

УДК 621.961;621.774

Ю.М. Кузнєцов, Р.І. Мачуга

Національний технічний університет “Київський політехнічний інститут”,
Тернопільський технічний університет ім. І. Пулюя

МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ НОВИХ СПОСОБІВ І ПРИСТРОЇВ ВІДРІЗАННЯ ПРОКАТУ ІЗ ПРУТКОВО-ТРУБНИХ ЗАГОТОВОК

© Кузнєцов Ю.М., Мачуга Р.І., 2001

Проведено спрощення морфологічних множин способів і пристроїв відрізання прокату (деталей) і їх наближення до застосування на одношпиндельних і багатошпиндельних токарних автоматах. У результаті виконаного морфологічного синтезу отримано і запропоновано низку нових способів і пристроїв розрізки.

Внаслідок застосування морфологічного підходу [1–3] в роботі [4] було побудовано дві морфологічні матриці способів і пристроїв поділу прокату на штучні заготовки.

Морфологічна множина способів поділу прокату на штучні заготовки має вигляд [4]

$(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}); (X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}); (X_{31}, X_{32}); (X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44}, X_{45}, X_{46}, X_{47});$
 $(X_{51}, X_{52}, X_{53}, X_{54}, X_{55}, X_{56}, X_{57}); (X_{61}, X_{62}); (X_{71}, X_{72}, X_{73}, X_{74}, X_{75}); (X_{81}, X_{82}, X_{83}, X_{84}); (X_{91}, X_{92}, X_{93}).$

Загальна кількість варіантів комбінацій альтернатив X_{ij} така:

$$N_0 = 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 = 188160.$$

Наклавши на морфологічну матрицю певні умови та обмеження, можна добитися значного зменшення кількості альтернатив.

Накладемо умови і обмеження

– поділ фізичним впливом (традиційне різання): виключаються альтернативи $X_{41}-X_{47}, X_{72}-X_{75}$;

– здійснення різання на одношпиндельних і багатошпиндельних токарних автоматах (ОТА і БТА відповідно): виключаються альтернативи: $X_{11}, X_{13}, X_{52}, X_{54}-X_{56}, X_{62}, X_{82}, X_{84}$;

– матеріал, що обробляється – пруток (труба) круглий: виключаються альтернативи $X_{22}-X_{24}$.

Наклавши перераховані вище умови, морфологічна множина способів відрізання деталей із прутково-трубних заготовок матиме вигляд

$(X_{12}, X_{14}); (X_{21}); (X_{31}, X_{32}); (X_{41}); (X_{51}, X_{53}, X_{57}); (X_{61}); (X_{71}); (X_{81}, X_{83}); (X_{91}, X_{92}, X_{93}).$

У цьому випадку із даної множини кількість комбінацій альтернатив X_{ij} дорівнюватиме

$$N_1 = 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 = 72.$$

Отримана морфологічна множина представлена морфологічною матрицею способів відрізання деталей із прутково-трубних заготовок (табл. 1). Вона є результатом виключення із морфологічної матриці способів поділу прокату обмежувальних альтернатив X_{ij} (див. вище).

Таблиця 1

Морфологічна матриця способів відрізання деталей із прутково-трубних заготовок

Заготовка (З)			Робочий процес (РП)			Різальний інструмент (РІ)		
1. Вид руху	2. Форма поперечного січення	3. Структура поперечного січення	4. Фізико-хімічний ефект	5. Вид енергії, що затрачається	6. Характер дії енергії	7. Фізичний стан ріжучої частини	8. Вид руху	9. Кількість
1.1. Поступальний	2.1. Кругла	3.1. Суцільна	4.1. Дифузія	5.1. Механічна	6.1. Неперервний	7.1. Твердий	8.1. Поступальний	9.1. Один
1.4. Нерухомість		3.2. Пустотіла		5.3. Електрична			8.3. Комбінований	9.2. Два
				5.7. Комбінована				9.3. Більше двох

Аналогічно розглянемо і виконаємо спрощення морфологічної матриці відрізних пристроїв і супортів (ВП, ВС)*.

Кількість можливих варіантів поєднання альтернатив (тобто загальна кількість ВП, ВС) така:

$$N'_0 = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6 = 279936.$$

Серед такої великої кількості можливих ВП (ВС) є багато таких, що не реалізуються, тобто є нереальними. Синтез і оцінка кращих варіантів із збільшенням числа можливих ВП (ВС) значно ускладнюється. Тому накладемо певні умови і обмеження зони охоплення морфологічної множини:

- різання лезовим інструментом (фреза, різець): виключається альтернатива X_{13} ;
- місце встановлення ВП на БТА – супорти поперечний або поздовжній: виключаються альтернативи X_{51} , X_{54} ;
- поступальний рух подачі різального інструмента: виключаються альтернативи X_{62} , X_{63} ;
- для спрощення приймається, що система запобігання і елементи зміни параметрів ВП відсутні: виключаються альтернативи X_{81} - X_{86} , X_{91} - X_{96} .

Після накладених обмежень морфологічна множина ВП (ВС) матиме вигляд

$$(X_{11}, X_{12}); (X_{21}, X_{22}, X_{23}); (X_{31}, X_{32}, X_{33}); (X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44}, X_{45}, X_{46}); (X_{52}, X_{53}); (X_{61}); (X_{71}, X_{72}, X_{73}, X_{74}),$$

а кількість можливих сполучень альтернатив буде

$$N'_1 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4 = 864.$$

Ця спрощена морфологічна множина представлена морфологічною матрицею ВП і ВС (табл. 2).

* Див. [4], табл. 3.

Таблиця 2

Морфологічна матриця ВП і ВС

Обробляючий інструмент (PI)				Корпус ВП	Рух подачі	
1. Тип	2. Розміщення геометричної осі	3. Кількість	4. Джерело руху	5. Місце встановлення	6. Вид	7. Швидкість подачі
1.1. Однолезовий	2.1. Перпендикулярно до осі деталі	3.1. Один	4.1. Автономне	5.2. Супорт поперечний	6.1. Поступальний	7.1. Постійна
1.2. Багатолезовий	2.2. Паралельно до осі деталі	3.2. Два	4.2. Від інших кінематичних ланцюгів	5.3. Супорт поздовжній		7.2. Рівноприскорена
1.3 Абразивний	2.3. Під кутом до осі деталі	3.3. Більше двох	4.3. Від заготовки			7.3. Рівноуповільнена
			4.4. Акумуляція кінетичної енергії			7.4. Комбінована
			4.5. Акумуляція потенціальної енергії			
			4.6. Комбіноване			

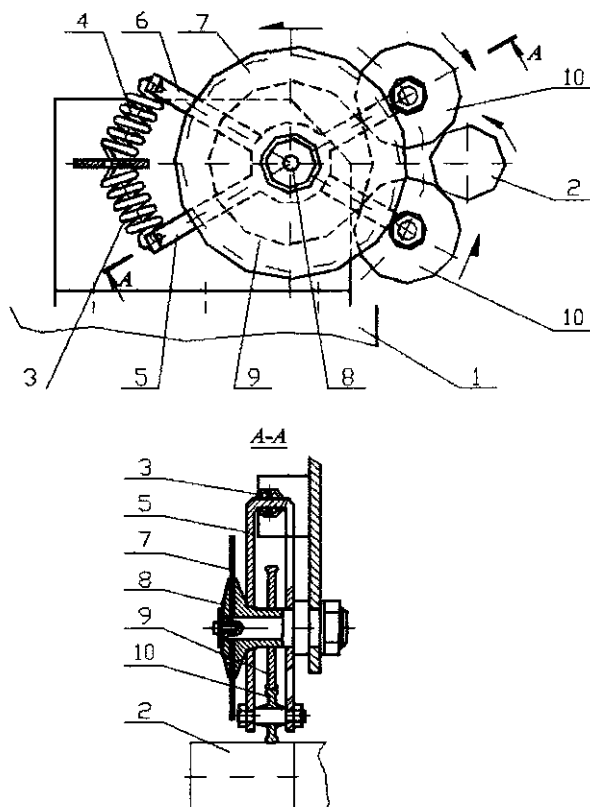


Рис. 1. Пристрій для відрізання деталей типу тіл обертання

Розглянемо деякі приклади реалізації нових ВП, які утворені шляхом поєднання альтернатив X_{ij} із морфологічної матриці (табл. 2).

На рис. 1 показано пристрій для відрізання деталей типу тіл обертання за а. с. № 1604526 [5]. Для такого пристрою сполучення альтернатив за табл. 2:

1.2–2.2–3.1–4.3–5.2–6.1–7.1.

У цьому пристрої реалізовано досить перспективну альтернативу: джерелом руху обертання фрези є сама заготовка. Обертаючись, заготовка передає обертовий рух через ведучі фрикційні ролики на інструмент. Основна перевага такого пристрою: відсутність окремого приводу обертання різального інструмента, що дозволяє зменшити енергетичні затрати на обробку.

Цей же принцип покладено в основу запропонованого способу токарної обробки [6] (рис. 2).

Спосіб токарної обробки реалізується в такій послідовності: для здійснення

обробки надають обертання шпинделю 2, після чого надають переміщення супорта 6, на якому встановлено дисковий різальний інструмент 8.

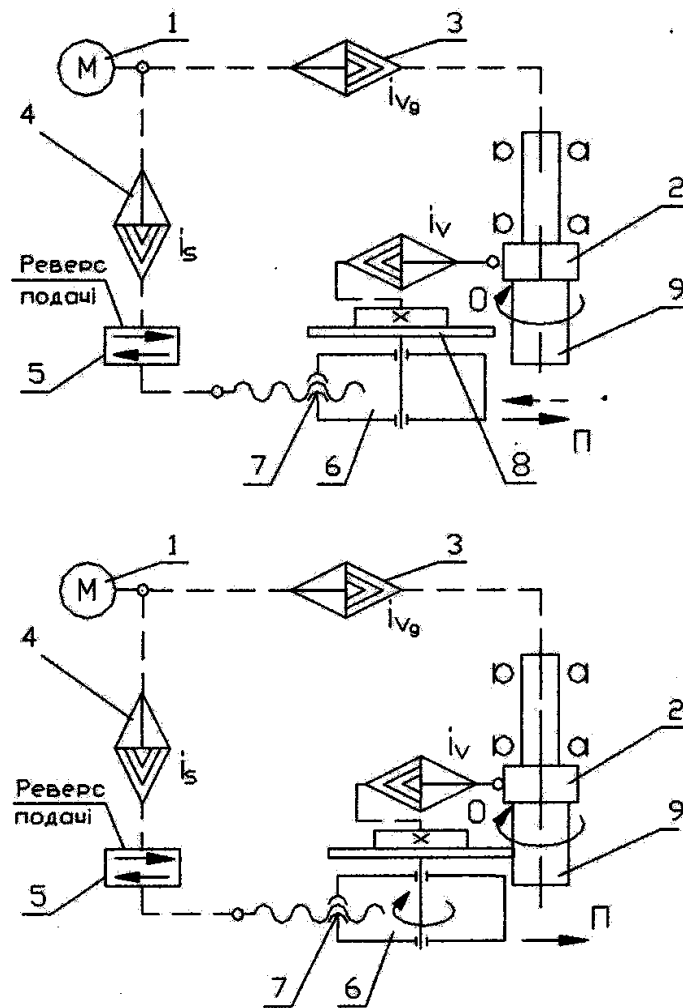


Рис. 2. Спосіб токарної обробки

Під час прискореного переміщення супорта 6 до контакту із заготовкою 9 (друга схема) привідний ланцюг інструмента з'єднують з кінематичною ланкою системи шпиндель-заготовка, яка обертається, після чого інструмент, що обертається, входить у контакт із заготовкою і здійснює різання.

Після закінчення різання супорт 6 на прискореному ходу повертається у вихідне положення, при цьому здійснюють розрив ланцюга інструмента із ланкою системи шпиндель-заготовка.

Розрив можна здійснювати, наприклад, за допомогою кулачків, закріплених на розподільчому валу, і системи важелів у ланцюгу інструмента.

Запропонований спосіб дозволяє економити електроенергію за рахунок розриву кінематичного ланцюга інструмента (зупинка обертання інструмента), розширити технологічні можливості (використання дискового різального інструмента, наприклад, фрези), підвищити строк служби обладнання (виключення неробочого ходу інструмента) і безпеку праці.

Наступним прикладом реалізації поєднання альтернатив є ВП для труб (рис. 3) [7]. Для цього ВП сполучення альтернатив за табл. 2:

1.1–2.2–3.3–4.1(4.2)–5.3–6.1–7.1.

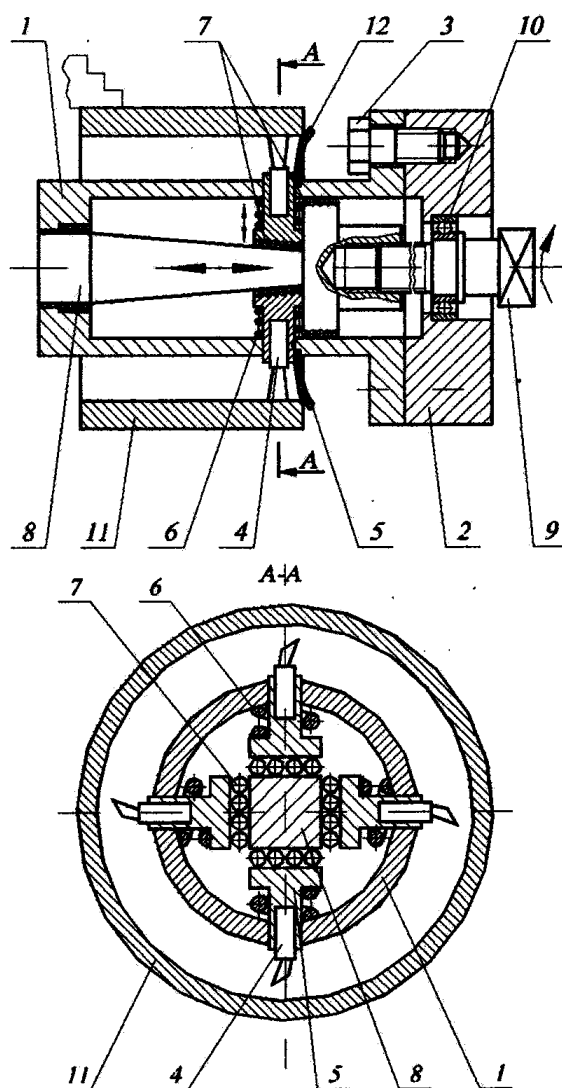


Рис. 3. Відрізний пристрій для труб

Тут розрізання відбувається за рахунок чотирьох одночасно працюючих відрізних різців. Джерелом руху різців можуть бути як автономний привід, так і інші кінематичні ланцюги верстата. Схема роботи ВП така: при обертанні гвинта 9 за годинниковою стрілкою шток 8 переміщається праворуч, приводячи в рух державки 5 із різцями 4, які забезпечують відрізання труби, що обертається. При виході ВП із труби 11 елемент 12 скидає з нього відрізану деталь.

Цей ВП має невеликі габарити порівняно із відомими пристроями для внутрішнього і зовнішнього відрізання труб великого і середнього діаметрів, а також високу продуктивність за рахунок розподілу шару металу, що зрізається, на декілька різців та підвищення подачі при зрівноваженій схемі відрізання.

В роботі [4] було вказано, що достатньо перспективною є реалізація таких альтернатив, як привід руху інструмента за рахунок акумуляції потенціальної і кінетичної енергій. У теперішній час реалізація приводу обертання фрези за рахунок накопиченої потенціальної енергії запропонована в роботі [8] (рис. 4).

Цей спосіб токарної обробки реалізується в такій послідовності: перед початком різання з'єднують ланцюг допоміжного руху із електродвигуном 1 (М) (перша схема),

шпинделю 3 надають обертовий рух навколо власної осі в напрямі, протилежному обертанню дискового інструмента 4, за рахунок чого проходить скручування пружини 10 і відбувається акумуляція потенціальної енергії.

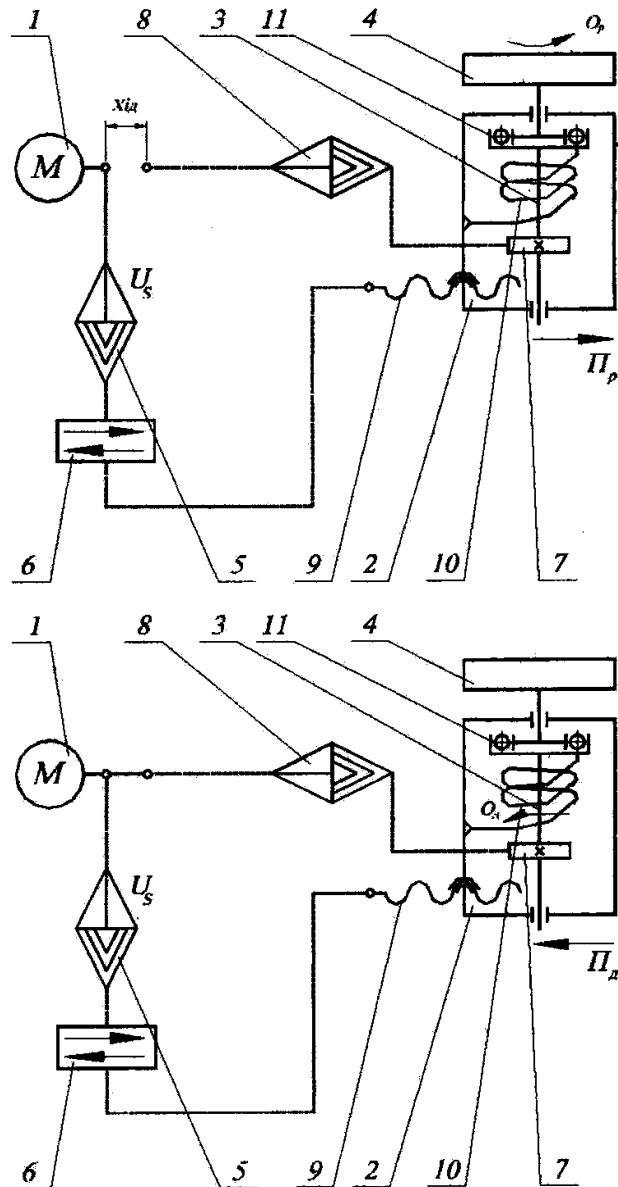


Рис. 4. Спосіб токарної обробки

Перед початком робочого ходу ланцюг допоміжного руху і електродвигун 1 (М) роз'єднують. Під час робочого ходу ВС 2 дисковий інструмент, наприклад, фреза, отримує обертовий рух від закрученої пружини 10 через обгінну муфту 11 і здійснює різання за рахунок накопиченої потенціальної енергії.

Після закінчення різання ВС 2 на прискореному ході повертається у вихідне положення, при цьому з'єднують ланцюг допоміжного руху і електродвигун 1 (М), відбувається накопичення потенціальної енергії. Під час закручування пружини 10 дисковий інструмент 4 залишається нерухомим.

Розрив і з'єднання ланцюга допоміжного руху та електродвигуна 1 (М) здійснюється, наприклад, за допомогою кулачків, закріплених на розподільчому валу, і системи важелів у ланцюгу інструмента.

Запропонований спосіб дозволяє економити електроенергію за рахунок розриву привідного кінематичного ланцюга інструмента (різання за рахунок накопиченої потенціальної енергії), розширити технологічні можливості (використання дискового інструмента, наприклад, фрези), підвищити строк служби обладнання і безпеку праці (відсутність обертання інструмента під час акумуляції потенціальної енергії).

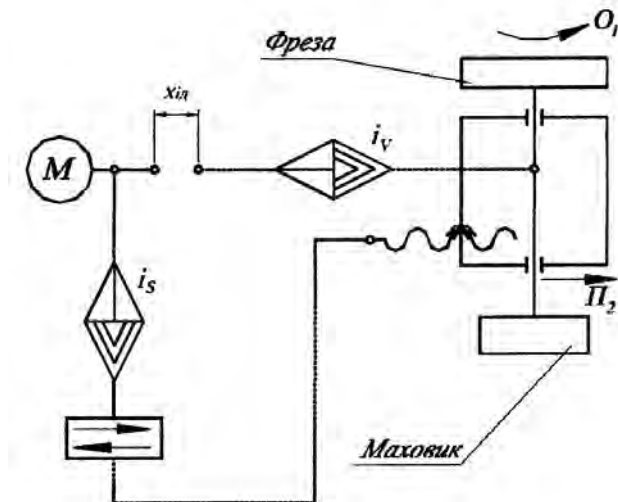


Рис. 5. Відрізання
за рахунок накопиченої енергії

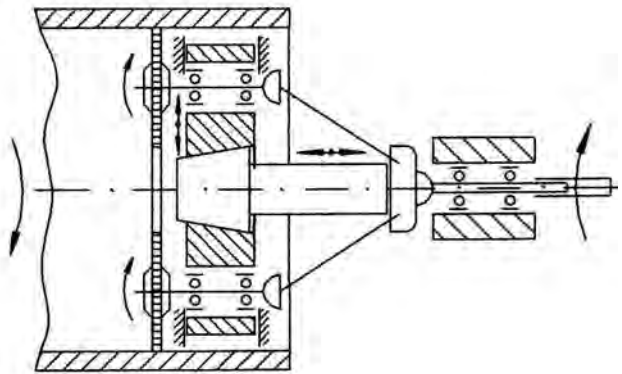


Рис. 6. Відрізні фрези

Ми показали реалізацію лише чотирьох комбінацій альтернатив морфологічної множини (табл. 2). Поряд з цим залишається ще багато нереалізованих варіантів сполучень альтернатив. Наприклад, відрізання за рахунок накопиченої кінетичної енергії (рис. 5), – альтернатива 4.4 (табл. 2); ВП, аналогічний за принципом дії ВП для труб [7], в якому замість чотирьох відрізних різців можна використати дві (або більше) відрізні фрези (рис. 6), – поєднання альтернатив 1.2 і 3.2 (або 3.3).

1. Кузнецов Ю.Н. Станки с ЧПУ: Учеб. пособие. – К., 1991. – 278 с. 2. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем / Під заг. ред. Ю.М. Кузнецова. – К.; Тернопіль, 1997. – 310 с. 3. Кузнецов Ю.Н. Использование эвристических методов в работе конструктора станочной оснастки. – М., 1992. – 86 с. 4. Кузнецов Ю., Мачуга Р. Морфологічний аналіз способів поділу прокату на штучні заготовки // Вісн. Тернопільського державного технічного університету. – 1999. – Т. 4. – С. 107–111. 5. А. с. 1604526 СССР, МКИ В 23 D 45/00. Устройство для отрезки деталей типа тел вращения / Ю.Н.Кузнецов, Ю.А.Судьин, В.И.Шалупов. – № 4412099/40-08; Заявл. 18.04.88; Опубл. 07.01.90, Бюл. № 41. – 5 с. 6. Заявка 99010268. Спосіб токарної обробки / Ю.М.Кузнецов, Р.І.Мачуга (Україна), Ю.О. Судьїн (Росія). – Заявл. 19.01.99. 7. Заявка 99020591. Відрізний пристрій для труб / Ю.М.Кузнецов, Р.І.Мачуга (Україна), Ю.О.Судьїн (Росія). – Заявл. 02.02.99. 8. Заявка 99020991/7111. Спосіб токарної обробки / Ю.М.Кузнецов, Р.І.Мачуга (Україна). – Заявл. 22.02.99.