

ДК 621.951.47

І.Луців, канд.техн.наук; Ю.Вовк

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗБІРНІ КОМБІНОВАНІ САМОРЕГУЛЬОВАНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЗЕНКЕРУВАННЯ ОТВОРІВ

Розглянуто нові принципові схеми збірних комбінованих саморегульованих інструментів для зенкерування отворів, отримані за допомогою методу морфологічного аналізу.

Умовні позначення

P_x, P_y – складові сили різання;

S – подача.

Забезпечення високої точності виготовлення деталей сучасних машин при використанні звичайних методів лезової та абразивної обробки пов'язане з великими матеріальними затратами, високою трудомісткістю та зниженням продуктивності праці. Традиційні методи розв'язання цього завдання, такі, як збільшення жорсткості і точності верстатів, застосування багатопрохідної обробки, досі вже переважно вичерпалися. Останніми роками проблему забезпечення високої точності при досягненні максимальної продуктивності успішно розв'язують застосуванням нестационарних процесів різання, що реалізуються на верстатах з числовим програмним керуванням, систем адаптивного і оптимізованого управління рухами різання, що регулюють умови роботи протягом виготовлення даної деталі.

Найбільш доцільним є використання адаптивного керування, оскільки за допомогою цього методу забезпечується оптимізація процесу за рахунок зміни умов обробки, перш за все, режимів різання залежно від конкретних параметрів стружкоутворення у кожній точці заготовки [1]. Застосування систем адаптивного керування робить можливим самостійний пошук оптимального режиму в процесі роботи, оскільки вони перетворюють інформацію, що безперервно надходить,

про величину прийнятого для регулювання критерію, наприклад, сили, температури, інтенсивності вібрації, на нестаціонарний рух різання.

При обробці отворів із змінною глибиною різання, уводах вісі отвору, а також при обробці біметалів, необхідна автоматична зміна режимів різання, наприклад, подачі. Перспективним методом усунення незбігання вісей інструменту та заготовки при обробці отворів є використання самовстановлюваних інструментів [2]. Обробка отворів такими інструментами вилучає чи суттєво знижує вплив факторів, що викликають похибку розміру: геометричні неточності верстата та пристосувань, похибки базування оброблюваної деталі та інструменту, податливість технологічної системи, нестабільність механічних властивостей оброблюваного матеріалу та інші. Самовстановлювані інструменти у процесі роботи здатні пристосовуватися до незначних відхилень шпинделя верстата та заготовки.

Структурно-схемний синтез дозволяє створювати інструментальне оснащення з надзвичайно тонким та чутливим механізмом керування процесом запобігання оброблюваної системи від перевантажень внаслідок варіювання подачі лез інструмента. Зміна подачі, пов'язана із зміщенням вздовж вісі у напрямку подачі, не впливає негативно на якість оброблених поверхонь деталей. Оскільки вектор сили різання практично не змінює свого напрямку в просторі при коливаннях, то, керуючи віською складовою P_x сили різання шляхом зміни подачі за рахунок переміщення у вісьовому напрямку, можна керувати процесом навантаження системи силою різання в цілому, в тому числі її радіальною складовою P_y [3].

Для отримання нових схем конструкцій інструментів використовуємо метод активізації творчості, а саме метод морфологічного аналізу, що дозволить шляхом перебору всіх морфологічних ознак вибрати найбільш доцільні варіанти конструкцій. Метою методу є системне дослідження усіх можливих варіантів розв'язку задач, що впливають із закономірностей будови (морфології) удосконалюваного об'єкту технічної системи, і так урахувати, крім відомих, неординарні варіанти, що при простому перегляді могли бути знехтувані.

За допомогою методу морфологічного аналізу послідовно переглянемо усі можливі варіанти принципових схем роботи розроблених інструментів адаптивного типу. Завдання для морфологічного аналізу виглядає так: спроектувати збірні комбіновані саморегульовані інструменти для зенкерування отворів, забезпечивши високу точність оброблюваного отвору і зменшивши "увід" інструменту.

Точне формулювання задачі дозволяє виділити коло характеристик об'єкта (структурних елементів, зв'язків та їх ознак), від яких здебільшого залежить виконання заданих вимог. Загалом для шуканої конструкції як морфологічні ознаки можна вибрати: а) функціонально важливі елементи (деталі, вузли та ін.); б) взаємний зв'язок між елементами; в) взаємне розташування елементів.

Такими елементами є різальна частина інструмента; зокрема, розглядаються такі ознаки: рухомість лез, напрям їх переміщення та зв'язок між ними. Оскільки в проектувану конструкцію закладається рухомість різальних лез, тому за морфологічну ознаку приймаємо тип напрямних. Розглядаються найбільш доцільні напрямні: круглі, плоскі, призматичні, типу "хвіст ластівки", на роликах з фіксованими осями, з потоком тіл кочення та з циркуляцією тіл кочення. Також при побудові морфологічної матриці враховано можливість регулювання за діаметром різальних інструментів. Морфологічна матриця подана у вигляді таблиці 1.

За результатами морфологічного аналізу можна зробити висновок, що найбільш доцільними та раціональними варіантами є ті, що утворюють комбінацію рухомих та нерухомих лез, наприклад:

а) 1.1–2.2–3.1–4.4–5.2– інструмент із усіма рухомих лезами, що рухаються у вісьовому напрямку із зв'язком між ними. Леза переміщуються на круглих напрямних;

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

б) 1.3–2.2–3.1–4.2–5.2– інструмент з декількома рухомими та нерухомим лезами; рухомі леза переміщуються у вісьовому напрямку на круглих напрямних; рухомі леза зв'язані між собою;

в) 1.3–2.3–3.2–4.2–5.2– інструмент з декількома рухомими та нерухомим лезами; рухомі леза переміщуються під кутом на круглих напрямних; рухомі леза зв'язані між собою.

Таблиця 1

Морфологічна матриця

Різальна частина			Напрявні	Регулювання
Рухомість лез	Напряв руху лез	Зв'язок між лезами	Тип	По діаметру
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.1 Всі рухомі	2.1 Радіальний	3.1 Є	4.1 Хвіст ластівки	5.1 Є
1.2 Всі нерухомі	2.2 Вісьовий	3.2 Немає	4.2 Круглі	5.2 Немає
1.3 Комбінація	2.3 Під кутом		4.3 Плоскі	
			4.4 Призматичні	
			4.5 На роликах з фіксованим осями	
			4.6 З потоком тіл кочення	
			4.7 З циркуляцією тіл кочення	

Варіанти інструментів, отриманих за допомогою морфологічного аналізу, характеризуються адаптивним зв'язком між рухомими лезами, що дозволяє вирівнювати вісьові складові P_x сили різання на рухомих лезах шляхом зміни подачі S за рахунок переміщення у вісьовому напрямку, а також – радіальні складові P_y .

Характерною особливістю отриманих конструкцій різальних інструментів є те, що одне чи декілька лез є нерухомими. Таке поєднання рухомих і нерухомих лез виявляє переваги інструментів як жорсткої конструкції, так і з рухомими елементами. Зокрема, наявність в отриманих інструментах нерухомих (жорстких) лез дозволяє під час врізування значно підвищити якість перехідних процесів. Забезпечується плавність процесу врізування, а також поліпшуються вібраційні характеристики під час входження інструмента в контакт із заготовкою.

Розглянемо ряд варіантів схематичного подання конструкцій різальних інструментів з поєднанням рухомих та нерухомих різальних елементів.

На рис.1 подано дві схеми роботи трилезових комбінованих інструментів, отриманих за допомогою морфологічного аналізу.

Ці інструменти характеризуються тим, що одне лезо нерухоме, а два інші – взаємозв'язані між собою – рис.1 а) – зв'язок механічний, за допомогою важільного механізму; рис.1 б) – зв'язок гідравлічний, переміщуються у вісьовому напрямі.

Таке переміщення дозволяє при виникненні на одному з рухомих лез сили (викликаної неоднорідністю матеріалу заготовки чи нерівномірним припуском) більшої, ніж на іншому, переміститися на певну величину у вісьовому напрямі, тобто “відійти”, при цьому інше лезо переміститься у протилежному напрямі на таку ж величину. Цей метод дозволяє знімати пікові раптові навантаження з різального елемента і так частково усунути ряд негативних явищ, що виникають при обробці

будь-якого матеріалу, а саме: вібрації, перегрівання деяких лез, нерівномірність зношення різальних елементів та інші.

Запропоновано також схеми комбінованих інструментів з чотирма різальними лезами, причому два з них рухомі та взаємозв'язані і переміщуються леза також у вісьовому напрямі. На рис.2 а) та 2 б) подані інструменти з двома рухомими лезами, зв'язані між собою важелями. При цьому як нерухомі елементи можуть служити і різальні леза, і напрямні елементи для пружно-пластичної деформації. Напрямні елементи можна виконати із текстоліту й інших матеріалів.

Для цих схем роботи інструментів характерні ті ж переваги, що й для попередніх. Причому обробка супроводжується зменшеним уводом інструменту та характеризується підвищеною якістю оброблюваного отвору за рахунок більшої кількості лез та напрямних елементів. Такі інструменти працюють більш стабільно під час процесу врізування, коли у системі ВПД виникають значні коливання обох груп – вимушені та автоколивання.

При збільшенні кількості лез множина варіантів схем значно розширюється. Зокрема, можливою є робота інструмента, у якого всі чотири леза рухомі у вісьовому напрямі (рис.3 а). Така система найбільш чутлива до раптових змін сил різання у процесі обробки заготовки. На рис.3 б) подана аналогічна попередній схема роботи інструмента. При цьому перша пара лез зв'язана за допомогою важільного механізму, а інша – за допомогою коромисла.

На рис.3 в) подана схема саморегульованого інструменту, що має два нерухомих різальних елементи, а два інші – об'єднані пружно-силовим приводом мікропереміщень. При достатньо великій жорсткості пружна ланка має обмежену загальну деформацію, отже, діапазон переміщень мембран з рухомими елементами теж невеликий. Ці елементи пов'язані між собою через трубопровід (отвір). Для такої схеми характерне деяке запізнення (відставання) рухів різальних елементів. Оскільки робочим тілом зв'язку є пружне середовище, для якого характерне стиснення, це й призводить до запізнення переміщення елемента, що рухається в напрямі подачі.

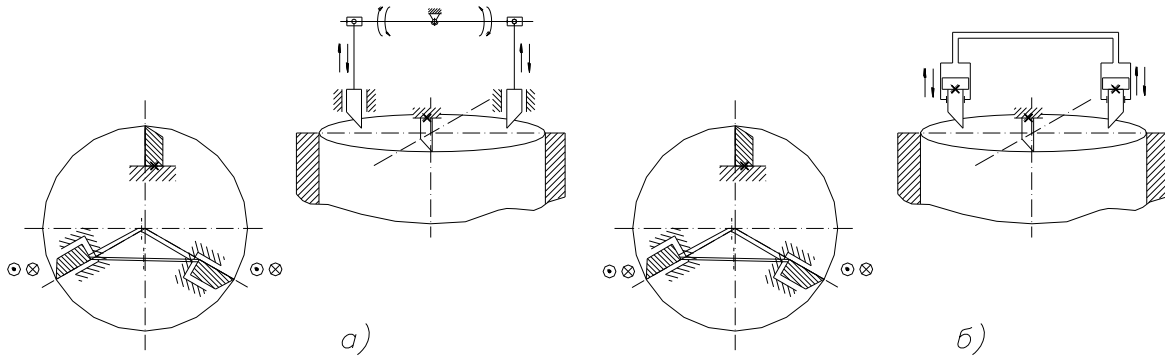


Рисунок 1. Схеми роботи трилезових інструментів.

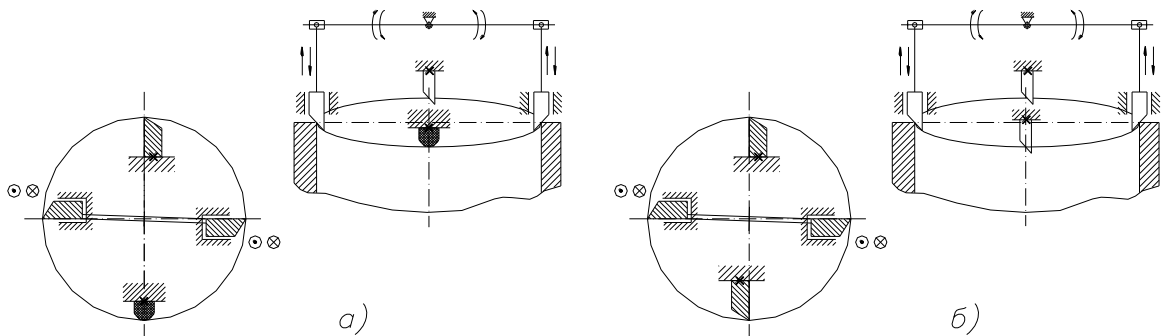


Рисунок 2. Схеми з комбінацією чотирьох різальних елементів (рухомих та нерухомих) з використанням важільних механізмів.

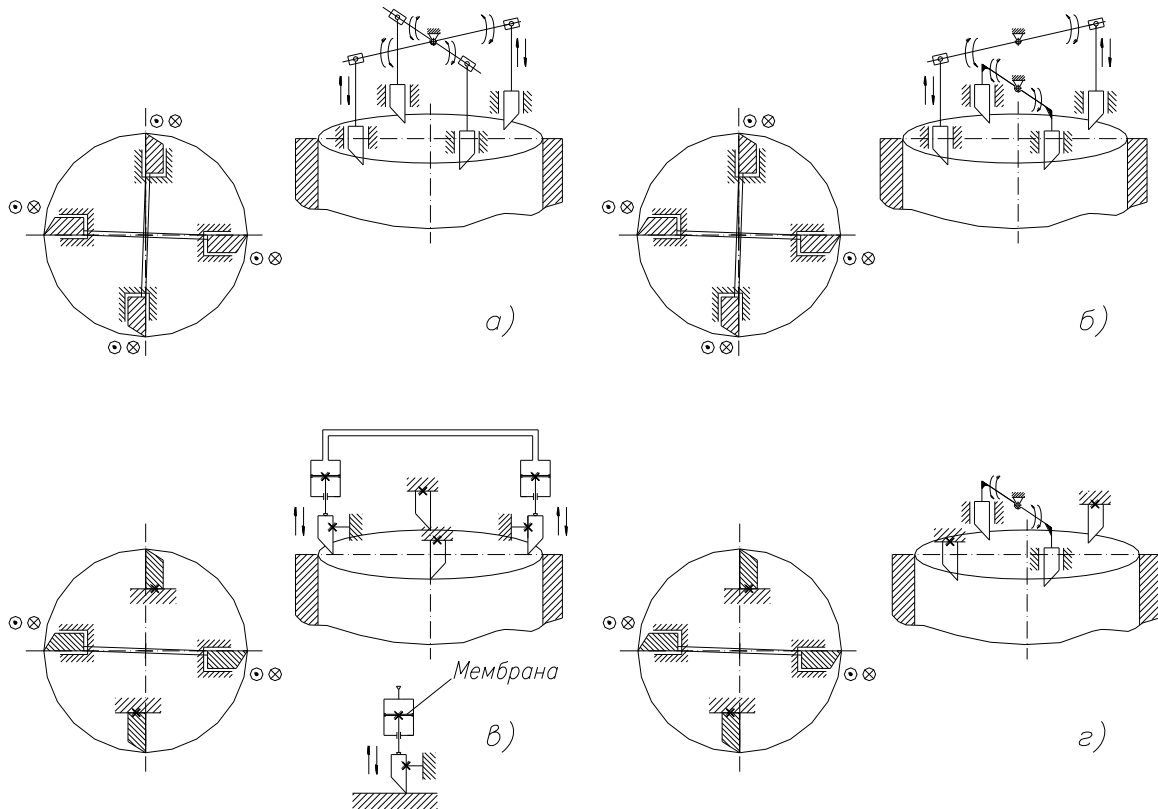


Рисунок 3. Схеми самовстановлюваних інструментів з різними зв'язками.

На рис.3 г) подана схема інструмента з двома нерухомим різальними елементами та двома взаємозв'язаними за допомогою важеля рухомими елементами. Для такої схеми характерна незначна похибка розміщення отвору внаслідок малих переміщень різальних елементів і в радіальному напрямку. Проте певну компенсацію (виправлення) цієї похибки виконують нерухомі різальні елементи.

Інструмент, виготовлений за цією схемою, найбільш простий для виготовлення та конструктивно нескладний. Цього досягається за рахунок використання коромисла, розміщеного на вісі, що з'єднує між собою рухомі леза, утворюючи при цьому адаптивний зв'язок.

Схеми саморегульованих інструментів для зенкерування отворів, отриманих за допомогою морфологічного аналізу, дозволяють розробляти цілий ряд конструкцій спеціальних адаптивних інструментів. Використання інструментів такого типу створює передумови для розв'язання цілого ряду проблем, що виникають при обробці отворів. Зокрема, це зменшення впливу неоднорідності матеріалу (варіації твердості, пористості, дислокації та ін.) на точність обробки, зниження величин коливань самого інструмента (поздовжні, поперечні і крутні), підвищення стійкості, зменшення уводу, автоматичне подрібнення стружки внаслідок нерівномірності товщини зрізу за рахунок зміни величини подачі, рівномірність зношення різальних лез інструмента внаслідок розподілу навантажень між ними, підвищення якості оброблюваного отвору, зокрема на ділянці оброблюваної поверхні, що утворюється під час процесу врізування.

Використання інструментів адаптивного типу сприяє поліпшенню показників ефективності системи, а саме: зменшується час, що затрачається на операцію, підвищується стійкість самого різального інструменту та точність обробки, зростає продуктивність різання.

За допомогою збірних комбінованих саморегульованих інструментів можна значно підвищити якість обробки отворів на операції зенкерування. Зокрема, це стосується обробки отворів, попередньо отриманих литтям, для яких характерна нерівномірність припуску внаслідок значних похибок отворів, а також випадків обробки заготовок із чавунів та важкооброблюваних матеріалів. Використання інструментів такого типу дозволяє суттєво зменшити витрати порівняно із застосуванням дорогого обладнання, складних систем автоматичного керування та нових видів обробки.

The new basic schemes of adaptive tools are discussed. These tools can be used in countersinking of holes. The designs of the tools are determined with the help of the morphological analysis.

Література

1. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. – М.: Машиностроение, 1977.– 304 с.
2. Лепихов В.Г. Самоустанавливающиеся инструменты.–М.: Машиностроение, 1974.– 80 с.
3. Нагорняк С.Г., Луцив И.В. Предохранительные механизмы металлообрабатывающего оборудования: Справочник. – К.: Техника, 1992.- 72 с.

Одержано 21.06.2000 р.