпростішим варіантом ВПС. На такому верстаті (рис. 6) координатні переміщення шпіндельного вузла по осях X та Y забезпечуються за допомогою V-подібних механізмів з лінійними приводами. Але подібна компоновка не забезпечує переміщення по осі Z, що обумовлює їх обмежене застосування.

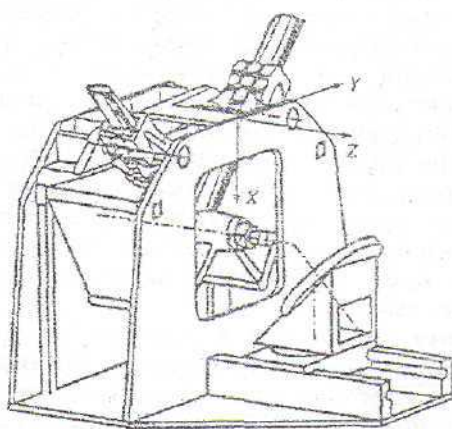


Рисунок 6 - Компоновка типу "ножиці" (V-кінематика)

Аналіз застосування компоновок показує, що 29% існуючих верстатів мають компоновку гексапода, 44% - трипода, 22% - дельта та 9% верстатів мають компоновку "ножиці".

### ВИСНОВКИ

Аналіз конструкцій та компоновок ВПС показує, що всі вони мають неефективне співвідношення робочого простору та габаритних розмірів верстата, а форма робочого простору верстата, його розміри та положення здебільшого змінюються залежно від орієнтації виконавчого органу, що викликає необхідність врахування габаритних розмірів та конфігурації оброблюваної деталі для ефективного розміщення заготовки в межах робочого простору верстата та її якісної обробки.

Таким чином, подальші вдосконалення ВПС необхідно проводити в напрямках визначення раціонального співвідношення конструктивних елементів верстатів з метою збільшення розмірів робочого простору.

## SUMMARY

*In the article the features of parallel structure machine tools architecture and tendencies of their development are considered.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Потапов В.А. Станки с параллельной кинематикой: следующий этап //Машиностроитель. - 1999. - №10 - С. 53-58.
2. Вушув В.В., Хольшев И.Г. Механизмы параллельной структуры в машиностроении //СТИН. - 2001. - №2 - С. 3-8.

*Надійшла до редколегії 16 грудня 2002р.*

УДК 621.833.389

## ВЫБОР ТИПА ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ БЕЗЗАБОРНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

*Халуйела Жоаким Аугушто Герра, асп.*

*(Кіровоградський державний технічний університет)*

В практике машиностроения широкое применение получили передачи зацеплением, к которым предъявляются жесткие требования относительно величины бокового зазора. Внимание конструкторов разнообразных технологических и специальных машин обращено к использованию в таких случаях червячных и спироидных передач благодаря кинематическому эффекту, который эти передачи позволяют получить, и ряду других их положительных свойств.

Однако применение таких передач вызывает либо достаточно весомые технологические трудности, либо сами передачи не обеспечивают устранения бокового зазора при сохранении высокой кинематической точности воспроизведения заданного закона движения исполнительного органа машины. К тому же зачастую энергетические потери в таких передачах достаточно высокие.

В настоящее время для работы в условиях беззазорного зацепления применяют червячные и спироидные передачи, червяки и колеса которых имеют традиционную классическую конструктивную форму исполнения. Геометрия активных поверхностей витков червяка и зубьев колеса также традиционная для этих видов зацеплений.

Боковой зазор в зацеплении выбирается несколькими способами.

В одних случаях боковой зазор выбирают до минимально допустимого точностью изготовления передачи путем сближения осей червяка и колеса либо за счет осевого перемещения червяка, боковые поверхности витков которого имеют разные по величине шаги для постепенного увеличения толщины витка.

Эти способы имеют много недостатков, как конструктивных, так и технологических и позволяют только периодически регулировать боковой зазор.

Более эффективными способами автоматического выбора полного бокового зазора, которые в функциональных узлах станочного и технологического оборудования применяют наиболее широко, являются следующие (рис. 1):

- с разрезным червячным колесом;