

# МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

УДК 621.9.02

С.Нагорняк, докт. техн. наук; М.Грод

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

## УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ СТРУКТУРНО – СХЕМНОГО СИНТЕЗУ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

*В статті розглянуто питання розробки моделі структурно-схемного синтезу різальних інструментів, який дає змогу представити їх багатоваріантну структуру для обробки різноманітних поверхонь деталей машин. В якості узагальненої моделі синтезу пропонується базовий прямокутник, що перетинається різними формуючими лініями і якому надаються як лінійні переміщення, так і неперервне або дискретне обертання відносно вісей трьох декартових систем координат.*

Розробці основ проектування різальних інструментів присвячені роботи [1,2,3,4,5]. В них приведені конструкції інструментів, вибір їх геометричних параметрів, основні розміри і особливості роботи.

Нами з точки зору системного підходу на основі використання прямолінійно-поступальних рухів прямокутника, перетнутого формуючими лініями і неперервного або дискретного обертання відносно центральних вісей і вісей, які паралельні його сторонам і знаходяться за його межами, пропонується узагальнена модель структурно-схемного синтезу різальних інструментів для формоутворення різних поверхонь деталей машин. Модель структурно-схемного синтезу показана на рис.1.

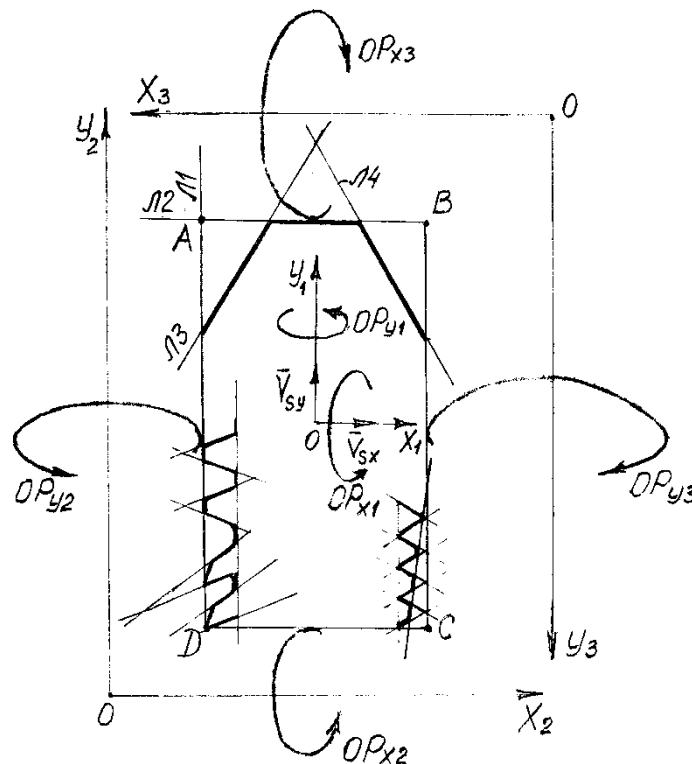


Рис. 1. Модель структурно-схемного синтезу різальних інструментів

Прямокутник ABCD має початкові формуючі лінії Л1 і Л2, які являють собою кромки інструмента. Крім того даний прямокутник може перетинатися формуючими

лініями, які розміщені симетрично або несиметрично відносно його центральних вісей. Всередині базового прямокутника розміщена декартова система координат  $X_1OY_1$  і прямокутник може переміщуватися в напрямку  $OX_1$  з лінійною швидкістю  $V_{sx}$ , а в напрямку  $OY_1$  - з лінійною швидкістю  $V_{sy}$ . За межами прямокутника паралельно до його сторін розміщені декартові системи координат  $X_2OY_2$  і  $X_3OY_3$ . Відносно абсцис і ординат всіх трьох систем координат прямокутник АВСД може повертатися як неперервно, так і дискретно (відповідні обертальні рухи  $OP_{x1}$ ,  $OP_{y1}$ ,  $OP_{x2}$ ,  $OP_{y2}$ ,  $OP_{x3}$ ,  $OP_{y3}$ ), а також може обертатись дискретно разом з системою координат  $X_1OY_1$  відносно точки О на кут  $\varphi = 2\pi/z$ , де  $z$  – кількість зубів інструмента в поперечному січенні.

Багатоваріантна структура перетину прямокутника формуючими лініями приведена в таблиці 1.

Схема 1 реалізується в абразивних і алмазних кругах, кінцевих і торцевих фрезах, зенковках. Схеми 2 і 3 характерні для токарних чистових різців, кругів для силового шліфування і спеціальних фрез. Схема 4, в якій перетин прямокутника формуючою лінією Л4 проходить через вершинну точку А, реалізовується в упорних токарних різцях, кутових фрезах і відповідних абразивних і алмазних інструментах.

При несиметричному перетині прямокутника лініями Л3 і Л4 (схема 5) формуються звичайні прохідні різці і кутові фрези. У випадку додаткового перетину прямокутника лінією Л5, яка перетинається з лінією Л3 в точці "К" формуються токарні різці для глибокого точіння і спіральні свердла з подвійним заточенням (в точці "К" проходить розподіл стружки на два потоки, що приводить до покращення умов різання).

При симетричному розміщенні ліній Л3 і Л4 і їх перетині за межами прямокутника (схема 7) формуються конструкції різців, сверدل, зенкерів, розверток, дискових фрез для обробки трапецеїдальних різей, вихрових головок, плашок і абразивних кругів. У випадку співпадання точки перетину ліній Л3 і Л4 зі стороною АВ прямокутника (схема 8) і симетричному розміщенні даних ліній утворюються конструкції різьбових різців, кутових фрез, вихрових головок і односторонніх абразивних і алмазних кругів. При перетині прямокутника каскадом ліній  $L_i$ , які перетинають в окремих точках одна одну (схема 9), формуються конструкції фасонних інструментів (різців, фрез, пальцевих і дискових зубонарізних фрез, а також абразивних і алмазних кругів). При перетині прямокутника лініями Л6 і Л7, які проходять через його кутові точки А і В (схема 10) утворюються конструкції відрізних і канавкових різців, кільцевих сверدل і протяжок.

У випадку одночасного перетину прямокутника лініями Л3, Л4, Л6 і Л7 (схема 11) синтезується схема відрізного різця з розділенням стружки на два потоки. Перетнувши прямокутник лініями Л6 і Л7 (схема 12) і провівши лінію Л8 через точку В отримаємо відрізний різець, використання якого приводить до усунення залишку (грату) на торцях відрізаної деталі і заготовки. При перетині прямокутника лініями Л4 і Л9 (схема 13), які проходять через протилежні кутові точки А і С і паралельні між собою, формуються двохрізцеві розточні інструменти. У випадку перетину прямокутника лініями Л4 і Л10 (схема 14), які проходять через кутові точки А і Д, формуються конструкції зубостругальних різців для обробки конічних коліс і чашкові абразивні круги.

Провівши всередині прямокутника лінію Л11 (схема 15), яка паралельна його довшій стороні, лінії Л3 і Л4, а також лінію Л12, яка перетинається з лінією Л3 в точці на стороні АД прямокутника, отримаємо конструкції токарного прохідного відігнутого різця і торцевої фрези. У випадку комбінації ліній Л2, Л4 і Л11 (схема 16) формується розточний різець для обробки глухих отворів.

Можливим варіантом перетину прямокутника є перетин його лінією Л13 (схема 17), яка паралельна стороні АВ. В даному випадку має місце компоновальна схема торцевих абразивних і алмазних кругів, кільцевих сверدل і торцевих фрез.

Таблиця 1

Багатоваріантна структура перетину прямокутника формуючими лініями

№ п/п	Схеми перетину	№ п/п	Схеми перетину	№ п/п	Схеми перетину	№ п/п	Схеми перетину
1		7		13		19	
2		8		14		20	
3		9		15		21	
4		10		16		22	
5		11		17		23	
6		12		18		24	

На схемі 18 представлений варіант перетину прямокутника лініями Л1, Л4, Л11 і Л14. Така схема реалізовується в розточних канавкових різцях. При комбінації ліній Л8, Л11 і Л12 (схема 19) формуються конструкції розточних різців для обробки наскрізних отворів і різьбових різців. У випадку комбінації ліній Л1, Л8, Л11 і Л12 (схема 20) утворюється схема головки для фрезерування конічних коліс з круговими зубами і розточного чистового токарного різця. При наявності ліній Л11, Л10 і лінії Л15, яка проведена через нижню вершинну точку Д (схема 21), формуються конструкції довбальних різців і довб'яків.

У випадку наявності ліній Л11, Л12 і лінії Л10, яка проведена через точку перетину лінії Л11 з нижньою стороною СД базового прямокутника (схема 22), отримаємо стругальний різець, вершина якого в процесі різання додатково не заглиблюється в тіло заготовки. При перетині прямокутника лінією Л11 і каскадом розміщених з постійним кроком ліній Л3 і Л12 (схема 23), точки перетину яких знаходяться як всередині прямокутника, так і за межами його довшої сторони, формуються зуборізні гребінки, черв'ячні зуборізні фрези, абразивні черв'яки, різцеві блоки для точіння канавок в шківих клинопасових передачах.

У випадку наявності лінії Л11 і каскаду ліній Л3 і Л12, точки перетину яких співпадають зі стороною АД прямокутника (схема 24) і мають однаковий осьовий крок, і при перетині прямокутника нахиленою лінією Л16 формуються конструкції різьобробних гребінок, мітчиків і плашок. Якщо ж лінію Л16 додатково провести на схемі 23, то в результаті цього отримаємо черв'ячну фрезу для фрезерування черв'ячних коліс методом тангенціальної подачі.

Таким чином, багатоваріантна структура перетину прямокутника формуючими лініями і його можливих обертальних і поступальних рухів дає змогу отримати схеми всіх різальних інструментів для обробки різних поверхонь деталей машин.

В таблиці 2 приведений приклад використання узагальненої моделі синтезу різальних інструментів для схеми 7 (табл. 1) при формоутворенні різних поверхонь. В поз. 1 при лінійному переміщенні в напрямку  $OX_1$  з швидкістю подачі  $V_{sx}$  має місце одночасна обробка циліндричної і конічної поверхонь (завдяки руху різання  $D_r$ ). При прямолінійному переміщенні базового прямокутника в напрямку  $OY_1$  (поз. 2) на заготовці формується канавка трапецевидної форми.

У випадку одночасного переміщення прямокутника в напрямках  $OX_1$  і  $OY_1$  (поз. 3) має місце одночасна обробка двох конічних поверхонь. Надавши базовому прямокутнику одночасно обертальний рух  $OP_{x1}$  відносно вісі  $OX_1$  і подачу  $V_{sx}$  в напрямку даної вісі, отримаємо схему розточки циліндричних отворів. Наявність подачі  $V_{sy}$  в напрямку  $OY_1$  і обертального руху  $OP_{y1}$  відносно даної вісі (поз. 5) дає змогу проводити свердління отвору в спеціальній заготовці перовим або спіральним свердлом.

При обертальному русі  $OP_{x2}$  прямокутника (поз. 6) відносно вісі  $OX_2$  і його лінійному переміщенні  $V_{sx}$  має місце схема силового шліфування циліндричної поверхні або фрезерування трапецевидної різі. Обертаючи прямокутник відносно вісі  $OY_2$  (рух  $OP_{y2}$ ) (поз. 7) і переміщуючи його з лінійною швидкістю  $V_{sy}$ , отримаємо схему обробки трапецевидної канавки на торці заготовки. При обертанні прямокутника відносно вісі  $OX_3$  (рух  $OP_{x3}$ ) (поз. 8) і лінійному переміщенні  $V_{sx}$  має місце схема формоутворення циліндричної і конічної поверхонь багаторізцевою токарною головкою.

Внаслідок обертання прямокутника відносно вісі  $OY_1$  (рух  $OP_{y1}$ ) і його одночасного повільного обертання (рух  $D_k$ ) відносно вісі  $OY_3$  (рух  $OP_{y3}$ ) (поз. 9) має місце формоутворення кільцевої канавки трапецевидної форми на торці заготовки з допомогою кінцевої фрези.

Якщо ж прямокутник обертати відносно вісі  $OX_1$  (рух  $OP_{x1}$ ) і одночасно повільно обертати його відносно вісі  $OY_3$  (рух  $OP_{y3}$ ) (поз. 10), то в цьому випадку проходить формоутворення аналогічної канавки з допомогою дискової фрези.

Приклад використання узагальноної моделі структурно-схемного синтезу різальних інструментів

№ поз	Рухи базового прямокутника	Схеми обробки поверхонь	№ поз	Рухи базового прямокутника	Схеми обробки поверхонь
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

Таким чином, розроблена узагальнена модель структурно-схемного синтезу різальних інструментів дає можливість зфокусовано представити ідеї їх створення, а також всі існуючі і нові схеми формоутворення різних поверхонь деталей машин.

*The article deals with the development of model of structural-scheme synthesis of cutting tools. It gives the possibility to create the multivariant structure for machining of different surfaces of machine parts. The basic rectangle is proposed as an integrated model of synthesis. The rectangle is crossed by different forming lines and it is given as well as linear moving as stable or discrete rotating along the 3-D Decart system.*

### **Література**

1. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов: Учебник, - К.: Выща шк., 1990. - 424 с.
2. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
3. Филиппов Г.В. Режущий инструмент. - Л.: Машиностроение, 1982. - 446 с.
4. Сахаров Г.Н. Обкаточные инструменты. - М.: Машиностроение, 1983. - 232 с.
5. Кирсанов Г.Н. Проектирование инструментов. Кинематические методы. - М.: Мосстанкин, 1978. – 70 с.

*Одержано 16.04.01 р.*