УДК 621.9

В.Є. Карпусь, д-р техн. наук, проф.,
Ю.Р. Гаврилюк, канд. техн. наук, доц.,
А.М. Цимбал, магістр,
Нац. техн. ун-т "ХПІ"

ПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ПЕРЕНАЛАГОДЖЕННЯ АГРЕГАТНИХ ВЕРСТАТІВ ДЛЯ БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОЇ ОБРОБКИ

В.Є. Карпусь, Ю.Р. Гаврилюк, А.М. Цимбал. **Потенційні можливості переналагодження агрегатних верстатів для багатономенклатурної обробки.** Розглянуто шляхи підвищення гнучкості агрегатного устаткування за рахунок побудови компоновки на основі агрегатно-модульного принципу, а також створення переналагоджуваних структурних елементів верстата.

В.Е. Карпусь, Ю.Р. Гаврилюк, А.Н. Цымбал. **Потенциальная возможность переналадки агрегатных станков для многономенклатурной обработки.** Рассмотрены пути повышения гибкости агрегатного оборудования за счет построения компоновок на основе агрегатно-модульного принципа, а также создания переналаживаемых структурных элементов станка.

V.E. Karpus, U.R. Gavrilyuk, A.N. Tsimbal. **Potentialities of realigning building-block machines for multi-range machining.** Ways of increasing flexibility of the building-block equipment at the expense of constructing of configurations on the basis of an building-block-modular principle, as well as creation of readjusted structural elements of a machine tool, are considered.

Найбільш трудомісткі деталі в автоматизованому виробництві виготовляють на агрегатних верстатах (АВ) і автоматичних лініях (АЛ) з них. Перевагами такого устаткування є висока продуктивність та низька собівартість обробки деталей, порівняно невисока кваліфікація операторів, що працюють на цих верстатах, висока надійність, ремонтопридатність і ступінь автоматизації [1].

На АВ обробляються деталі середнього і малого розмірів. Ці верстати в більшості випадків являють собою невелику за довжиною замкнуту АЛ, у якій оброблювані деталі транспортуються згідно з технологічним циклом в затискних пристроях, установлених на планшайбі поворотного стола.

Агрегатування металорізального устаткування забезпечує скорочення термінів та вартості проектування і виготовлення верстатів; певну гнучкість, тобто потенційну можливість їх переналагодження відповідно до зміни конструкції оброблюваної деталі; збільшення концентрації операцій; автоматизацію технологічного циклу; розширення меж використання устаткування в порівнянні з тими масштабами виробництва, в яких раніше було доцільно і рентабельно застосовувати спеціальні верстати; значне підвищення надійності роботи верстатів за рахунок можливості ретельного відпрацювання конструкції елементів, вузлів і агрегатів; полегшення ремонту, налагодження та обслуговування верстатів.

Тому актуальною є проблема використання потенційних можливостей принципу агрегатування і способів побудови компоновок багатономенклатурних агрегатних верстатів, що могли б забезпечити не тільки обробку однієї-двох деталей, а досить широкої номенклатури однотипних деталей з різною кількістю оброблюваних поверхонь, з максимальним підвищенням продуктивності. За рахунок переналагодження окремих вузлів і агрегатів верстата потенційно можливе формування нової компоновки за допомогою функціональних елементів, що входять до структури АВ [2].

Першим кроком до цього є аналіз існуючих конструкцій обладнання та пристроїв і вибір найвигідніших із гами існуючих. Для цього має бути чітка класифікація пристроїв за їх властивостями, згідно з якими можна виконати вибір. Однак не завжди є можливість підібрати необ-

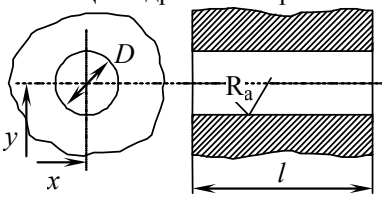
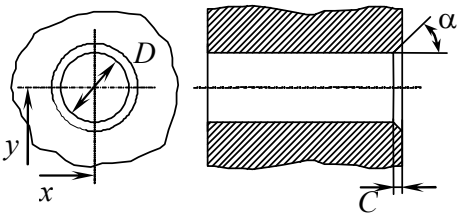
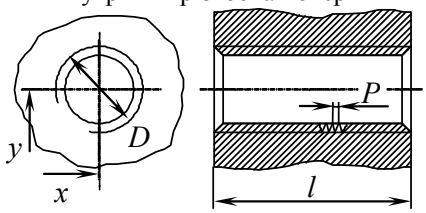
хідні компоненти чи устаткування, в такому разі необхідно проектувати нове обладнання, яке могло б переналагоджуватися.

Для переналагоджуваних АВ істотний вплив на прийняття конструктивно-технологічних рішень має склад номенклатури оброблюваних деталей. У процесі обробки заданої номенклатури деталей при переналагодженні для оброблюваних поверхонь можуть складатися три умовно типові ситуації: загальна кількість поверхонь залишається незмінною, зменшується або збільшується. Структурні елементи переналагоджуваних багатономенклатурних АВ вибираються з урахуванням змін параметрів деталей в межах групи, що підлягає обробці. Представлені основні види оброблюваних поверхонь і параметри, що описують кожну з них (табл. 1). В основному на АВ обробляються корпусні деталі, а найбільш поширеними видами обробки є свердління, розсвердлення, зенкування, зенкерування, розгортання, розточування і нарізання різьби. Таким чином типовою, оброблюваною на АВ поверхнею можна вважати внутрішню циліндричну поверхню.

При зміні номенклатури обробка поверхонь з новими параметрами можлива не тільки за рахунок заміни вузлів верстата, але й за рахунок їх переналагодження. Можна виділити три властивості поверхні, що відображають характер змін при переході до обробки нового типорозміру деталі (рис. 1).

Таблиця 1

Оброблювані поверхні деталей

Вид оброблюваної поверхні	Основні параметри, що описують поверхню
Циліндричні отвори 	Діаметр — D, мм Шорсткість поверхні — R_a, мкм Глибина — l, мм Координати центра отвору — (x, y, z), мм
Фаска в отворі 	Діаметр — D, мм Розмір фаски — C, мм Кут — α, град Координати центру отвору — (x, y, z), мм
Внутрішня різьбова поверхня 	Діаметр — D, мм Крок різьби — P, мм Глибина — l, мм Координати центру отвору — (x, y, z), мм

Наприклад, для внутрішніх циліндричних поверхонь їх можна визначити таким чином:

— кожна поверхня має свій центр, котрий однозначно описується координатами x, y, z, зміна яких буде відображати зміщення поверхні відносно попереднього положення;

— можуть змінюватися геометричні параметри поверхні;

— можуть змінюватися характеристики поверхонь: параметр шорсткості R_a, крок різьби P або кут фаски.

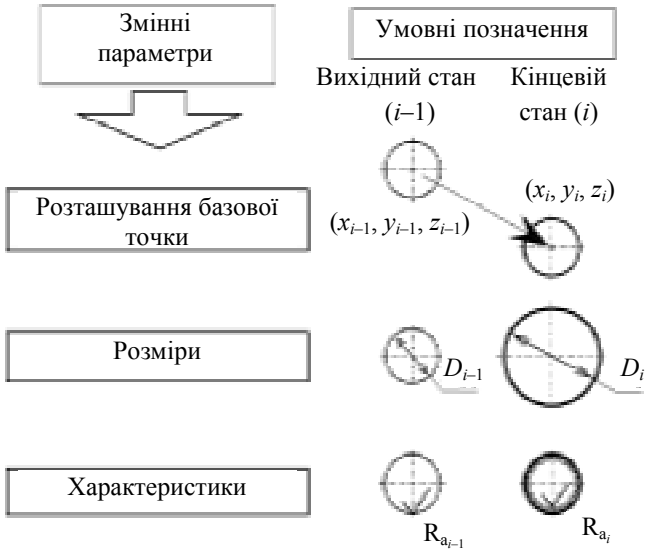


Рис. 1. Змінні параметри оброблюваних поверхонь

Всі зміни параметрів поверхні мають бути компенсовані за допомогою використання передбачених у компоновці верстата переналагоджуваних елементів. Оскільки потенційно більшість структурних елементів верстата може бути переналагоджена, кожний з них може впливати на переналагодження верстата в цілому.

Наведені структурні елементи верстата, які можуть бути переналагоджені відповідно до нових умов, із зазначенням наявності (+) або відсутності (–) трьох основних параметрів керування гнучкістю верстата: установчих переміщень, інтенсивності впливу, параметрів зони контакту (табл. 2). Відома значна кількість конструктивних рішень, що розширюють технологічні можливості, підвищують гнучкість шпиндельного оснащення і установочно-затискних пристосувань. Разом з тим, практично не досліджені можливості підвищення гнучкості АВ за рахунок використання переналагоджуваних допоміжних інструментів та пристроїв переміщення [3].

Таблиця 2

Переналагоджувані агрегати верстата

Структурні елементи компонування агрегатного верстата	Характеристики агрегатів		
	Установочні переміщення	Інтенсивність впливу	Параметри зони контакту
Базові деталі верстата	+	–	–
Транспортно-базуючий агрегат	+	–	–
Пристрої переміщення	+	–	–
Установочно-затискне пристосування	+	+	+
Силовий агрегат	+	+	–
Шпиндельне оснащення	+	+	+
Допоміжний інструмент	+	–	+
Різальний інструмент	–	–	+

Сучасні допоміжні інструменти являють собою швидкозмінні набори. Недоліком їх конструкцій є відсутність або малий діапазон переналагодження положення різального інструменту. Для регулювання положення інструменту при значних змінах у конструкції деталі застосовуються набори подовжувачів, що ускладнює процес переналагодження різального інструменту та забирає багато часу.

Для підвищення гнучкості багатономенклатурних АВ пропонується використовувати переналагоджувані допоміжні інструменти оригінальних конструкцій, які б дозволяли регулюва-

ти положення різального інструменту відповідно до змін в конструкції деталі в широкому діапазоні. Ця функція може бути реалізована за допомогою механізмів зсуву та фіксації, що вводяться до їх конструкції. Саме ці елементи конструкції мають забезпечити переміщення різального інструменту в заданих межах та його надійну фіксацію в новому положенні. Крім того до конструкції допоміжних інструментів мають бути включені елементи забезпечення переміщення та передатного відношення.

Допоміжний інструмент можна застосовувати тільки для регулювання положення різального інструмента відносно системи координат верстата. При необхідності зміни положення силової головки, заготовки чи іншого конструктивного елемента доцільно використовувати в компоновці верстата переналагоджувані пристрої переміщення, наприклад пристрої переміщення, що реалізовані в механізмах поворотних столів та місцях кріплення силових агрегатів.

Пристрої переміщення можуть забезпечувати поздовжнє, поперечне, вертикальне ти кутове переміщення.

Переналагодження верстата відповідно до змін в конструкції деталі, що обробляється, може бути виконано за рахунок переміщення, заміни або переналагодження конструктивних елементів верстата [4] (рис. 2). Кожен із цих способів переналагодження має вплив на різні характеристики верстата. Зміни в конструкції деталі, що обробляється на багатономенклатурному АВ, можуть бути компенсовані за допомогою переналагоджуваного допоміжного інструменту та пристроїв переміщення.

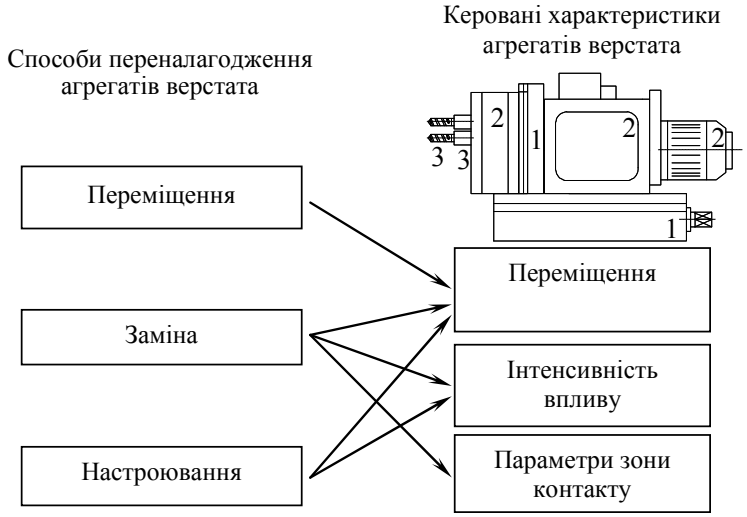


Рис. 2. Способи переналагодження агрегатів верстата

Отже, поєднання високої продуктивності та універсальності в конструкціях АВ дозволить отримати обладнання, яке з успіхом може бути застосоване у серійному багатономенклатурному виробництві із частою зміною типорозмірів виробів.

Для поєднання в компоновці багатономенклатурного АВ усіх переваг принципу агрегатування, високої продуктивності та універсальності необхідні технічні конструктивні рішення щодо окремих агрегатів, що переналагоджуються. Поєднання гнучких переналагоджуваних агрегатів у компоновці верстата дозволить внести в його конструкцію необхідну технологічну надмірність для забезпечення багатономенклатурної обробки.

Всі переналагоджувані структурні елементи багатономенклатурного АВ повинні забезпечувати необхідні вихідні характеристики і мати можливість виконувати налагоджувальноустановчі переміщення. Це завдання може бути розв’язане шляхом аналізу змін поверхонь деталей, формуванням вимог до конструкцій та розробкою оригінальних переналагоджуваних пристроїв із доданням до їх конструкцій механізмів переміщення та фіксації.

Література

1. Агрегатные станки средних и малых размеров / [Ю.В. Тимофеев, В.Д. Хицан, М.С. Васерман и др.]; под общ. ред. Ю.В. Тимофеева. — М.: Машиностроение, 1985. — 248 с.
2. Агрегатные станки — технологии без границ! // Мир техники и технологий. — 2003. — № 6. — С. 24 — 26.
3. Гаврылюк, Ю.Р. Вспомогательный инструмент в компоновках гибких агрегатных станков / Ю.Р. Гаврылюк, А.Н. Цымбал, С.Н. Чернявская // Вест. НТУ “ХПИ”: сб. науч. тр. Темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. — Харьков, 2005. — Вып. 9. — С. 78 — 83.
4. Аверьянов, О.И. Развитие модульного принципа построения многооперационных станков с ЧПУ для обработки корпусных деталей / О.И. Аверьянов. — М.: НИИмаш, 1981. — 56 с.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-ту Тонконогий В.М.

Надійшла до редакції 19 березня 2008 р.