

Київський політехнічний Інститут

На правах рукопису

МІРОШНІЧЕНКО СЕРГІЯ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 621.934.323.2

СИНТЕЗ КОМПОНОВОК БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТОКАРНИХ
ВЕРСТАТІВ І МОДУЛІВ

Спеціальність 05.03.01 - Процеси механічної і фізико-
технічної обробки, верстати та
Інструмент

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1994

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00757001 (К)

Київський політехнічний Інститут

На правах рукопису

ІРІВНІЧЕНКО СЕРГІЯ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 621.934.323.2

СИНТЕЗ КОМПОНОВОК БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТОКАРНИХ
ВЕРСТАТІВ І МОДУЛІВ

Спеціальність 05.03.01

Процеси механічної і фізико-технічної обробки, верстати та інструмент

Автореферат

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1994

AB 29.569

Робота є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі "Конструювання верстатів та машин"
Київського політехнічного Інститута.

Науковий керівник - Заслужений винахідник України,
доктор технічних наук, професор
Кузнецов Юрій Миколайович.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Тимофеев Юрій Вікторович

кандидат технічних наук, доцент
Давигора Вадим Миколайович

Провідне підприємство - Державне конструкторське бюро
верстатобудування (м. Київ)

Захист дисертації відбудеться 16 травня 1994 року в
15 годин ауд. №340 корп. 19 на засіданні спеціалізованої ради
К 068.14.15 у Київському політехнічному Інституті.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інститута.
Адреса Інститута: 252056, Київ-56, пр. Перемоги, 37.

Автореферат разіслано 16 квітня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
к.т.н. доцент

Романенко В.В.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

АНОТАЦІЯ

Дисертаційна робота присвячена проблемі підвищення ефективності проектування токарних автоматів (ТА) з числовим програмним керуванням (ЧПК), пристроїв автоматичного маніпулювання об'єктами (ПАМО) у них та на їх базі - токарних модулів (ТМ).

Метою дисертаційної роботи є скорочення строків проектування й підвищення техніко-економічних показників ТА на основі структурно-схемного синтезу раціональних компонок ТА та швидкодіючих ПАМО.

В роботі формалізовані процеси вибору схем обробки і синтезу координатних кодів компонок ТА; запропонована система критеріїв синтезу компонок ПАМО на ТА; систематизовані використовувані на ТА об'єкти маніпулювання (ОМ). Згідно з розробленою методикою синтезовані на модульному принципі компоновки ТА і ТМ. Досліджені динамічні характеристики ПАМО з пружинним приводом і розроблені рекомендації по вдосконаленню конструкції.

Автор захищає:

1. Апарат формалізації схем формування.
2. Методику и апарат синтезу координатних кодів ТА.
3. Принцип структурно-схемного синтезу компонок ТА.
4. Методику розрахунку ПАМО з пружинним приводом.
5. Методику синтезу координатних рухів ПАМО на ТА.
6. Практичні рекомендації для проектування ТА, ТМ та ПАМО.
7. Нові компоновки ТА, ТМ, ПАМО та ін. конструктивні рішення, захищені авторськими свідоцтвами, оформлені заявками на винаходи та упродовжені в народне господарство.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Підвищення продуктивності праці в сучасних умовах зводиться до наступного: виробництво повинно бути готове та здатне у будь-який момент беззаставково припинити виготовлення основної продукції і в короткий термін почати виробництво іншої по кількості партії нових виробів, в том числі й відмінних однієї від другої. Перед виробництвом стоять два протилежні завдання. Багатосерійне та масове виробництво треба наділити певною гнучкістю, зберігши при цьому всі переваги повної автоматизації, а дрібносерійне необхідно комплексно автоматизувати з таким розрахунком, щоб поряд з гнучкістю воно придбало й найкращі риси масового виробництва: безперервність, ритмічність, високий темп випуску виробів,

стабільність технологічних процесів. Вирішити обидві ці задачі на єдиній основі дозволяє ідея створення гнучких виробничих систем (ГВС) механосробки, головними компонентами якої є верстатні модулі на базі багатоцільових верстатів, серед яких особливу увагу заслужують багатоцільові ТА, на яких можливо виконати велику кількість технологічних операцій, невластивих токарним верстатам. Для вбудовування ТА та ТМ в ГВС необхідно забезпечити можливість виконання комплектної обробки і автоматизацію допоміжних операцій з допомогою ПАМО. Цьому розробка методів зниження часу маніпулювання об'єктами є досить актуальною проблемою.

Дослідження, проведені в дисертації, безпосередньо зв'язані з виконанням науково-технічної програми "ГАВ" на основі Постанови ДКНТ від 30.10.85 р. (тема 555, додаток 75) та держбюджетної тематики Міносвіти України № 2125 "Розробка ГВМ й принципів їх побудови, що відповідають високим критеріям точності, з використанням апарату математичного моделювання" та № 2260 "Розробка наукових основ синтезу компонок верстатних комплексів нового покоління для обробки тіл обертання".

Загальна методика досліджень. Теоретичні дослідження базуються на використанні системного підходу, основних положень теорії та методу оптимізаційного синтезу технологічних комплексів, математичної логіки, законів динаміки і статички механічних систем.

Експериментальні дослідження проводились на спеціально створеному промисловому роботі портального типу в лабораторіях Київського політехнічного та Чернігівського технологічного інститутів з використанням методів тензометрування та осцилографування.

Наукова новизна. Вперше запропоновано оригінальний апарат формалізування схем формування на металорізальних верстатах, методику синтезу координатних кодів компонок верстата. Завдяки цьому синтезовані нові компоновки ТА з ЧПК та ТМ. Теоретично доведено та експериментально підтверджено можливість використання ПАМО з пружинним приводом на ТА, розроблена методика розрахунку ПАМО з пружинним приводом та методологія синтезу координатних рухів ПАМО на ТА.

Практична цінність. Розроблені методики доведені до рівня використання в інженерній практиці та дозволяють обґрунтовано вирішувати завдання, зв'язані з проектуванням ТА з ЧПК та їх ПАМО. Використання запропонованих методик дозволяє зкоротити трудомісткість проектування ТА та підвищити якісний рівень проектів. Кожна

з запропонованих методик може використовуватися самостійно або як одна з підсистем САПР компоновок верстатів.

Реалізація результатів роботи. Запропоновані методики впроваджені для використання в ДКБВ (м. Київ), СКБ ОЦ (м. Гомель), СКБ ПС (м. Санкт-Петербург), а конструкторські розробки на Бердичівському верстатобудівному заводі при виконанні госпдоговору №99 (економічний ефект на 1 верстат складає 6540 крб. у цінах 1990 р. Окрім того, матеріали досліджень упроваджені в учбовий процес в Київському політехнічному та в Чернігівському технологічному Інститутах для викладання курсів "Розрахунок, конструювання та САПР верстатів та верстатних комплексів", "Промислові роботи".

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались і обговорювалися на 1 всесоюзній та 5 республіканських науково-технічних конференціях і семінарах.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 8 друкованих робіт, отримано 4 авторських свідоцтва на винаходи та 1 позитивне рішення на видачу патенту СНД.

Структура та об'єм. Дисертація складається з чотирьох глав, висновків та додатку. Містить: 192 сторінки машинописного тексту, 51 малюнок, 23 таблиці, список літератури з 174 джерел.

У вступі обґрунтована актуальність теми дослідження та стисло сформульовані основні положення та наукові результати дисертації. Наведено основні відомості про апробацію роботи, практичній вартості та упровадженні її результатів у промисловості. У першій главі на основі проведеного огляду вітчизняних та іноземних досліджень по методам кодування та проектування ТА, а також по методам підвищення швидкодії ПАМО на ТА; визначені мета та завдання досліджень. У другій главі проведені теоретичні дослідження по розробці методики і апарату синтезу компоновок ТА та їх ПАМО, виконана формальна підстановка завдання синтезу компоновок й метод її рішення. У третій главі подані теоретичні і експериментальні дослідження ПАМО на ТА з пружинним приводом, подана методика розрахунку, обґрунтована можливість використання ПАМО з пружинним приводом на ТА. Четверта глава присвячена використанню розробленого методу синтезу компоновок ТА, подані компоновки ТА підвищеної продуктивності. Дані рекомендації по розробці ТЗ на багатощиндєльні багатощиндєльні ТА з ЧПК.

ОСНОВНИЙ ЗНІСТ РОБОТИ

У першій главі подано огляд літературних джерел по досліджу-

ваній темі, визначені мета та завдання досліджень.

Підвищення ефективності ТА можливе по декільком основним напрямкам, серед яких: здійснення в автоматизованому режимі не тільки чисто токарних, а й фрезерувальних, сверлувальних та інших операцій, що потребує нетрадиційних підходів при проектуванні ТА, зміну їх компоновочних рішень на базі агрегатномодульного принципу.

З загальної кількості компоновок, котрі можливо побудувати з допомогою модульних вузлів, реалізована лише частина. Зміни компоновок йдуть, як правило, еволюційним шляхом. Тому системний підход до створення верстату має особливу вагу на ранній стадії проектування.

Питанням синтезу компоновок верстатів, верстатних комплексів, технологічних систем і машин-автоматів присвячені роботи Авер'янова О.І., Артоболевського І.І., Базрова Б.М., Врагова Ю.Д., Кузнецова Ю.М., Левіна О.І., Тимофеева Ю.В., Хомякова В.С., Шаумяна Г.А. та ін.

Питаннями автоматизації допоміжних операцій та використання промислових роботів у верстатах займався ряд вчених: Авер'янов О.І., Белов В.С., Волчкевич Л.І., Гиндін Д.Ю., Козирев Ю.Г., Кузнецов Ю.М., Орліков М.Л., Сисоєв С.Н., Спину Г.О. та багато інших.

Серед наукових шкіл в області синтезу компоновок верстатів та їх механізмів можливо виділити КПІ, Мосстанкін, МДТУ, ЛенскБПВ, ЕНДІМВ.

Показано що, традиційно використовуемі в якості ПАМО універсальні промислові роботи відходять на другий план, а їх місце займають ПАМО, органічно вписані в верстат у вигляді його вузлів, закладувані в компоновку верстату на стадії проектування.

Між тим сучасні методи проектування компоновок ТА не враховують вимог, що накладають ПАМО на компоновку ТА та ТМ. В якості об'єктів маніпулювання традиційно виступають: інструмент, заготовка або деталь, пристрій або робочий орган. Одним із шляхів підвищення ефективності ПАМО на ТА є підвищення швидкодії виконавчих органів ПАМО оснащених пружинним приводом при спрощенні конструкції ПАМО, зниження металомісткості та енергозабезпечення. Слабке використання цих приводів на ТА обумовлене відсутністю досліджень ПАМО з пружинним приводом: надійності та інших параметрів. Таким чином, на підвищення ефективності ТА та ТМ найбільший вплив справляють раціональна компоновка верстата та швидкодія ПАМО.

В результаті аналізу раніш проведених досліджень були сформульовані наступні завдання, потребуючі рішення: 1. Формалізувати процес вибору схеми формування ТА. 2. Формалізувати процес синтезу

координатних кодів компоновки ТА та розробити систему критеріїв вибору кращої компоновки. 3-Систематизувати засосовувані на ТА об'єкти маніпулювання. 4-Формалізувати процес синтезу структури ПАМО на ТА. 5-Провести комплексні дослідження ПАМО з використанням пружинного приводу. 6-Синтезувати компоновки ТА підвищеної ефективності.

У другій главі розглянуті питання формалізації синтезу компоновок ТА та ТМ.

З метою формалізації опису кінематичних схем різання запропонована узагальнена структурна формула модульного комплексу у вигляді п'ятикомпонентного кортежу:

$$F^I = \langle f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}, f_{15} \rangle, \quad (1)$$

де в якості змінних, для опису предметної області формоутворюючих рухів МК, застосовують наступні фактори: f_{11} - фактор, що визначає обертання об'єкту що обробляється у шпинделі; f_{12} - фактор, що визначає ступінь рухомості вздовж осі обертання заготовки; f_{13} - фактор, що визначає ступінь рухомості вздовж осі, перпендикулярної до осі обертання заготовки; f_{14} - фактор, що визначає ступінь рухомості вздовж осі, перпендикулярної до площини, утвореної двома вищезгаданими осями у правосторонній системі координат; f_{15} - фактор, що визначає обертання Інструментального шпинделю.

Так як модульний комплект створюється сукупністю технологічних модулів, то множина F^I всляких N_{TM} варіантів кортежів ТМ визначається висловом:

$$F^I = \bigcup_{i=1, N_{TM}} F^I_i \quad (2)$$

Для верстата з одним МК кінематика формоутворюючої системи F^{II} визначається сукупною множиною варіантів факторів допустимих кортежів ТМ:

$$F^{II} = \left\{ f \in F^I : \bigcap_{j=1, \dots, 5} \bigcup_{i=1, N_{TM}} f_{ij} \right\} \quad (3)$$

Для прив'язки до тої чи іншої групи верстатів, з метою обліку тільки необхідних формоутворюючих рухів, накладаються граничні умови N^I у вигляді обмежень на сумісну застосовуваність варіантів розглянутих факторів в МК в вигляді опису множини допустимих кортежів F^{II} усіх варіантів факторів:

$$F^{II} = \left\{ f \in F^I : \bigcap_{x=1, N_x} \bigcup_{i=1, N_{TM}} f_{ix} \right\} \quad (4)$$

Вищеприведений підхід до виявлення допустимих ТМ, які утво-

ріють розглянути МК, використовується при вирішенні задач проектування компоновок верстатів в двох задачах: прямій та зворотній. Пряма задача - на основі креслення деталі знаходимо модульний комплект (проектування верстату під задану деталь або деталі). Зворотня задача - знайти модульні комплекти верстату, знайти види операцій, які виконуються їми, та виконати підбір деталей (пошук деталей під верстат).

Для найбільш характерних компонок ТА розкладені їх МК на допустимі ТМ (всього 15 варіантів) з врахуванням обмежень. Як характерні компоновки ТА прийняті МК:

$$\underline{f}_1 = \langle f_1 f_2 f_3 \rangle, \underline{f}_2 = \langle f_1 f_2 f_3 \rangle, \underline{f}_3 = \langle f_1 f_2 f_3 \rangle.$$

В запропонованій методиці виходять з того, що деталь складається з набору елементарних оброблених поверхонь (ЕОП) та підмножини поверхонь, які виконуються від однієї технологічної бази, що складають комплекти:

$$M_d = \langle EOP_1, EOP_2, \dots, EOP_n \rangle, M = \langle M_1^{KT}, M_2^{KT}, \dots, M_n^{KT} \rangle, \quad (5)$$

По кожній ЕОП легко знаходяться елементарні технологічні переходи (ЕТП) та по всій деталі в цілому, що складає загальний об'єм формоутворення, який необхідний для одержання заданих параметрів деталі.

Кожна ЗОП представляється в вигляді варіантів кортежів ТМ:

$$EOP = \bigvee_{k=1, N} \bigwedge_{j=1, 5} f_{kj} \quad (6)$$

В свою чергу, кожному комплекту ЕОП відповідає певна сукупність варіантів ТМ, що утворюють кортеж МК:

$$F_{MK} = \bigwedge_{i=1, N_{EOP}^{KT}} \bigvee_{k=1, N_V} \bigwedge_{j=1, 5} f_{ikj} = f_n, \quad (7)$$

де N_{EOP}^{KT} - кількість поверхонь в n -му комплекті поверхонь.

В свою чергу, якщо комплекти поверхонь оброблюються на одній одиниці обладнання, то деталь оброблюється сукупністю МК:

$$F_d = \langle F_{MK_1}, \dots, F_{MK_{N_{KT}}} \rangle, \quad (8)$$

де N_{KT} - кількість комплектів поверхонь.

В результаті отримуємо n -у кількість МК, що необхідні для процесу формоутворення деталі.

На основі аналізу, що супроводжується фізичним або концептуальним розкладенням існуючих ТА на елементи, що розглядаються як фактори, виявлені значення всіх найбільш важливих властивостей

факторів і відношення між ними, серед них вузли, що несуть об'єкт обробки; несуть інструмент для обробки; несуть інструмент в процесі відрізки; що виконують 1-е маніпулювання об'єктом обробки; виконують 1-е маніпулювання інструментом та ін.

Множина всіх можливих варіантів І-го виду фактору, що позначається X_1^I , складає:

$$X_1^I = \{ x_1^I, x_2^I, \dots, x_{1-I}^I \}. \quad (9)$$

Процес синтезу структури ТА виконується слідуєчим чином. На основі евристичного підходу формується множина X_1^II .

Кожний допустимий варіант будь-якого розглянутого фактору зв'язаний співвідношенням сполучності у вигляді кортежу з будь-яким допустимим варіантом будь-якого іншого фактору. Далі утворюється множина:

$$X^II = \{ \underline{x}_1^II, \underline{x}_2^II, \dots, \underline{x}_{1-II}^II \}, \quad (10)$$

яка рівноцінна множині X^II .

З множини X^II допустимих варіантів вибирають множину X^{IV} можливих кортежів, кожний з яких, задовольняючи усім умовам обмежень на сумісне застосування варіантів розглянутих кортежів факторів, є технічно можливим кортежем допустимих варіантів:

$$X^{IV} = \{ \underline{x} \in X^II, \bigwedge_{v_x=1}^{N_x} h_{v_x} \}. \quad (11)$$

На основі теорії, розробленої Артоболевським І.І. та Ільїнським Д.Я., множина X^{IV} технічно можливих кортежів отримується без повного перебору усіх елементів, що досягається шляхом формалізації запису функціональної структури ТА та послідовної неарифметичної обробки будь-яких складних по формі і самих різних по походженню логічних умов, що обмежують сумісне застосування розглянутих предметів.

Якщо в (6-8) виконати заміну f_1 на символ С з відповідним індексом, f_3 на символ R або I (відповідно, інструмент має можливість обертання чи ні), а координатні напрямки: f_2, f_3, f_4 на відповідні їм предикати, де:

$$p(f_1) = \begin{cases} 1, \text{ має степінь рухомості} \\ 1, \text{ немає степені рухомості} \end{cases}$$

отримаємо формулу компоновки X^{IV} теоретично можливого І-го кортежу. Формула компоновання верстату в загальному вигляді:

$$K^II = \bigvee_{i=1, N}^{F_1} \quad (12)$$

де N_{MK} - кількість модульних комплектів, що утворюють структуру верстату.

Крім МК технічно-можливий кортеж містить і так званій комплект маніпулювання (КМ), від якого залежить функціональне використання елементів структури компоновки в процесі маніпулювання об'єктом обробки чи іншим ОМ. КМ має трьохмісну структурну формулу

$$\langle a_1, a_2, a_3 \rangle. \quad (13)$$

Формула КМ будується по одному з двох слідуючих видів:

1. $\langle OM, a_1, a_2 \rangle$ - перенос ОМ виконується від елементу a_1 до елементу a_2 без проміжних пристроїв; 2. $\langle a_1, OM, a_2 \rangle$ - перенос ОМ виконується від елементу a_1 до елементу a_2 з допомогою ПАМО.

Для найбільш характерних об'єктів маніпулювання прийняті слідуючі позначення: D - об'єкт обробки, T - інструмент, P - пристосування.

В результаті синтезу координатних кодів отримаємо множину компонок верстату: $K^I = \{ K_1^I, K_2^I, \dots, K_N^I \}$. (14)

Для виявлення оптимального рішення як критерій якості прийнято показник ефективності. Множина всіх компонок, що визначається за формулою (14), перепозначим в вигляді:

$$Y^I = \{ Y_1^I, Y_2^I, \dots, Y_I^I \},$$

де R^I - кількість теоретично можливих рішень, т.ч.

$$Y^I \Leftrightarrow X^R, \quad R^I \Leftrightarrow T^R;$$

З множини Y^I знаходимо множину Y^R конкурентноспроможних рішень, що описані предикатом:

$$P_K(Y_\alpha, Y_\beta) \Leftrightarrow P_D(Y_\alpha, Y_\beta) \vee P_T(Y_\alpha, Y_\beta), \quad (15)$$

Із множини Y^R знаходимо множину Y^H домінуючих рішень, що виражені предикатом: $P^H(Y) \Leftrightarrow \bigwedge_{i=1, (R-I)} P_{K_i}(Y_\alpha)$, (16)

Таким чином:

$$Y^H = \{ \underline{Y}_\alpha : \underline{Y}_\alpha, \underline{Y}_\beta \in Y^H, \alpha \neq \beta, \Pi(\underline{Y}_\alpha) < \Pi(\underline{Y}_\beta), \exists(\underline{Y}_\alpha) > \exists(\underline{Y}_\beta) \} \quad (17)$$

Отримана таким чином множина компонок верстатів $Y^H \Leftrightarrow K^H$ є оптимальна для розглянутого етапу синтезу ТА.

На основі аналізу типових циклів маніпулювання об'єктами в ТА складена узагальнена структурна формула цього процесу маніпулювання ТА: $U_j = \langle u_{j1}, u_{j2}, u_{j3}, u_{j4}, u_{j5} \rangle$, (18)
де $u_{j1}, u_{j2}, u_{j3}, u_{j5}$ - фактори, що описують, відповідно глобальне, регіональне, локальне та доповнені переміщення виконавчого органу УАМО; u_{j4} - фактор, що описує процес кантування виконавчого органу.

Кожний з п'яти факторів (18) має шість теоретично можливих варіантів степені рухомості:

$$u_{j1} = \{X, Y, Z, A, B, C\} = \{u_{j11}, u_{j12}, u_{j13}, u_{j14}, u_{j15}, u_{j16}\},$$

де l - номер фактору в (18).

Множина U^I можливих варіантів кортежів компонувань описується виразом:

$$U^I = \prod_{j=1, T}^V U_j^I \quad (19)$$

Далі, використовуючи підхід, аналогічний приведеному в (9-11), отримуємо множину теоретично можливих кортежів координатних переміщень УАМО:

$$U^II = \prod_{j=1, T}^V U_j^{II}$$

Для виявлення множини технічно можливих кортежів виділено два критерія: 1. Кількість степеней рухомості $M \rightarrow \min$. 2. Коефіцієнт динамічної розв'язки структури компонування K_{d1} .

Далі коефіцієнт динамічної розв'язки і число степеней рухомості сумуються по кожній компоновці та знаходиться коефіцієнт переваги:

$$K_{пр} = M_1 + K_{d1}, \quad K_{пр} = \min \{K_{пр1}, K_{пр2}, \dots, K_{прl}\}.$$

Отримуємо множину технічно можливих кортежів:

$$U^III = \{u_1, u_2, \dots, u_{T^4}\}.$$

Формалізований таким чином, процес структурно-схемного синтезу є реальним кроком до створення САПР-ПАМО.

У третій главі викладена методика розрахунку та експериментальних досліджень характеристик ПАЗІ з пружинним приводом, описана конструкція експериментального стенду, апаратура для вимірювань та реєстрації результатів експериментів, приведені результати експериментальних досліджень.

Для проведення експериментальних досліджень було створено ПАМО з пружинним приводом. Він служить для зміни інструменту в револьверній головці. ПАЗІ має портальне компонування і складається з порталу 1 (рис.1,а), каретки 2, руки маніпулятора 3, приводів каретки 4, 5, фіксаторів каретки 6, 7, приводу руки маніпулятора та фіксатора руки маніпулятора аналогічного застосування.

В результаті запропонована схема розрахунку характеристик ПАМО з використанням рівняння енергетичного балансу. Показано, що час зміни інструменту скорочується до 10 с при лінійних швидкостях виконуючого органу до 3 м/с. Розраховані коефіцієнти дисипації

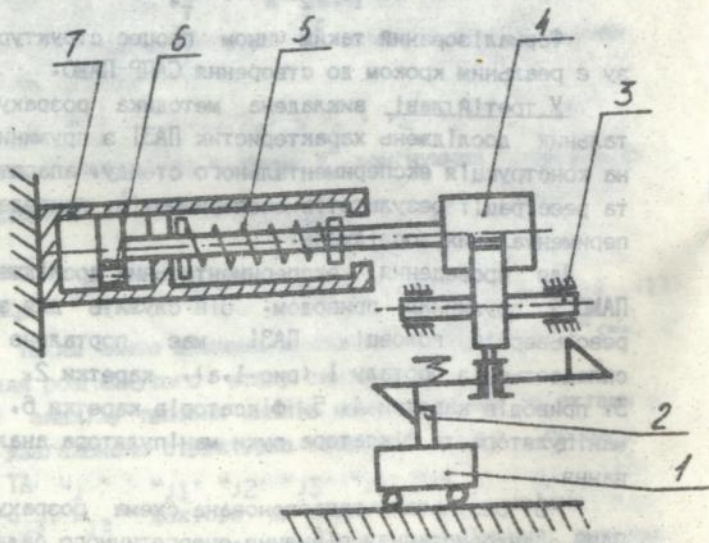
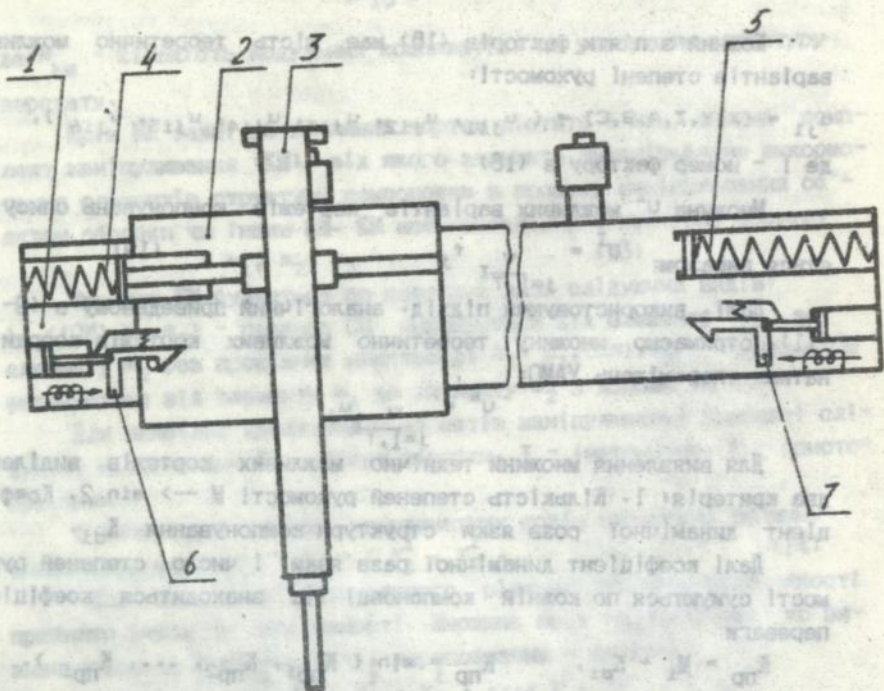


Рис. 1. Схема ПАЗІ поргальної компоновки /а/ і демпфуючого фіксатору /б/

разгону $K_{др} = 0,07$ та гальмування $K_{дт} = 0,15-0,18$.

Для зменшення ударних явищ в процесі позиціювання розроблений демпфуючий фіксатор (рис.1.6). При русі виконуючого органу 1 упор 2 попадає в фіксатор 2 і починає тягнути його за собою. Удар приймається штоком 7 гідродемпфера і пружиною 6, що попередньо зтиснута до зусиль більших, чим зусилля пружини виконуючого органу. Пружина 6 працює в дві сторони, що дозволяє після закінчення коливань вивести фіксатор в середнє положення з високою точністю.

Показано, що запропонована конструкція демпфуючого фіксатору дозволяє знизити час позиціювання до 0,12 с при швидкості виходу на фіксатор $v = 0,3-0,1$ м/с та прискоренні до 4,5g (рис.2).

В четвертій главі з допомогою розроблених методів синтезовані нові оригінальні компоновки ТА та ТМ.

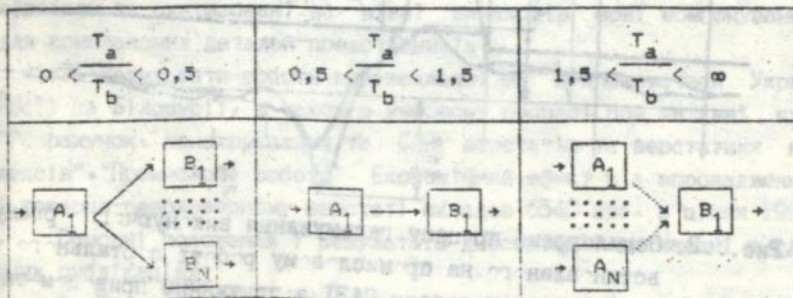
Для цього на основі аналізу більшого числа деталей, що виробляються на ТА, виділені комплексні деталі-представники. Для цих деталей сформульована двопозиційна схема обробки з модульними комплектами $МК_1 = f_1 f_2 f_3 f_4 f_5$, $МК_2 = f_1 f_2 f_3 f_4 f_5$.

Далі, використовуючи розроблений математичний апарат, синтезовано 10 технічно можливих кортежів, з яких оптимальними по продуктивності є компоновання по формулам:

$$K_6 = C_{111} \bar{I} R_1 + C_{111} \bar{I} I_2 + DC_1 C_2 + C_{211} \bar{I} R_3,$$

$$K_B = C_{111} \bar{I} R_1 + C_{111} \bar{I} I_2 + DC_1 C_2 + C_{211} \bar{I} R_3 + C_{2111} I_2.$$

Зроблено висновок, що вся різноманітність компоновок з двохпозиційною схемою обробки, в залежності від співвідношення часу обробки в першій та другій позиціях приводиться до трьох схем (таблиця).



На базі компоновки K_6 синтезовані два оригінальні компоунан-

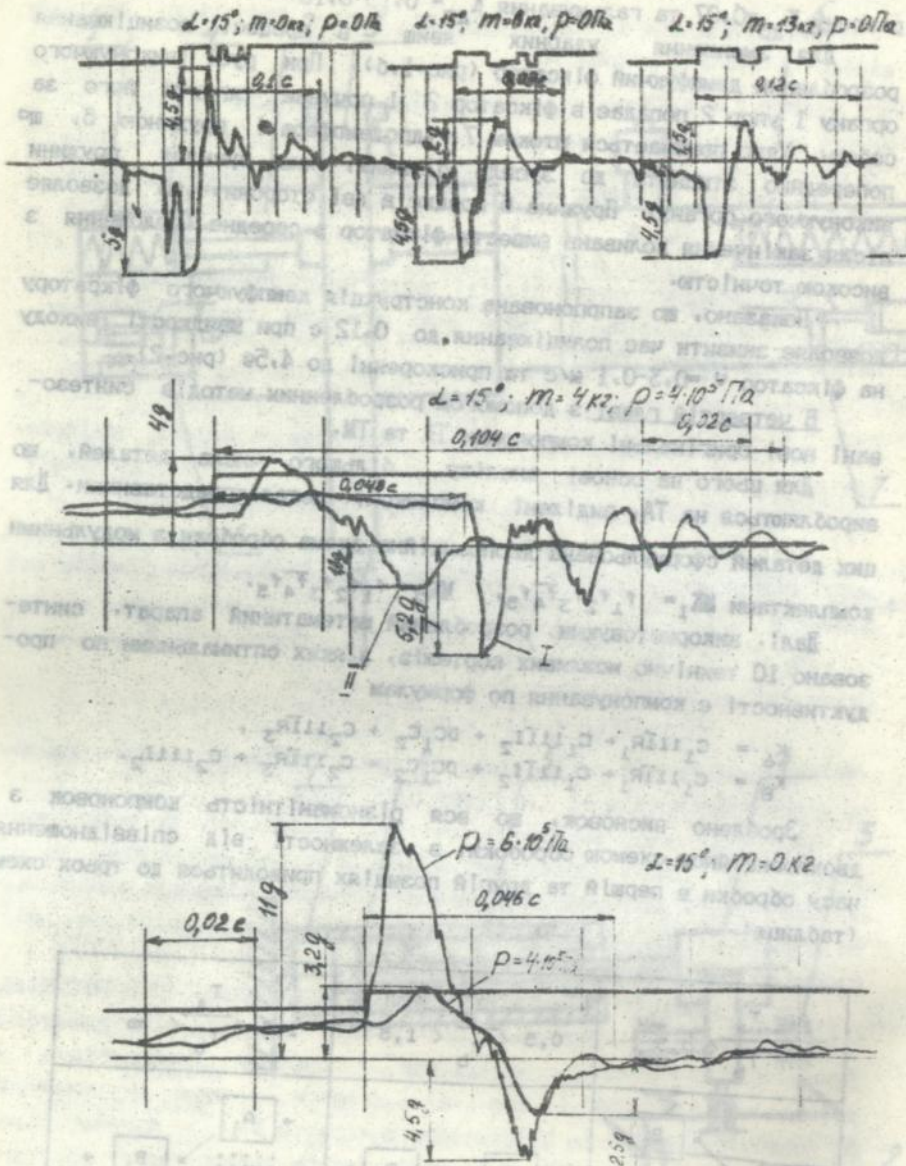


Рис...2. Осцилограми процесу гальмування виконувачого органу, встановленого на промисловому роботі портального типу, що входить до складу ПАЗІ з пружинним приводом та демпфувачим фіксатором

ня. Перше з них K_{B4} (рис.3,а) побудовано для схеми обробки з $T_a > T_b$, друга K_{B3} (рис.3,б) - для схеми обробки з $T_a < T_b$.

Порівняльний аналіз показав, що продуктивність обробки деталей-представників на ТА, що побудовані по формулі K_{B2} , вище в 3,5 рази, чим на ТА мод. 11Б40ПФ4.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

Основний результат роботи - синтезовані нові компоновки та конструкції ТА, ТМ з ПАМО та їх окремі елементи, що дозволяє підвищити ефективність нових верстатів при скороченні часу їх проектування.

В процесі виконання роботи отримані наступні результати:

1. З використанням формально-логічного апарату описані кінематичні схеми різання і функціональна структура ТА, а з використанням процедур теорії та методів оптимізаційного синтезу технологічних комплексів, формалізований процес синтезу координатного коду компоновки ТА, що дає можливість створення САПР компоновок ТА.

2. Запропонована методика синтезу компоновок систем маніпулювання, систематизовані об'єкти маніпулювання, що застосовуються на ТА. Формалізований процес синтезу координатних рухів ПАМО в ТМ.

3. Запропонована схема розрахунку характеристик ПАМО з пружинним приводом.

4. Експериментально підтвержена можливість використання ПАМО з пружинним приводом в ТМ, що дозволяє скоротити час зміни інструменту до 10 с при швидкостях руху виконуючого органу до 3 м/с; визначені коефіцієнти дисипації разгону -0,07 та гальмування -0,015-0,18.

5. Запропонована конструкція демпфуючого фіксатору, що дозволяє знизити час позиціонування виконуючого органу ПАМО до 0,12 с.

6. Упорядковані схеми компоновок ТА для двохпозиційної схеми обробки та синтезовані на рівні винаходів нові компоновки ТА для комплексних деталей-представників.

7. Результати роботи впроваджені на підприємствах України, Росії та Білорусії, а також в урочовому процесі при читанні курсів "Розрахунок, конструювання та САПР верстатів та верстатних комплексів", "Промислові роботи". Економічний ефект від впровадження на 1 токарно-револьверному верстаті складає 6540 крб. в цінах 1990 р.

Основні положення і результати дисертації викладені в слідуючих публікаціях:

1. Кузнецов Ю.Н., Шевченко А.В., Мирошніченко С.В. Применение

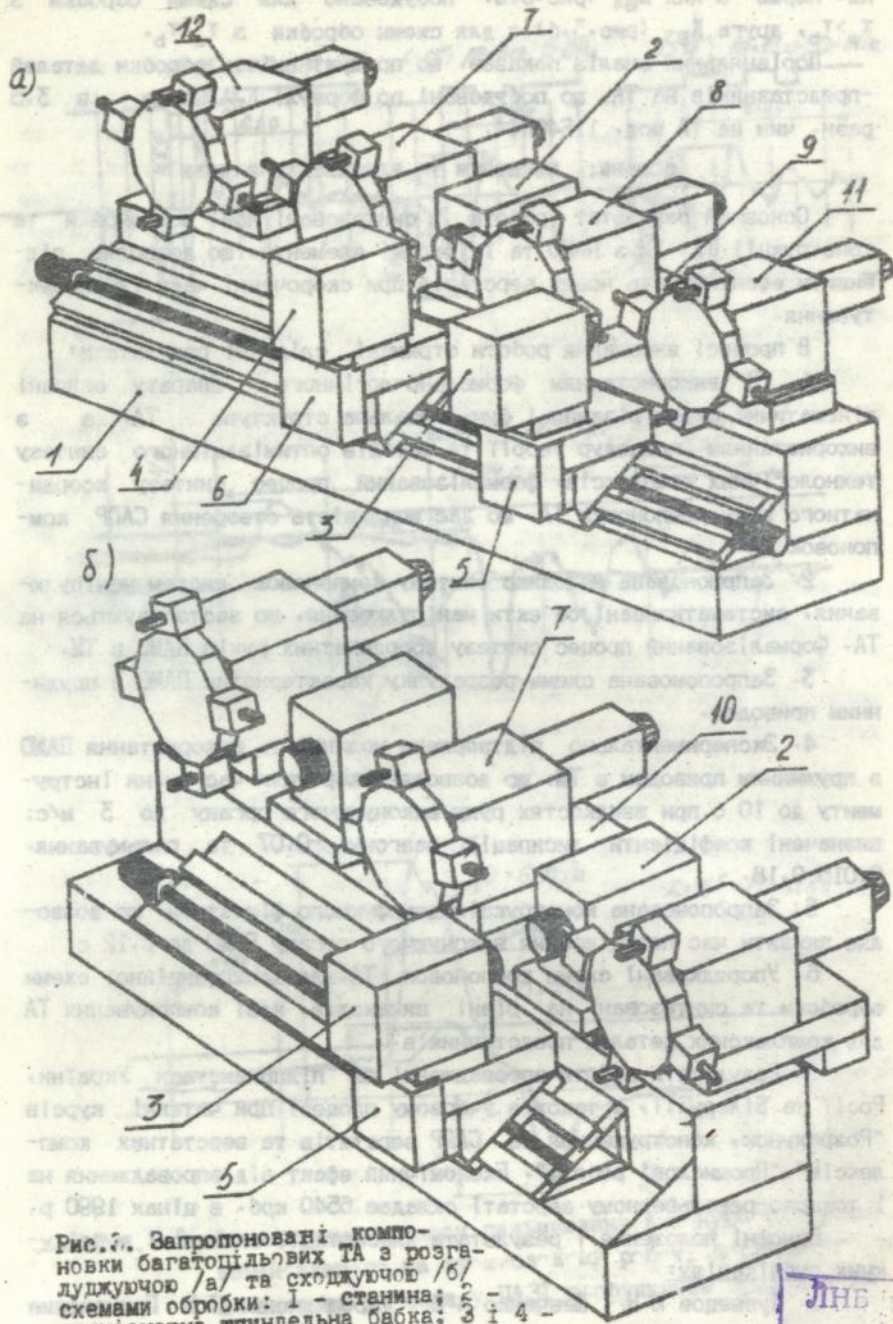


Рис. 3. Запропоновані компоновки багатощаблевих ТА з розгалужуваною /а/ та сходжучою /б/ схемами обробки: 1 - станина; 2 - стаціонарна шпіндельна бабка; 3 і 4 - рухомі шпіндельні бабки на хрестових супортах; 5, 6, 7 і 8 - рухомі інструментосіи на хрестові супорти; 9, 10, 11 і 12 - стаціонарні інструментосіи

ЗВМ при исследовании упругонапряженного состояния механизмов автоматического закрепления инструментов // Тезисы докладов научно-технического семинара - Новый высокоэффективный режущий инструмент и оснастка - средство интенсификации машиностроительного производства, 2-3 марта 1989 года. - Л.: ЛДНТП. - с. 55-60.

2. Разработка, исследование и внедрение механизмов и устройств токарных станочных модулей, встроенных в ГПС. Отчет о НИР (закл.) // ВНИЦентр; Руководитель Ю.Н. Кузнецов. - № ГР0187009826; Инв. № 02900023411. - Киев, 1989.-91 с.: Исполн. А.В. Шевченко, В.Н. Ахрамович, С.В. Мирошниченко.

3. Кузнецов Ю.Н., Дьяченко Ю.П., Мирошниченко С.В. Повышение эффективности токарных модулей // Тезисы доклада Всесоюз. научно-практ. конф. "Проблемы создания и внедрения гибких производственных систем и робототехнических комплексов на предприятиях машиностроения". Одесса, 9-13 окт. 1989 г. - М.: ВНИИТЭМР, 1989. - с. 96-98.

4. Кузнецов Ю.Н., Мирошниченко С.В. Синтез устройств автоматического манипулирования заготовками и инструментом в станках с ЧПУ // Тезисы докладов на научно-техническом семинаре "Новые высокопроизводительные конструкции режущего инструмента и оснастки в машиностроении", 15-16 марта 1990 года. - Л.: ЛДНТП. - с. 40-44.

5. Кузнецов Ю.Н., Дьяченко Ю.П., Мирошниченко С.В. Синтез компоновок токарных модулей с позиции возможности обработки деталей с тыльной стороны // Тезисы республиканской научно-практической конференции "САПР конструкторской и технологической подготовки производства в машиностроении". - Харьков: ХПИ, 1990. - с. 18.

6. Кузнецов Ю.Н., Мирошниченко С.В. Структурный синтез компоновок станочных систем для обработки тел вращения // Тезисы докладов конференции "Типовые механизмы и технологическая оснастка станков-автоматов, станков с ЧПУ и ГПС /СТАНКИ-91/", Чернигов-Киев, 1991. - с. 5.

7. Кузнецов Ю.Н., Мирошниченко С.В. Основные предпосылки синтеза устройств автоматического манипулирования объектами в станочных системах // Тезисы науч.-техн. конф. "Автоматизация и диагностика в металлообработке", Луцк, 1991. - с. 8.

8. Кузнецов Ю.Н., Мирошниченко С.В. Структурный синтез компоновок многоцелевых токарных автоматов // Станки и инструмент, 6, 1993. - с. 4-7, 43.

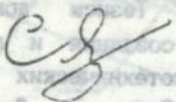
9. А.с. 1660935 СССР, МКИ В23В 9/00. Токарный модуль.

Ю.П.Дьяченко, С.В.Мирошниченко, Ю.Н.Кузнецов, В.Е.Лоев,
А.В.Евглевский, А.Е.Лисицкий. -Опубл.Б.И.25. 1991.

10. А.с. 1673298 СССР, МКИ В23В 31/14. Токарный патрон /Ю.Н.Кузнецов, В.Е.Лоев, А.В.Шевченко, В.Н.Ахрамович,
С.В.Мирошниченко, В.П.Юричев. -Опубл.Б.И.32. 1991.

11. А.с. 1683875 СССР, МКИ В23В 29/00. Устройство для креп-
ления инструмента /Ю.Н.Кузнецов, А.В.Шевченко, С.В.Мирошниченко,
В.Е.Лоев, Е.А.Лисицкий, А.В.Евглевский. -Опубл.Б.И.38, 1991.

12. А.с. 1824255 СССР, МКИ В23В 9/00. Токарный автомат /
Ю.Н.Кузнецов, А.М.Кравец, С.В.Мирошниченко. - Опубл. Б.И. 24.1993.

Співшукач  С.В.Мірошніченко

Написано до друку 7.04.94. Формат 60x84 1/16. Папір тип.
Умов. друк. арк. I, 0
Тираж 100 прим. Замовлення III.

Віддруковано СП ЧНДНТІ, 250000, м. Чернігів, вул. Урицького, 39

291537

291538

AB 29.569

AB 29.569