

## **ЗАСТОСУВАННЯ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПУ В КОНСТРУКЦІЯХ СУЧАСНОГО МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Представлено переваги компоновок металорізального устаткування, створених за агрегатно-модульним принципом, а також можливі варіанти застосування даного принципу та перспективи розвитку агрегатованого устаткування.

Submitted the advantages of the grouping of the metal-cutting equipment, that designed on the aggregate modular principle, different variation of application this principle and future relations modular environment.

На машинобудівних підприємствах України випускається продукція масового споживання з необхідністю частої зміни номенклатури виробів та з високими вимогами до продуктивності автоматизованого устаткування. Це, в першу чергу, складна побутова техніка, електро-інструменти, сантехнічна арматура, апаратура обліку та контролю витрат води, пари, газу, тепла, виробництво автомобілів, тракторів, сільгосптехніки, запасних частин і т.п. Всі ці вироби характеризуються великою кількістю складних деталей, що вимагають, як правило, багатоопераційної обробки з високою точністю.

В умовах постійного вдосконалення та частій зміні моделей виробів виникає вимога створення гнучкого (універсального) устаткування, що важко сполучається з високою продуктивністю та концентрацією операцій. Для вирішення цих суперечливих вимог необхідно, щоб автоматизоване устаткування забезпечувало можливість переналагодження та перекомпонування при досить високій продуктивності, а також в стислі строки їхнього проектування та виготовлення, помірну вартість і швидку окупність. Найбільшою мірою ці вимоги задовольняє агрегатно-модульний метод створення устаткування, тобто проектування та компоновання різних верстатів, складальних, зварювальних, контрольно-сортувальних і інших машин, засобів керування ними, промислових роботів, засобів автоматизації зі стандартних (уніфікованих) вузлів, кожний з яких призначений для виконання заздалегідь певних функцій.

Агрегатоване устаткування поєднує у собі переваги спеціальних і універсальних машин. Як спеціальні ці машини забезпечують високу продуктивність, а як універсальні їх можна перекомпонувати й переналагодити при необхідності переходу на виготовлення нового виду продукції.

Крім того слід зауважити що для різних груп деталей при різних програмах випуску існують свої оптимальні варіанти структури процесу із різними рівнями концентрації технологічних переходів (рис. 1), які не можуть бути реалізовані тільки на верстатах, орієнтованих на серійне вироб-

ництво, наприклад на одношпindelних багатоцільових верстатах (БВ), що одержали найбільше застосування при створенні гнучких дільниць і ліній. Необхідне також верстатне устаткування із числовим програмним керуванням (ЧПК), здатне реалізувати варіанти технологічних процесів з більш високою концентрацією технологічних переходів, ніж у одношпindelних БВ, тобто в багатьох випадках необхідна не тільки багатошпindelна (багатоінструментальна), але й багатопозиційна обробка на гнучких автоматичних лініях (ГАЛ) із накопичувачами деталей між позиціями або без них.

Отже, при великому різноманітті технологічних завдань забезпечити високу економічну ефективність обробки деталей можна тільки при одній умові, а саме при компонуванні технологічного встаткування для різних типів виробництва (від дрібносерійного до масового) з раціонально обмежених комплектів уніфікованих вузлів, тобто за агрегатно-модульним принципом.

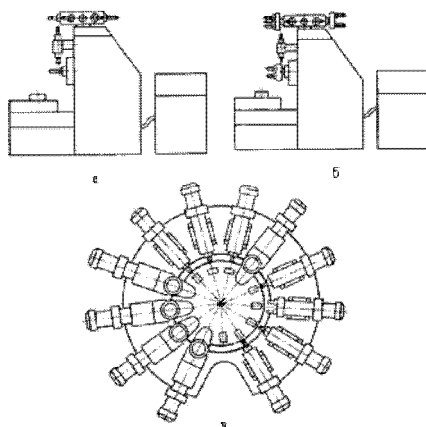


Рис. 1. Варіанти концентрації переходів на верстатах: а - обробний центр із магазином інструментів; б - обробний центр із магазином інструментів і багатошпindelних коробок; в - багатопозиційний агрегатний верстат

Ряд уніфікованих конструктивних компонентів верстатів, обумовлений виконуваними в процесі обробки функціями, містить у собі: несучі елементи конструкції (станини, стійки, портали і т.д.); шпindelні коробки із приводами, що забезпечують необхідні швидкості та сили різання; столи із прямолінійними та круговими рухами разом із приводами подачі, що забезпечують взаємне просторове переміщення інструмента та оброблюваного виробу.

Допоміжні пристрої для накопичення та заміни різальних інструмент на верстаті (магазини, автооператори із приводами та оснащенням); пристрої для автоматичної зміни заготовок (накопичувачі та вантажно-розвантажувальні механізми, маніпулятори або промислові роботи), що забезпечують роботу верстата в складі роботизованого технологічного ком-

плексу (РТК) або гнучкого виробничого модуля (ГВМ).

Основною особливістю уніфікованих конструктивних компонентів верстатів є можливість керування їхньою роботою пристроєм ЧПК, що забезпечує швидке автоматичне переналагодження на обробку різних виробів. Для можливості керування пристроєм ЧПК окремі модулі і їхні компоненти оснащуються регульованими або слідкувально-регульованими електроприводами, а також датчиками зворотного зв'язка по положенню рухливих елементів або по параметрах технологічного процесу для реалізації адаптивних функцій.

На основі використання різноманітних типових модулів та їхніх уніфікованих компонентів можуть будуватися верстати з різними конструктивно-компоновочними схемами, що залежить від виконуваних ними технологічних завдань та конкретних умов виробництва.

Найпоширенішими верстатами, створеними на основі агрегатно-модульного принципу, є агрегатні верстати. Прикладами можуть служити такі верстати як: багатопозиційні верстати-автомати фірми Maspe, агрегатні верстати фірми Mikron Agno, або спеціальний агрегатний верстат AM 15952 (рис. 2).

Окрім агрегатного устаткування за агрегатно-модульним принципом можуть складатися і багатоцільові верстати із ЧПК [1]. Наочним прикладом може служити багатоцільовий (свердлильно-фрезерно-розточувальний) верстат із ЧПК типу МЦ800, побудованого за агрегатно-модульним принципом (рис. 3). Багатоцільовий верстат із ЧПК агрегатно-модульної конструкції типу МЦ800 призначений для комплексної обробки корпусних деталей середніх і великих розмірів. На верстаті можна виконувати свердління, зенкерування, розгортання, нарізування різьблення мітчиками, розточування точних отворів по координатах, а також фрезерування за контуром складних криволінійних поверхонь. Обробку заготовок, закріплених на столі, здійснюють інструментами, що автоматично змінюються в шпинделі, за рахунок подачі салазок по напрямних станині (вісь X), шпиндельної бабки (вісь B) і стійки (вісь Z). Зміна інструмента, що перебуває в магазині, здійснюється автооператором.

Автооператор здійснює установку та зняття в шпинделі змінних фрезерних головок для обробки дрібних канавок. Стіл, на якому кріпиться пристосування стіл-супутник з оброблюваною заготовкою, виконаний нерухомим і являє собою окремих конструктивний модуль. Наявність поворотного стола з високою точністю розподілу ( $+0,001^\circ$ ) розширює технологічні можливості верстата, дозволяючи вести обробку заготовки з п'яти боків. Верстат оснащений автономною гідростанцією, станцією подачі змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР), пристроєм ЧПК з електрошафами керування, а також конвеєром для видалення стружки. Гнучкий виробничий модуль на базі верстата МЦ800 призначений для багатобічної комплексної обробки протягом однієї, двох і більше змін різних корпусних виробів, що одночасно перебувають на транспортно-накопичувальному пристрої.

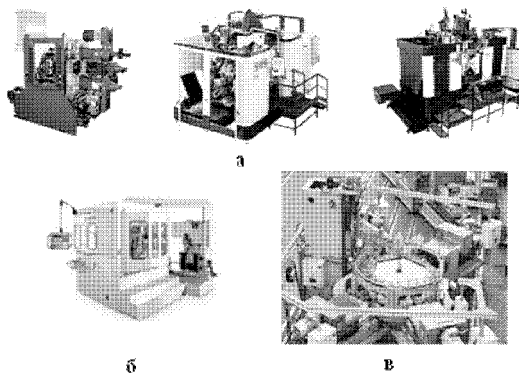


Рис. 2. Варіанти агрегатного обладнання: а - багатопозиційні верстати-автомати Maspe, б - агрегатний верстат фірми Mikron Agno, в – спеціальний агрегатний верстат AM 15952

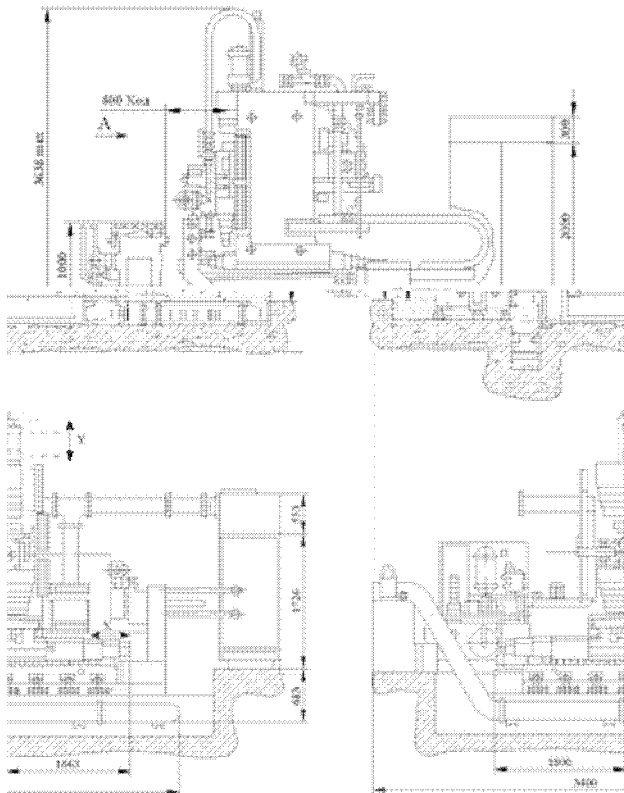


Рис. 3. Загальний вид багатопільового (свердильно-фрезерно-розточувального) верстата з ЧПК типу МЦ800

Найбільша частина деталей, одержуваних обробкою різанням, випускається в умовах одиничного та серійного виробництва. У розвинених країнах частка машинобудівної продукції, що випускається в цих умовах, досягає 75-80%. Особливості одиничного та серійного виробництва характеризуються широкою номенклатурою виробів, що випускаються, різнохарактерністю виконуваних операцій, різноманітністю маршрутів обробки, частим переналагодженням устаткування, складністю інформаційних і матеріальних потоків, складною організацією виробництва. Саме за цих умов доцільне використання компоновок устаткування, створених за агрегатно-модульним принципом [2].

На рис. 4 наведена схема конструкційної компоновки переналагоджуваного агрегатного верстата, що містить більшість функціональних елементів, здатних оказувати вплив на його гнучкість. Дана схема компоновання призначена, для того щоб продемонструвати місце та роль основних чотирнадцяти елементів в компоновці та їх можливу послідовність розташування. Як правило, підвищення гнучкості може бути досягнене декількома паралельними шляхами, за рахунок використання різноманітних переналагоджуваних вузлів та агрегатів. Оптимізація компоновки переналагоджуваного верстата, таким чином, полягає в аналізі можливих шляхів реалізації гнучкості та виборі найкращого сполучення мінімальної кількості переналагоджуваних структурних елементів верстата [3].

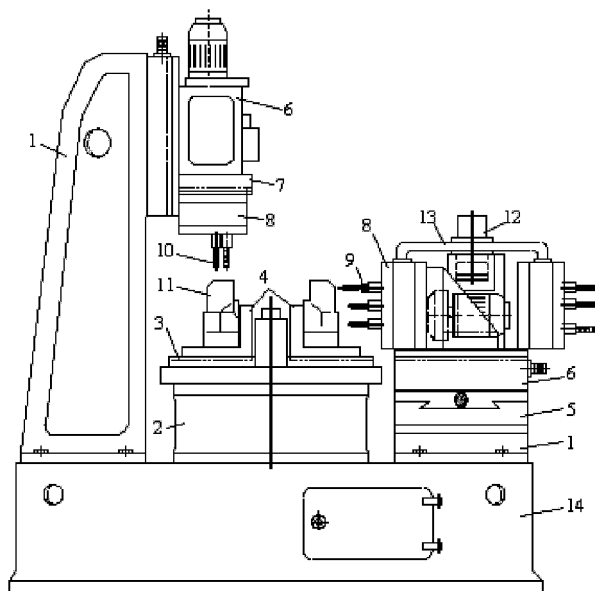


Рис. 4. Схема конструкційної компоновки багатомономенклатурного агрегатного верстата

Запропонований варіант схеми компонування (рис. 4) технологічної надмірністю і містить спрощене зображення максимальної кількості всіляких, функціональних елементів. Однак всі елементи верстата відрізняються за технологічними можливостями і ступенем впливу на гнучкість верстата в цілому. Так, керування інтенсивністю впливу на заготівку 11 реалізується тільки за допомогою установочно-затискного пристосування 4, шпindelного оснащення 8 і силових агрегатів 6, а зміна параметрів зони контакту із заготівкою 11 тільки за допомогою установочно-затискного пристрою 4, шпindelного оснащення 8, допоміжного інструмента 9 і різального інструмента 10. Деякі елементи структури взагалі не здійснюють вплив на гнучкість. До них відносяться: пристрій зміни 12 і магазин змінних шпindelних коробок 13, а також несуча система 14.

Поділ верстата на незалежні модулі підвищує ймовірність виходу в серію всієї машини. При цьому важлива конструктивна незалежність модулів. При класичному методі проектування верстат розбивають на окремі вузли. Однак це не створює незалежності між ними, а визначає тільки можливість розподілити роботу розроблювачами вузлів верстата [1].

Отже, застосування агрегатно-модульного принципу у проектуванні верстатного, складального та іншого устаткування дозволяє:

1) проектувати високопродуктивні гнучкі автоматичні лінії і гнучкі автоматичні дільниці для реалізації оптимальних технологічних процесів, а не підганяти процеси під можливості вже наявного устаткування;

2) істотно скоротити час і трудомісткість проектування та виготовлення автоматичного обладнання та технологічних систем, тому що з'являється можливість використання готових агрегатів і модулів;

3) розширювати виробничі можливості модульної системи шляхом її постійного нарощування на раніше розробленій базі;

4) підвищувати надійність роботи модульної системи в цілому шляхом попереднього відпрацювання конструкції модулів і найбільш повної їхньої відповідності виконуваному технологічному завданню;

5) поліпшувати умови експлуатації та ремонтпридатність створюваних модульних систем шляхом зменшення розмаїтості модулів і їхніх елементів;

6) знижувати вартість модулів шляхом серійного та крупносерійного виробництва їхніх уніфікованих вузлів і окремих агрегатів.

Список літератури: 1. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1987. – 232 с. 2. Аверьянов О.И., канд. техн. наук. Развитие модульного принципа построения многооперационных станков с ЧПУ для обработки корпусных деталей. – М., НИИмаш, 1981, 56 с. 3. Карпусь В.Е., Гаврылюк Ю.Р., Цымбал А.Н. Обработка деталей на многоменклатурном агрегатированном металлорежущем оборудовании // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Х. “Технологический центр” – 2005.-3/1 (15). – С. 25-33.

*Надійшла до редколегії 08.10.2007*