

УДК 65.11.56

Ю.М. Кузнецов, д.т.н., проф.
Національний технічний університет України «КПІ»

СИСТЕМНО-МОРФОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ПРИ СТВОРЕННІ НОВИХ ВЕРСТАТІВ ТА ЇХНІХ МЕХАНІЗМІВ

У статті викладений багаторічний досвід використання системно-морфологічного підходу при вирішенні конструкторських і технологічних завдань галузі машинобудування зі створення принципово нових технічних систем і технологій на рівні винаходів.

Світові тенденції розвитку машинобудування вимагають підвищеної уваги до його серцевини – верстатобудування, що в нашій країні за останні роки характеризується помітним спадом через низький рівень застосування винаходів і досягнень сучасної науки, а це, в свою чергу, накладає відбиток і на якість підготовки молодих фахівців – творців нової техніки і нових технологій.

В Україні, яка була одним з виробників верстатів, ряд верстатобудівних заводів світової популярності з раніше високим інженерно-технічним і робітничим потенціалом відмовилися від створення верстатів нового покоління і скопилися до виробництва старого універсального устаткування, виконання широко вживаних замовлень, не пов'язаних з їх спеціалізацією і накопиченим багаторічного досвіду.

Конструктори і технологи на цих заводах перетворилися в універсалів, які виконують роботи на будь-які (навіть одиночні) замовлення й орієнтуються скоріше на копіювання вітчизняних і закордонних аналогів, що автоматично прирікає на неконкурентноздатність і незахищеність проектованої техніки як об'єкта інтелектуальної власності.

Тому в даний час необхідно шукати нові методологічні підходи, вибирати нові шляхи прискореного розвитку і створення технічних систем, побудованих на нових принципах.

Одним з таких підходів є системно-морфологічний, який успішно застосовується протягом двох десятиліть років на кафедрі конструювання верстатів і машин Національного технічного університету України «КПІ» при вирішенні конструкторських задач (рис. 1), пов'язаних зі створенням нових верстатів і верстатних систем на модульному принципі (токарних і спеціальних автоматів, токарних модулів, верстатів для обточування алмазів); механізмів (подавальних і затискних з автоматичним регулюванням характеристик і багатофункціональних); пристроїв, вузлів і технологічного оснащення (високоточних, самоналагоджуваних, широкодіапазонних, швидкопереналагоджувальних, широкоуніверсальних і високошвидкісних затискних патронів, довговічних, широкодіапазонних і регульованих подавальних патронів, широкодіапазонних свердлувально-фрезерних патронів і тисків, різевих патронів, пристроїв для обробки багатогранників тощо).

Системно-морфологічний підхід може бути використаний на стадії прогнозування нових технічних рішень шляхом блокування нових винаходів, які успішно реалізовані на прикладі синтезу нових цангових патронів і цанг із застосуванням розробленого автором спеціалізованого диференційно-морфологічного методу [1–5]. На рис. 2 представлено запропонований робототехнічний комплекс (РТК), який складається з двох двошпиндельних верстатів-модулів, встановлених у лінію і розгорнутих один відносно одного на 180° так, що деталь типу «пустотілий шпиндель» обробляється на двох верстатах без перекантування [4]. На такому РТК деталі обробляються одночасно в чотирьох шпинделях, а завантаження заготовки, переустановка її з позиції в позицію і вивантаження готової деталі здійснюється за допомогою порталного дворукого робота. Даний РТК заміняє 2 автоматичні лінії з чотирьох верстатів.

Для синтезу способів і пристроїв поділу прокату на штучні заготовки може бути побудована морфологічна матриця [2] з наступними основними ознаками: заготовка (вид руху, форма поперечного перерізу, структура поперечного перерізу), робочий процес (фізико-хімічний ефект, вид енергії, що витрачається, характер дії енергії), різальний інструмент (фізичний стан різальної частини, вид руху, кількість). Для знайдених

раціональних варіантів способів відрізки обертовим різальним інструментом стосовно конкретних верстатів можуть бути синтезовані відрізни пристрої і супорти відповідно до морфологічної матриці (табл. 1) з характерними ознаками для інструмента, корпусу пристрою, додаткових елементів і виду подачі. З даної матриці для відрізання дрітотрубного матеріалу обертовими фрезами запропоновані способи використання руху фрези від самої деталі по а.с. СРСР № 1604526 (рис. 3, а, б) за рахунок акумулювання потенційної енергії стиснутої пружини за патентом України № 33420А (рис. 3, в) або кінетичної енергії маховика (патент України № 32222А).

Для відрізки труб великого діаметра запропонована схема обробки зсередини за допомогою різцевої головки (патент України № 32270А) або дискових фрез, що дозволяє зменшити габарити відрізнних пристроїв та істотно підвищити режими різання, а отже, і продуктивність обробки.

Морфологічний аналіз затискних механізмів за основними ознаками (кількість входів і кінематичних ланцюгів, вид з'єднання ланцюгів, наявність і місце підсумовування рухів) і запропонований диференційно-морфологічний метод синтезу затискних патронів [1] дозволили синтезувати на рівні винаходів більше двохсот нових конструкцій і способів затиску (табл. 4) у [5].

Створені принципово нові гама широкодіапазонних самозатискних клинових свердильних патронів за патентом України № 40586 (рис. 11, а) і ексцентрикових свердильно-фрезерних патронів за патентом України № 28198А (рис. 11, б), що можуть застосовуватися в ручних, електричних, пневматичних дрелях, свердильних, розточувальних, фрезерних, токарних, багатоцільових, агрегатних, деревообробних та інших верстатах.

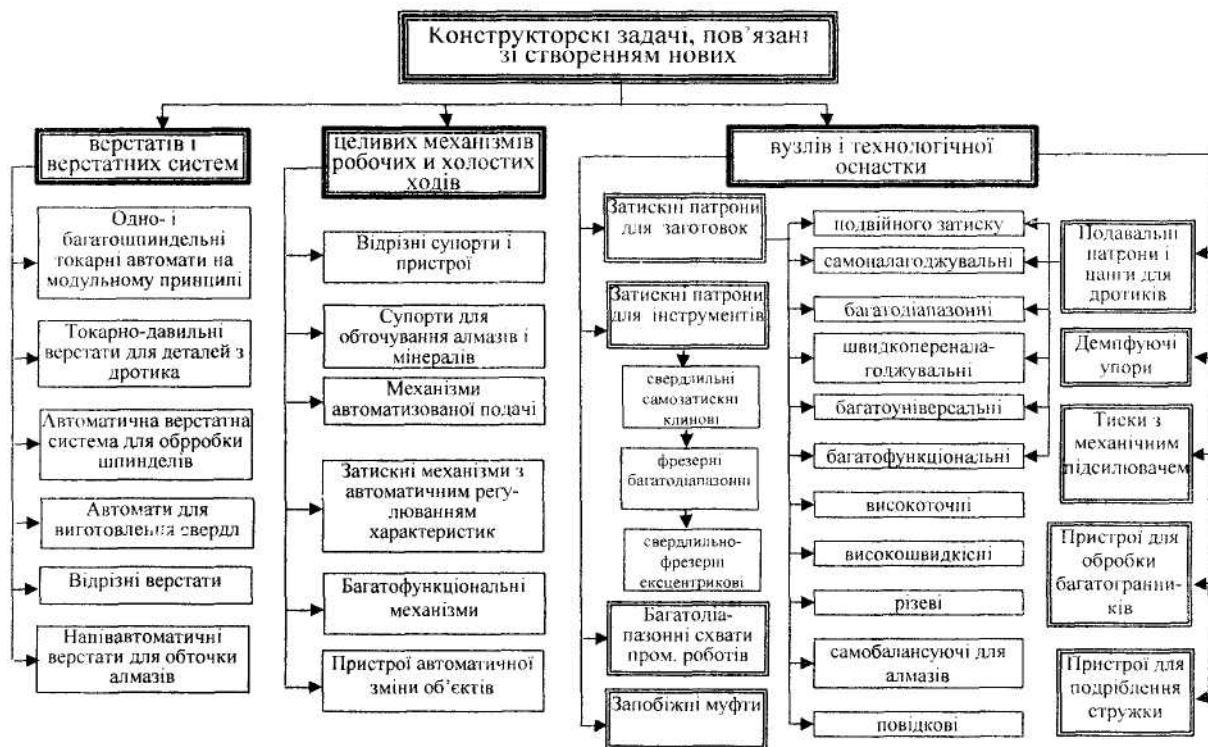


Рис. 1. Застосування системно-морфологічного підходу при вирішенні конструкторських завдань

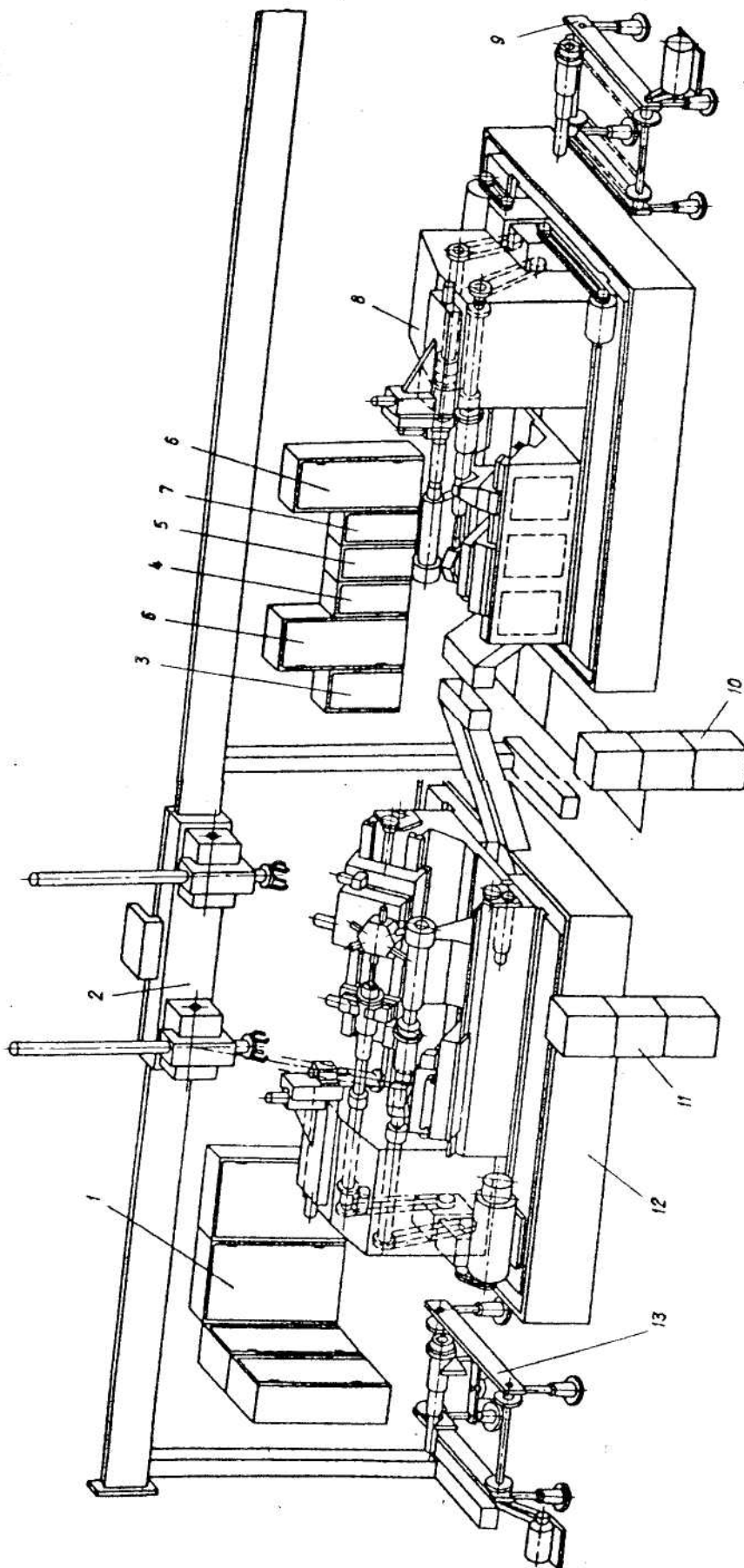


Рис. 2. Роботизований комплекс із двома дзеркально встановленими двошпindelними модулями; 2 – дворукий робот; 3 – система керування роботом; 4, 5, 7 – гідростанції для верстатів; 8, 12 – двошпindelний багатопільовий верстат; 10, 11 – системи ЧПУ; 9, 13 – станції завантаження заготовок і розвантаження деталей

Таблиця 1
Морфологічна матриця відрізних пристроїв і супортів для відрізки обертових деталей обертовим інструментом на токарних автоматах

Тип	Оброблювальний елемент (різальний інструмент)				Корпус відрізного пристрою (супорта)	Рух подачі		Додаткові елементи	
	Розміщення геометричної осі	Кількість	Джерело руху	Місце установки		Вид	Швидкість подачі	Система запобігання	Елементи параметрів відрізного пристрою
1.1. Однолез- вий	2.1. Перпенди- кулярно	3.1. Один 3.2. Два 3.3. Більше двох	4.1. Автономне 4.2. Від інших кінематичних ланцюгів	5.1. Станина 5.2. Супорт поперечний	6.1. Поступальний	7.1. Постійна 7.2. Рівноприско- рена	8.1. Відсутня 8.2. Механічна 8.3. Гідравлічна 8.4. Пневмогідрав- лічна	9.1. Відсутні 9.2. Демифіру- вання 9.3. Твердість 9.4. Маса 9.5. Швидкість	
1.2 Багатолезо- вий	2.2. Паралельно осі деталі	3.4. Що змінюється	4.3. Від заготовки 4.4. Акумулявання кінетичної енергії	5.3. Супорт повздожжій	6.2. Обертальний	7.3. Рівноупо- вільнена 7.4. Комбінована	8.5. Електронна		
1.3. Абразивний	2.3. Під кутом до осі деталі		4.5. Акумулявання потенційної енергії	5.4. Повертний орган (револьверна голова)	...				
1.4. Картонний	2.4. Під довільним кутом								

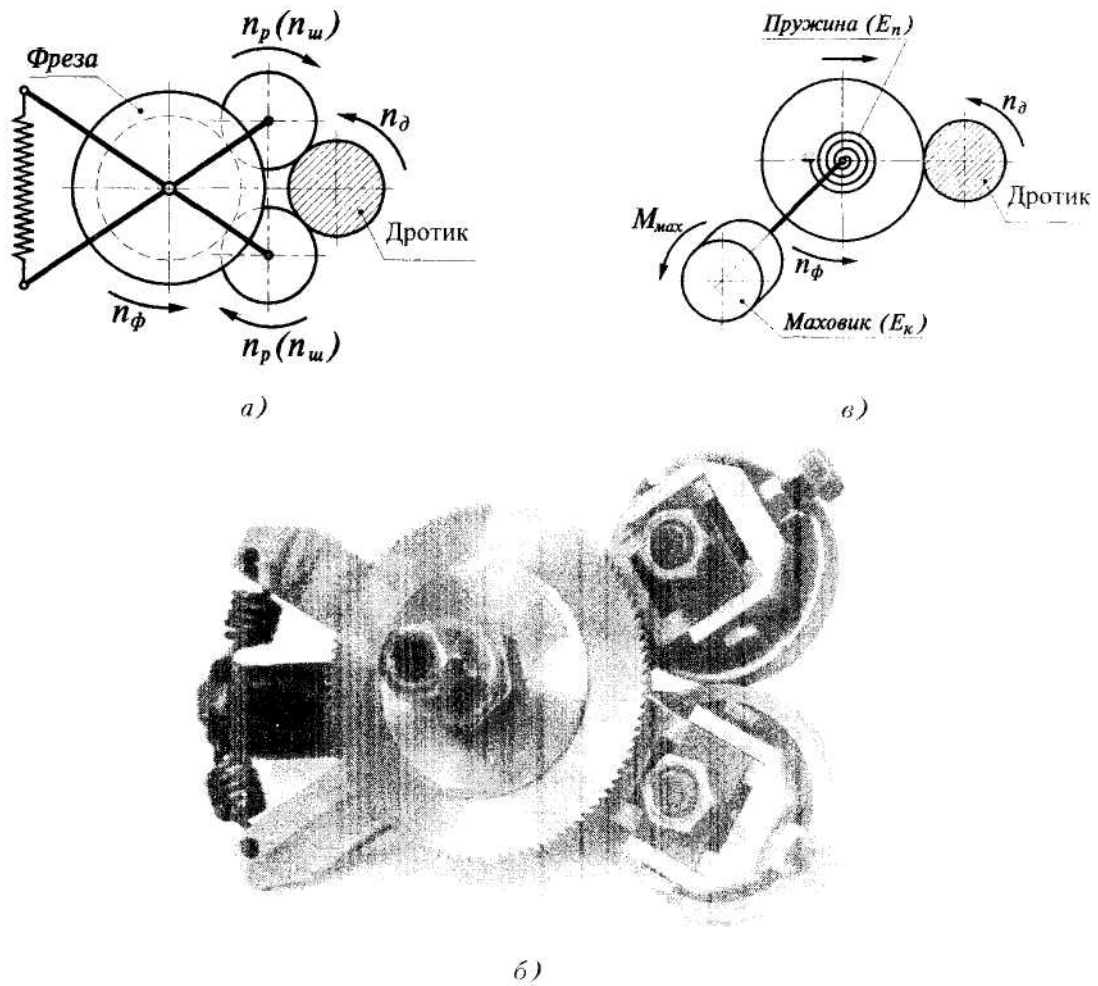


Рис. 3. Відрізка прутка обертової фрези без індивідуального приводу: а, б – обертання від заготовки (1.2 – 2.2 – 3.1 – 4.3 – 5.2 – 6.1 – 7.1 – 8.1 – 9.1); в – акумулювання потенційної енергії (1.2 – 2.2 – 3.1 – 4.5 – 5.2 – 6.1 – 7.3 – 8.1 – 9.4)

Таблиця 2

Синтезовані затискні механізми токарних автоматизованих верстатів з різними патронами: $x_1 - x_3, y_1 - y_3$ – переміщення по координатах; S_x і T_x – вхідна і вихідна сили затиску; КЦ1 – КЦ3 – кінематичні ланцюги; α і β – кути передавально-підсилювальних ланок; β_k, β_v – кути клинів самоналагоджування і приводу; φ_2, φ_R і R_2 – кути переналагоджування і радіуси ступенів кулачка; ЗЭ, ЗЭ1, ЗЭ2 – затискні елементи

№ з/п	Назва затискного механізму, який має затискний патрон	Кількість		Схема затискного механізму	
		Входів	Кінем. ланок	принципова	структурна
1	2	3	4	5	6
1	Високоточний цапговий (ВЦП)	1	1		

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6
2	Цанговий подвійного затискання (ЦПЗ)	1	2		
3	Самоналаджувальний цанговий (СЦП)	2	2		
4	Цанговий і самоналаджувальний привід затискання	2	3		
5	Широкодіапазонний клиноплунжерний (ШДКП)	1	2		
6	Широкоуніверсальний клиноплунжерний (ШДКПЗП)	1	2		
7	Автоматичний вивідкопереналаджувальний (АШНЗП)	2	3		

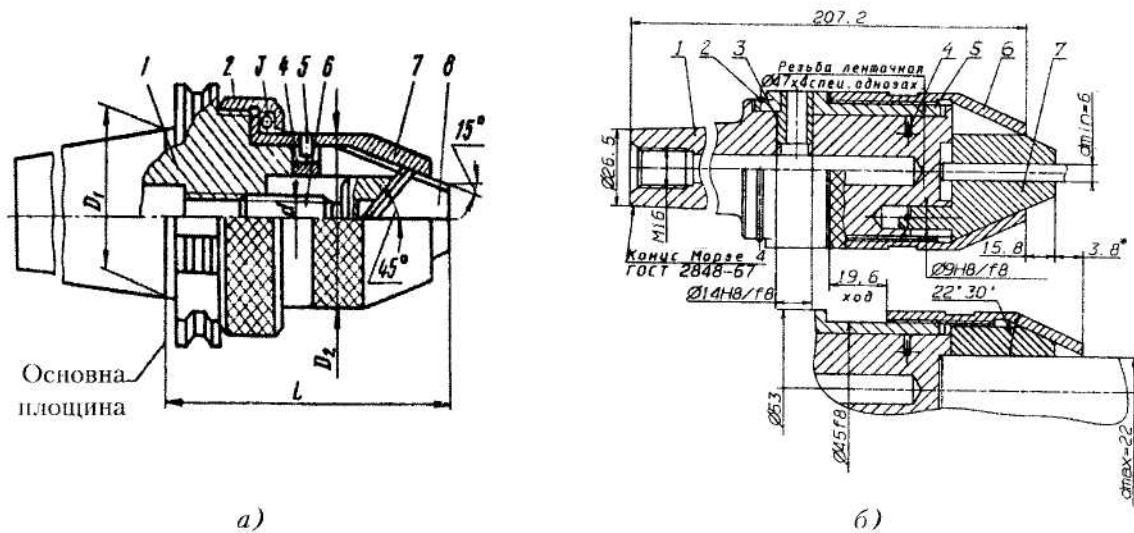


Рис. 4. Затискні патрони для інструмента з циліндричним хвостовиком:
 а – самозатискний клиновий свердлильний (1 – корпус; 2 – нахидна гайка;
 3 – кульки; 4 – сепаратор; 5 – штифт; 6 – гвинт; 7 – конусна втулка;
 8 – затискні клини); б – ексцентриковий свердлильно-фрезерний із шестигранним
 ключем (1 – корпус; 2 – пружинне стопорне кільце; 3 – ексцентрик;
 4 – розвідне кільце; 5 – різеві вставки; 6 – конусна втулка; 7 – ексцентрикові
 затискні кулачки

Перелік нових розробок із застосуванням системно-морфологічного підходу обмежений обсягом представленого матеріалу і переконливо свідчить про ефективність широкого застосування сучасних методів пошуку технічних рішень у практику створення нової техніки і нових технологій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кузнецов Ю.Н. Использование эвристических методов в работе конструктора станочной оснастки. – М.: УПТМ, 1992. – 86 с.
2. Кузнецов Ю., Мачуга Р. Морфологічний аналіз способів поділу прокату на штучні заготовки // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – Т. 4. – 1999. – С. 107–111.
3. Кузнецов Ю.Н. Повышение эффективности многшпиндельных токарных автоматов // Станки и инструмент. – 1988. – № 2. – С. 4–6.
4. Кузнецов Ю.Н., Срибный Л.И. Повышение эффективности токарных автоматов. – К.: Техника, 1989. – 168 с.
5. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник / Ю.Н. Кузнецов, А.А. Вачев, С.П. Сяров. – София: Техника, 1988. – 222 с.

КУЗНЕЦОВ Юрій Миколайович – доктор технічних наук, професор кафедри конструювання верстатів та машин Національного технічного університету України „КПІ”.

Наукові інтереси:

– металорізальне обладнання.

Подано 12.08.2003